

ELEKTRONICA

VAKTIJDSCHRIFT VOOR DE ELEKTRONICUS

Themanummer EMC:

**elektromagnetische
compatibiliteit**

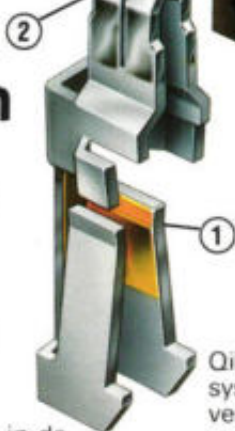


Qik Flecs: Top Prestaties, Met Een Minimum Aan Goud



Het verschil zit in het kontaktsysteem

1. Het tweezijdige kontaktsysteem, met extreem lage wrijving, garandeert optimale prestaties met een minimum aan goudbedekking.*
2. Het dubbele I.D.T. contact, biedt een absoluut betrouwbare kabelverbinding.
3. De bijzondere en solide constructie van het contact maakt het gebruik van een trekcontasting overbodig, zelfs bij hevige trillingen.*
4. Vergrendel/uitwerpers, aangepast aan de, in de industrie geldende normen. Slechts één type is nodig voor zowel connectors met, als zonder trekcontasting.*



Qik Flecs is het complete 1,27mm bandkabel verbindingssysteem, voor gebruikers, die een optimum aan kwaliteit verlangen bij een minimum aan kosten. De produktreeks omvat ook alle z.g. transition connectors, zowel in tweerijige uitvoering als in versprongen contact configuratie. Bovendien, een compleet gamma aan verwerking gereedschap.

Voor méér informatie, zoals een uitgebreide Qik Flecs — concurrentie vergelijkingstest, of monsters, kunt u contact opnemen met de hieronder vermelde Molex vestiging.

Service aan de klant ... over de hele wereld.

molex

*Elektronik Centralen (DK) vergelijkingstest ECR 131 uitgave Febr. 1983.

Molex Benelux B.V. Visserstraat 13, 5612 BS Eindhoven, Nederland Telex: 84451323 Telefoon: (31)-40-450565
 Hoofdkantoor: 2222 Wellington Court, Lisle, Illinois 60532 U.S.A.
 Hoofdkantoor Europa: Molex House, Church Lane East, Aldershot, England GU11 3ST
 Hoofdkantoor Verre Oosten: 1-5-4, Fukami-Higashi, Yamato-Shi Kanagawa Ken Japan 242

23 maart 1984
32e jaargang

ELEKTRONICA

MAKTIJDSCHRIFT VOOR DE ELEKTRONICUS

Uitgever van:
Kluwer Technische Tijdschriften BV
Postbus 23, 7400 GA Deventer
Telefoon: (05700) 91911 Telex: 49540

Versijnt 22 x per jaar

Redactie:
Hoofredactie: H. ten Bosch
Eindredactie: ing. H. H. W. M. de Vries
J. C. Meijer
Secretariaat: Mej. D. Kaauw (05700) 91374

Medewerkers:
N. Baaijens, R. Bakker, A. M. Bijnen, C. L. Doesburg,
ir. J. P. C. van Gennip, J. H. M. Goddijn, R. van Hest,
ir. J. M. van Hofweegen, ir. F. H. J. F. Janssen,
drs. W. D. M. Janssen, L. P. de Jong, M. Jungerling,
G. Kooren, J. Kosterman, M. Laeuwin, H. Leydens,
ing. Th. C. Lof, H. R. E. van Maanen, E. H. Nordholt,
W. Oithoff, ing. Th. W. Polet, drs. F. M. Schimmel,
D. Sjobbema, J. G. Smilde, H. Smits,
F. A. S. Sterrenburg, J. A. Weishaupt,
B. van Wierst, D. Winia.

Correspondenten:
Atlantic News Association (VS),
dr. W. Baier (Duitsland), K. Burton (VS), B. Dance
(Engeland), J. Gee (Frankrijk)
D. de Grooff (België), H. Dennert (Japan),
W. Roth (Duitsland),
L. J. Magid (VS), H. Saeys (België), M. Verstrepen (België)

Advertenties:
05700-91471 (H. Smienk)

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig
onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de
Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel

Abonnementen en losse nummers
Jaarabonnement: Nederland f 83,20 (incl. BTW)
België f 1360 (incl. BTW)
Buitenland op aanvraag
Losse nummers: Nederland f 4,75 (incl. BTW)
België f 90 (incl. BTW)

Elektronica is uitsluitend op abonnementsbasis verkrijgbaar.
Een abonnement loopt van januari t/m december en kan elk
gewenst moment ingaan.

Betaling
Nieuwe abonnees ontvangen een stortings-acceptgirokaart.

Opzegging abonnementen
Beëindiging abonnement kan uitsluitend schriftelijk
geschieden, uiterlijk 2 maanden vóór het einde van het
kalenderjaar, nadien vindt automatisch verlenging plaats.

Telefoonnummers
Losse nummers + opgave abonnementen 05700-91488
Adreswijzigingen + betalingen 05700-91480

België
Verantwoordelijk uitgever voor België:
D. Apers, Euwfeestlaan 138, 2500 Lier.

Besteladres:
Van Putlei 33, 2000 Antwerpen - Tel.: (03)2387986

De in Elektronica opgenomen schema's en
bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor
huishoudelijk en experimenteel gebruik - (octrooiwet)

„Het auteursrecht t.a.v. de redactionele inhoud van dit
tijdschrift wordt voorbehouden.
Ongeautoriseerde verveelvoudiging en/of openbaarmaking
van het geheel of gedeelten daarvan op welke wijze ook is
verboden.“ © 1984

„Het verlenen van toestemming tot publicatie in dit tijdschrift
houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting van ieder
ander, onherroepelijk machtigt de bij of krachtens de
Auteurswet door derden verschuldigde vergoeding voor
kopiëren te innen of daartoe in en buiten rechte op te treden
en dat de auteur er mee instemt dat de uitgever deze
volmacht overdraagt aan de door auteurs- en
uitgeversvertegenwoordigers bestuurde Stichting Reprorecht,
tot welke overdracht de uitgever zich zijnerzijds verbindt -
en dat deze Stichting aan de te innen gelden een in
overeenstemming met haar statuten en reglementen
bepaalde bestemming geeft.“

lid NOTU, Nederlandse Organisatie
van Tijdschrift-Uitgevers; lid FPPB, Federatie
van de Periodieke Pers van België
ISSN 0033-7854



INHOUD

De omslagfoto:
Meetopstelling met actieve en dubbelconische an-
tenne in een „kooi van Faraday“ (shielded room)
met hoogfrequent energie-absorberend materiaal
(anechoic area).
(Foto: Koning en Hartman)



INTRO

EMC, een storend ideaal? 5

ACTUEEL

Agenda. 8
Zakennieuws 9

THEMANUMMER-EMC

EMC en Industrie
„EMC is niet het gevolg van magie, maar van een
weldoordacht ontwerp“, een inleiding in het vakgebied 11

Elementaire EMI-metingen
Een indruk van diverse aspecten bij het meten van EMI 25

Kabelkeuze: een middel om EMC te bereiken?
Door een goede keuze van signaal- en voedingskabels kan
men de elektromagnetische compatibiliteit van een systeem
verbeteren 39

Aarding en afscherming
Aarding en afscherming zijn belangrijke onderdelen uit het
totaalpakket van maatregelen voor het voorkomen en
oplossen van EMI-problemen 51

Verbetering HF-immuniteit van versterkers met tegenkoppeling
De gevoeligheid van allerlei LF-systemen voor ongewenste
HF-instraling is een bekend probleem. Een creatief gebruik
van condensatoren kan hier oplossing bieden 65

Digitale dataverwerking en EMC
Ontwerpers van digitale systemen vertrouwen soms te veel
op de schijnbare onaantastbaarheid van hun digitale „enen
en nullen“ 75

Netontstoringfilters, een bijdrage tot EMC
Complexere materie dan de vaak eenvoudige schema's doen
vermoeden 87

Ultra-isolator onderdrukt netstoringen
Een speciaal geconstrueerde transformator beschermt
systemen tegen stoorpieken op de netspanning 97

Terminologie van EMC
Termen, begrippen, afkortingen en eenheden 101

LITERATUUR

. 104

PRODUKTINFORMATIE

. 109

DE HP 3488A SWITCH/CONTROL UNIT.

Universeel schakelsysteem voor de automatisering van testsystemen.

Snel en flexibel schakelen van signalen.

Eigenlijk is 't vreemd dat in meer gecompliceerde elektronische test-systemen de verbindingen tussen het testobject en de diverse meet-instrumenten vaak weinig aandacht krijgen.

Ze komen niet uit het experimentele stadium of worden te rigide vastgelegd in specifiek ontwikkelde schakelingen, waarvan schema's nogal eens ontbreken.

Dit leidt tot inefficiënt werken en beperkingen in de bruikbaarheid van geavanceerde meetinstrumenten, terwijl de integriteit van signalen wordt aangetast.

Hewlett-Packard heeft het sleutelstuk voor de automatisering van complexe testsystemen.

De HP 3488A Switch/Control Unit is speciaal ontwikkeld om de doorschakeling van signalen van en

naar instrumenten, zoals programmeerbare signaalbronnen, HF-apparatuur tot 300 MHz, tellers en multimeters te automatiseren.

Daartoe kunt u kiezen uit een aantal I/O modules die het doorgeven en schakelen van praktisch alle gangbare signalen - digitaal, hoogfrequent en van microvolts tot 220 V bij 2 A - via de HP 3488A mogelijk maken.

Geheugen voor 40 volledige test configuraties.

Via een overzichtelijk toetsen-

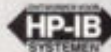
bord en een display kunt u op de HP 3488A elke gewenste meetconfiguratie schakelen, maar bovendien kan dit schakelsysteem 40 complete meetopstellingen in het geheugen vastleggen.

De gewenste meetopstelling wordt dan door één simpel toetscommando gerealiseerd.

Praktische documentatie over het schakelen van signalen in testsystemen.

Naast de uitgebreide HP 3488A brochure, hebben we onze Application Note 328-1 "Practical Test System Signal Switching" voor u beschikbaar. Voor toezending is een telefoontje voldoende.

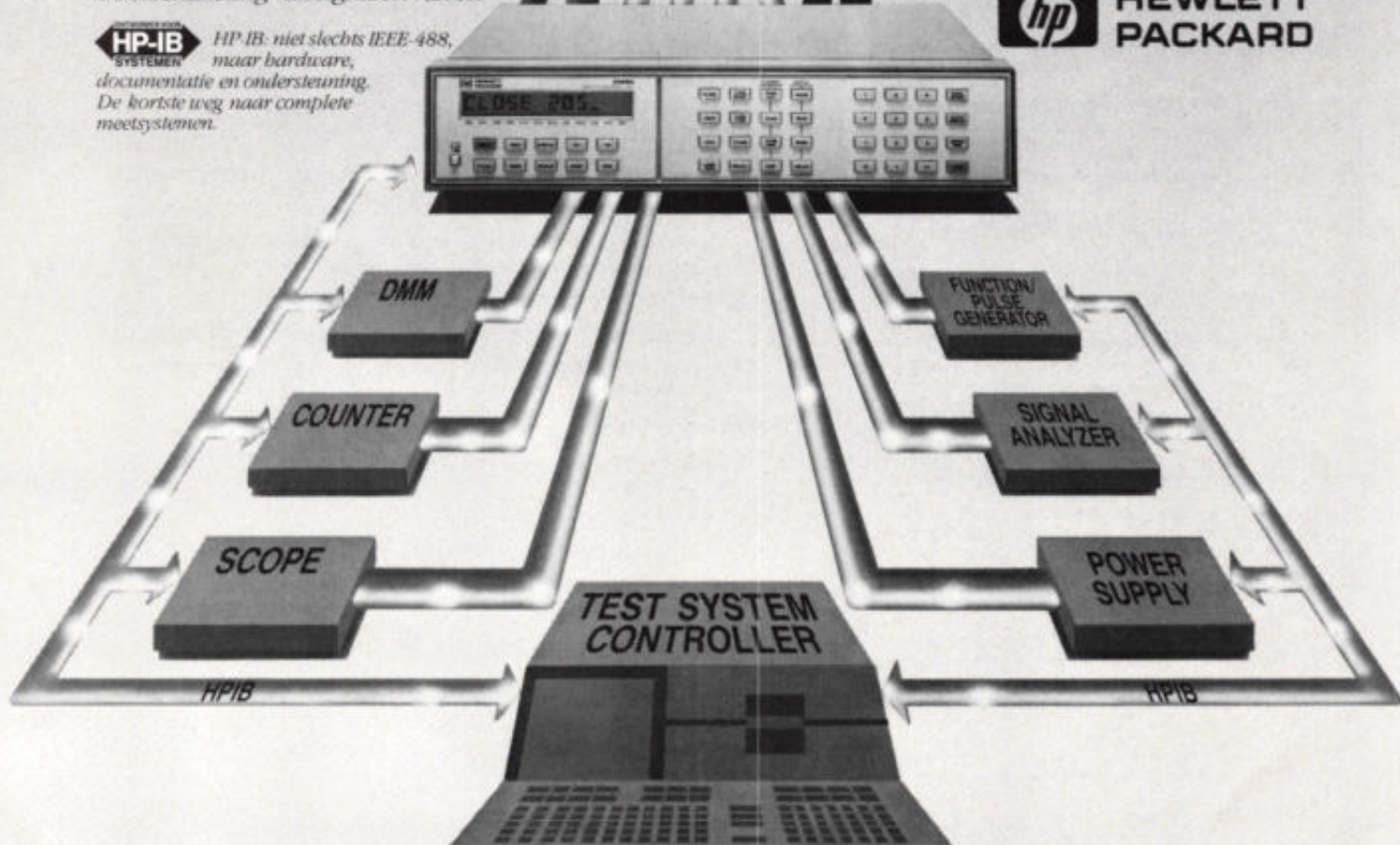
Bel naar Amstelveen 020-472021 (toestel 164) of Eindhoven 040-326883. U kunt ook een briefje sturen naar Antwoordnummer 57, 1180 VB Amstelveen.



HP-IB: niet slechts IEEE-488, maar hardware, documentatie en ondersteuning. De kortste weg naar complete meetsystemen.



HEWLETT
PACKARD



Personal Instrumentation van

nieuw

Interactive
State
Analyzer

ISA

- 16 tot 80 kanalen
- 15 trigger/store states
- 60 woordherkenners
- 4 K geheugen per kanaal
- geschikt voor elke microprocessor
- disassemblers leverbaar (prijzen vanaf f 14.700,- exkl. IBM-PC)

**BEL VOOR
BROCHURES:
076-71 01 44**



**North West
Instrument
Systems.**

nieuw

Interactive
Timing
Analyzer

ITA

- 16 kanalen
- 100 MHz, extern of intern
- 10 ns in linear of in transition mode
- 5 ns glitch-detectie
- multi trigger mogelijkheden
- crosslinks met ISA mogelijk
- zoomfaciliteit met tijduitlesing (prijzen vanaf f 20.450,- exkl. IBM-PC)

Ook in combinatie leverbaar (vanaf f 27.500,-).

Heerbaan 222
4817 NL Breda

Telefoon: 076 - 710144
Telex: 54953



V&N electronics bv

Industriepark 25, 2421 LE Nieuwkoop (Z.H.)
Telefoon 01725-9312
Bank: Rabobank Nieuwkoop, rek. nr. 34.64.20.679

UW TOELEVERANCIER VOOR PRINTPLATEN (P.C.B.'s)

vanaf enkelzijdig tot multi-layer in elke gewenste uitvoering.

- | | | |
|----------------------------------|-----------|---|
| • Prototype's printplaten | levertijd | : vanaf 1 week |
| | aantal | : 1 t/m 20 |
| | prijs | : zeer reëel gecalculeerd |
| • Serie printplaten | levertijd | : 2 t/m 8 weken |
| | aantal | : 20 t/m 100 |
| | prijs | : gerelateerd o.a. aan de levertijd |
| • Serie printplaten | levertijd | : vanaf 9 weken |
| | aantal | : 100 t/m onbeperkt |
| | prijs | : behorende tot de scherpste in West-Europa |

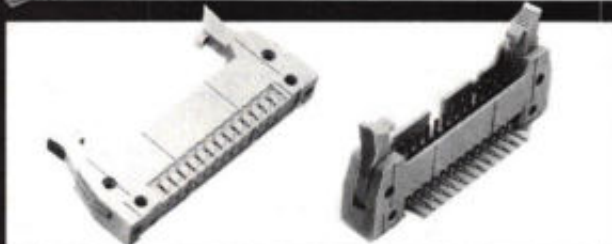
De serie printplaten zijn voor 100% elektrisch getest, uiteraard ook meerdere malen optisch gecontroleerd tijdens het productieproces.

Wilt U meer informatie, bel of schrijf ons.

Industriepark 25, 2421 LE Nieuwkoop (Z.H.), Tel. 01725-9312

ABSOLUTE UITWISSELBAARHEID CONFORM MIL SPEC C 83 503.

Kompleet gamma vlakkabel-konnektoren uit voorraad.



HARTING biedt een goed economisch alternatief voor uw vlakkabel-verbindingen, combineerbaar met andere genormaliseerde systemen, die beantwoorden aan de gangbare industriënormen.

Het HARTING vlakkabel-gamma is niet alleen bijzonder betrouwbaar, maar, dankzij zijn vooruitstrevende technologie, uitstekende kwaliteit en eenvoudige installatie, ook nog kostenbesparend. Zo vereenvoudigt de voorgemonteerde socket de montage, waardoor u bekabelingstijd en kosten uitspaart. De geribde brug, op haar beurt, laat een korrekte voorcentrerung van de vlakkabel toe.

De trekcontastingsbeugel is voorzien van metalen clips; hierdoor blijft de grootste betrouwbaarheid gewaarborgd, ook bij sterke trillingen of een ruwe behandeling.

De HARTING Header wordt stootvrij beschermd door vier zijwanden en garandeert een gepolariseerd pluggen van de socket.

De soldeerbaarheid wordt veilig gesteld door het galvanisch vertinnen van de aansluitzijde, terwijl het selectieve vergulden van de contactzone de kostprijs gevoelig drukt.

Een geavanceerd ontwerp van het contact tussen kabel en konektor zorgt dan weer voor optimale kabeldruk en een gasdichte verbinding. Er is een gamma beschikbaar van 10 tot 64 contacten, DIP en PCB, samen met de aangepaste werktuigen.

Catalogi kunt u verkrijgen op onderstaande adressen.

Zowel de vlakkabel als de voorgemonteerde kabel zijn uit voorraad beschikbaar.



Ik zou graag vrijblijvend meer te weten komen over uw ☐ vlakkabel-gamma

Bovendien ben ik ook geïnteresseerd in: ☐ DIN 41612 / 41617 ☐ SUB MIN D ☐ Industriële konnektoren
☐ Modulaire konnektoren ☐ Fiber optic systemen ☐ Elektromagneten

Naam

Firma

Adres

Tel.:



HARTING ELEKTRONIK BENELUX

België: Industrieterrein Doornveld, Schapenbaan,
1730 Relegem / Asse. Tel.: 02 / 465.42.40. Telex: 64573.

Nederland: Mon Plaisir 89 d, Industrieterrein Vosdonk,
4879 AM Etten-Leur. Tel.: 01608-35400 (3 l.) 35408 (1 l.). Telex: 54 754.



EMC, een storend ideaal ?

Roetuitstotende fabrieksschoorstenen, giflozende rioolpijpen, de uitlaatgassen van miljoenen verbrandingsmotoren: zomaar een paar willekeurige voorbeelden van de langzaam maar zeker gegroeide milieuproblematiek. Symptomen van de industriële revolutie die eigenlijk pas laat de publieke opinie mobiliseerden. Inmiddels is er een voor de burger vrijwel onoverzienbaar stelsel van regelingen, voorschriften en wetten ontstaan, die onderling per land (uiteraard en helaas) vaak zeer verschillen. Het uiteindelijk resultaat van de naleving van alle regels beoogt te zijn: een milieu dat geen bedreiging vormt voor „al wat leeft”. Nu kan Het Grote Milieu-probleem, hoe belangrijk ook, voor dit blad hooguit een onderwerp vormen voorzover het raakvlakken heeft met de elektronica. In dit nummer willen we graag de aandacht vragen voor een wat kleiner probleem, en wel dat van het (onzichtbare en reukloze) elektromagnetisch milieu. Ontwikkeling en aanpak van beide milieuproblemen vertonen interessante parallellen.

Ook het probleem van het EM-milieu is langzaam ontstaan, eigenlijk vanaf het moment dat de eerste dynamo's begonnen te draaien en labiele netspanningen produceerden die de toen zojuist uitgevonden gloeilampen soms deden knipperen. Van de „ethervervuiling” door de vonkenregens van de koolborstels van het groeiend aantal elektromotoren in industrie en huishoudens, had nog niemand last. En toen deed de radio zijn intrede, waarna al spoedig aan het licht kwam dat het begrip „ontvanger” hier nogal relatief is: elk radioapparaat dat was uitgedacht om radiogolven van ver verwijderde zenders te ontvangen, bleek ook als stoorzender te kunnen fungeren voor andere ontvangers in de directe omgeving. Met het toenemend aantal gebruikers van het EM-milieu steeg ook het aantal vervuilers d.w.z. het aantal apparaten dat ongewenste frequenties opwekte. Al vroeg kwamen daarom internationale afspraken van de grond waarin werd vastgelegd welke frequentiebanden voor welke doeleinden werden gereserveerd en wie op welke frequentie „de ether in” mocht. Alle zenders en ontvangers werden in hun eigen afgebakende vakje van het spectrum gezet. Om die afbakening effectief te maken kwamen er ook aanbevelingen betreffende, bijvoorbeeld, de frequentiestabiliteit van zenders. Over

allerlei storingen in de ontvanger (telegrafiefliutjes, kruismodulatie, netbrommodulatie...) verschenen al in de jaren dertig gedetailleerde verhandelingen in de vakliteratuur. Sindsdien is de elektrificatie en elektronificatie van de samenleving duizelingwekkend voortgeschreden. Niet meer alleen de radio en wat later de televisie, maar ook legio andere toepassingen vormen nu het grote terrein van de elektronica. Miljoenen vonkende schakelaars en elektromotoren, de harmonischen van triac- en thyristorregelingen en schakelende voedingen, en de gewenste en ongewenste hoogfrequent-emissie van talloze apparaten bedreigen een ongestoorde werking van bijna alle elektronica, van zakradiootje tot computersysteem.

KLEINE DINGEN

Het ontbreken van ongewenste wederzijdse beïnvloeding van elektrische en/of elektronische systemen wordt samengevat met het begrip Elektromagnetische Compatibiliteit (EMC). Wellicht voor het eerst, duikt deze term op als naam van een werkgroep, ingesteld door het Amerikaanse ministerie van defensie, halverwege de jaren vijftig. Zeker is dat het begrip EMC reeds in 1959 voorkomt in de IEEE-literatuur. EMC groeide sindsdien uit tot een belangrijk vakgebied, inclusief eigen IEEE Transactions en Symposia. Wie echter denkt dat EMC-problemen nu tot het verleden behoren, is helaas te optimistisch. In tegendeel, de problematiek heeft een zodanige omvang dat het op z'n minst vreemd is dat hierop soms nog een soort taboe schijnt te rusten. Vele ontwerpers beschouwen EMC nog als een storend ideaal. Liever praten ze er niet over totdat hun al gerealiseerde systeem in de praktijk EMC-problemen blijkt op te leveren, in welk geval vaak alleen dure modificaties achteraf een (soms slechts gedeeltelijke) oplossing kunnen bieden. Te veel nog zijn EMC-specialisten roependen in de woestijn en wordt hun rol meer gezien als die van symptoombestrijders dan als die van aandragers van fundamentele inzichten die thuishoren in het ontwerpstadium. Terwijl het juist hier dikwijls de kleine dingen zijn die het doen! Een aantal van die kleine dingen komen in de verschillende artikelen van dit nummer aan de orde. Bij het lezen hiervan moet men wel steeds beseffen dat het bereiken van EMC niet slechts een kwestie is van het in praktijk brengen van zomaar een paar vuistregels of kunstgrepen. Per geval moet elke maatregel onderdeel zijn van een systematische benadering.

Uiteraard is met dit themanummer lang niet alles over EMC gezegd. Wel hopen we dat het elektronici aan het denken zet en zo, met een knipoog naar de micro-elektronica, zal bijdragen tot het maken van kleine dingen die het doen. Niet storend en ongestoord.

Technische toepassingen van beeldbewerking

De studievereniging van de Afdeling der Technische Natuurkunde van de Technische Hogeschool Delft, de „Vereniging voor Technische Physica“, organiseert op 16 april 1984 een symposium met als titel: „Technische toepassingen van beeldbewerking“.

Het symposium zal zijn gericht op het gebruik van computers bij het omzetten van foto's in digitale beelden en het bewerken hiervan. Een aantal sprekers zal op deze dag de verschillende toepassingsmogelijkheden belichten; zo zal prof.dr. J.S. Ploem, verbonden aan de faculteit der Geneeskunde van de Rijksuniversiteit Leiden ingaan op het gebruik van computers bij het bewerken van foto's in de diagnostiek van kankercellen. Dr. N.J. Zimmerman, verbonden aan de Afdeling der Technische Natuurkunde TH Delft, behandelt het gebruik van camera's, gekoppeld aan robots, om voorwerpen te herkennen bij het assembleren.

R. le Gué zal een inleiding houden over het gebruik van de computer als beeldend medium zoals dat onder meer is toegepast bij het ontwerp van de postzegel met beeltenis van Koningin Beatrix. De kosten voor deelname aan het symposium dat gehouden wordt in de Aula van de TH Delft, Mekelweg 1, bedragen f 75 inclusief lunch, consumpties en aperitief. Deelnemersbijdrage voor studenten is f 20. Aanmelding dient te geschieden voor 1 april 1984 door overmaking van het verschuldigde bedrag op girorekening 67699 ten name van VvTP, Lorentzweg 1, Delft, onder vermelding van symposium en naam van deelnemer(s).

Bedrijvendag Technische Hogeschool Delft

Het Transferpunt van de Technische Hogeschool Delft stelt zich als doel het midden- en kleinbedrijf in Nederland op directe en concrete wijze toegang te verschaffen tot de mogelijkheden die de TH Delft biedt op het terrein van de technologische dienstverlening.

Daarom wordt op 5 april van 9.00 tot 18.00 uur in de Aula van de TH

Delft een ontmoeting georganiseerd tussen de belangstellende vertegenwoordigers van het bedrijfsleven en de afdelingen van de Multidisciplinaire Centra van de TH. Deze afdelingen en centra zullen in een aantal stands toepasbare resultaten van hun onderzoek tonen, niet alleen op puur technisch gebied, maar ook ten aanzien van bedrijfskunde, veiligheidskunde en informatica. Ook zullen vertegenwoordigers van de Rijksuniversiteit Leiden, de Erasmus Universiteit Rotterdam en het Interuniversitair Instituut Bedrijfskunde met een informatiestand aanwezig zijn. Tijdens de morgenuren zal ook een

Informatica symposium

Op 16 en 17 april 1984 wordt door het Nederlands Genootschap voor Informatica en de Stichting Informatica Onderzoek Nederland een tweedaags symposium gehouden, waarin de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van de informatica aan de orde zullen komen. Ervaringsuitwisseling tussen wetenschappers en praktijkmensen staat voorop. Als zodanig is het congres van belang voor eenieder die zich bezighoudt met toepassingen op informatiegebied en met wetenschappelijk onderzoek.

De inleidingen zijn verdeeld over plenaire sessies en parallelsessies. De plenaire bijeenkomsten worden verzorgd door speciaal daarvoor uitgenodigde sprekers uit binnen- en buitenland. De sprekers van de parallelsessies zijn aangezocht door de (secties van) het NGI

en de werkgemeenschappen van SION.

Het symposium vindt plaats op 16 en 17 april in de conferentiezalen van het Marriott Hotel in Amsterdam. De deelnamekosten zijn voor NGI- en SION-leden f 110, voor niet-leden f 175 en voor studenten f 75.

Inf.: Nederlands Genootschap voor Informatica, Paulus Potterstraat 40, 1071 DB Amsterdam (020) 728222.

Mijlpaal in VHSIC programma

Motorola heeft laten weten dat in het VHSIC- (very high speed integrated circuit) programma een nieuwe mijlpaal is bereikt met de productie van 4 „four port“ geheugenchips.

Deze geheugenchips zijn zo ontworpen dat ze twee onafhankelijke adressen kunnen lezen en vervolgens in twee andere onafhankelijke adressen kunnen schrijven gedurende elke cyclus bij een klokfrequentie tot 25 MHz.

Het geheugen is georganiseerd als 1024 4-bit woorden waarbij gebruik gemaakt is van Motorola's 1,25 µm VHSIC HCMOS technologie. Zo'n 60.000 transistoren liggen dicht op een gepakt op een chipoppervlakte van 290 x 313 mil.

Naast TRW en Sperry is Motorola één van de teams in het VHSIC Phase I programma die worden gesponsord door het US Naval Electronic Systems Command.

ANA

op de praktijk geënte en gerichte lezingencyclus plaatsvinden, met als thema: „Achterstand in technologie, of moeizaam ondernemersklimaat?“.

Gedurende de gehele dag is er de gelegenheid om met de standhouders van gedachten te wisselen om in samenwerking oplossingen te vinden voor eventuele bedrijfsproblemen of aanstaande bedrijfsontwikkelingen.

Inf.: Transferpunt Technische Hogeschool Delft, Julianalaan 134, Delft (015) 783767.

Agenda april

2...3 Kopenhagen Unix seminar 1984

Euromicro symposium
Inf.: Euromicro, TH Twente, afd. INF, kamer A306, postbus 217, 7500 AE Enschede.

2...4 New York Speech Tech '84

Tentoonstelling en conferentie spraaksynthese en -herkenning.
Inf.: Media Dimensions Inc., 525 East 82nd Street, New York, NY 10028, VS (212) 680-6451.

3...5 Brighton Computer Aided Design Exhibition and Conference

Inf.: Reed Exhibitions, Surrey House, 1 Throwley Way, Sutton, Surrey SM1 4QQ, tel.: 01/6438040, tx.: 946564.

3...5 Londen Circuit Technology Exhibition

Inf.: Slaughter Steadman, 79 High Street, Tunbridge Wells, Kent TN1 1XZ, tel.: (0892) 39664.

4...11 Hannover Hannover Messe '84

Inf.: Deutsche Messe- und Ausstellungs-AG, Messegelände, 3000 Hannover 82, tel.: 0511/891, tx.: 922728.

5 Delft Bedrijvendag THD

Inf.: Transferpunt Technische Hogeschool Delft, Julianalaan 134, Delft (015) 783767.

5...8 Hongkong Instrumentex '84

Tentoonstelling voor elektronica en meettechniek.
Inf.: Industrial and Trade Fairs Ltd., Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West-Midlands B91 2BG, VK, tel.: 021/7056707.

5...12 Beijing Internecon China

Beurs voor halfgeleiders en elektronica productie.
Inf.: Cahners Exposition Group, Suite 1301, 13th floor, Shaw Centre, 1 Scott Road, Singapore 0922, tel.: 2359145, tx.: 39200.

6...15 Genève

Int. beurs voor uitvindingen en nieuwe technieken
Inf.: Promex SA, 8 Rue du 31-Décembre, 1207

Genève, Zwitserland, tel.: (022) 365949, tx.: 28808.

10...13 Hamburg Intermag '84

Int. conferentie magnetisme.
Inf.: Prof. Walter E. Proebster, IBM Deutschland GmbH, 7030 Böblingen, BRD.

16 Delft Symposium Technische Toepassingen van Beeldbewerking

Inf.: Technische Hogeschool Delft, Vereniging voor Technische Physica, Lorentzweg 1, Delft.

18...23 Amsterdam Energie/Zon en Wind

Beurs voor energievoorziening en -bewaking, int. vakbeurs voor opwekking en gebruik van zonne- en windenergie.
Inf.: Adviesbureau voor Communicatie BV, H.J. van Heekplein 55/307, 7511 HN Enschede (053) 302050.

30...3/5 Londen IDE

Tentoonstelling voor industriële ontwikkeling.
Inf.: Andry Montgomery Exhibitions Ltd., 11 Manchester Square, Londen W1M 5AB, VK.

Zakennieuws

Avio Diepen heeft de exclusieve vertegenwoordiging verworven van *RFI Shielding Ltd.* Deze Engelse fabriek is gespecialiseerd in het ontwerpen en produceren van afschermingsmaterialen tegen elektromagnetische storingen. Het RFI-programma strekt zich uit van metaalgeïmpregneerde rubberen pakkingen tot afgeschermd vensters en ventilatie-openingen.

Intl.: Avio Diepen BV, Vliegveld Ypenburg, 2280 HZ Rijswijk (070) 400761.

Cispr Electronics heeft zich onlangs gevestigd als importeur van elektronische en elektrotechnische producten.

Men heeft de vertegenwoordiging verworven van *Rasmi Electronics Ltd.* (Groot-Brittannië), specialist op het gebied van RFI-onderdrukking. Naast standaardcomponenten voor radiostoringsonderdrukking worden producten op klanten-specificatie vervaardigd. Ook bestaat de mogelijkheid speciale filters te ontwikkelen indien de toepassing dit vereist.

Optimale resultaten worden bereikt door het te ontstoren apparaat te testen met gebruikmaking van specifieke RFI-meetapparatuur. Samen met de fabrikant worden deze metingen uitgevoerd. De stoornisniveaus voor en na onderdrukking worden in een rapport vastgelegd en ter beschikking gesteld van de afnemer. Een en ander vindt plaats conform de EEG richtlijnen 76/889 en 76/890.

Verder brengt Cispr van Mors (Frankrijk) de TEC relais, waaronder miniatur-, print-, industriële-, functie- en professionele uitvoeringen; AC-DC en DC-AC noodstroomvoedingen en elektromagnetische.

Intl.: Cispr Electronics, Maeterlinckdreef 18, 3146 BL Maassluis (01899) 22722.

PATO-cursus elektromagnetische compatibiliteit

Onder auspiciën van het Orgaan voor Postacademisch Onderwijs in de Technische Wetenschappen (PATO) wordt op het gebied van Elektromagnetische Compatibiliteit (EMC) een vijfdaagse cursus georganiseerd aan de Technische Hogeschool Eindhoven. De cursus is gesplitst in twee gedeeltes; het eerste gedeelte wordt gegeven op 14, 15 en 16 november, het tweede op 22 en 23 november 1984.

De toename van de dichtheid en complexiteit van elektrische en elektronische systemen maakt de kans op ongewenste wederzijdse beïnvloeding zo groot dat preventie hiervan noodzakelijk is. Dit laatste zowel in het ontwerp stadium van het systeem als bij de definitieve vormgeving, de installatie en het gebruik. Het vakgebied Elektromagnetische Compatibiliteit bestu-

EMC-symposium

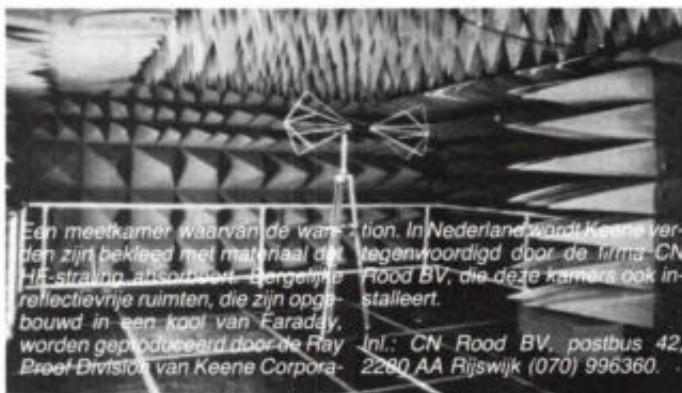
De internationale EMC Community organiseert op 5...7 maart 1985 te Zürich het zesde EMC-symposium. De vorige symposia werden achtereenvolgens gehouden in Montreux ('75 en '77), Rotterdam ('79) en in Zürich ('81 en '83).

Met het groeiende gebruik van elektrische en elektronische apparaten stijgt ook de noodzaak om aan de EMC-problematiek het hoofd te kunnen bieden. EMC kan nu dan ook als een apart vakgebied worden aangemerkt.

Tijdens het aangekondigde symposium komen zowel klassieke onderwerpen aan de orde zoals sto-

ring door bliksem en nucleaire magnetische pulsen, meettechnieken enz., als speciale onderwerpen zoals biologische effecten en maatregelen tegen EMI in communicatiesystemen.

Intl.: EMC symposium & exhibition, ETH Zentrum-IKT, 8092 Zürich, Zwitserland.



Een meetkamer waarvan de wanden zijn bekleed met materiaal dat HF-straling absorbeert. Bepaalde reflectievrije ruimten, die zijn opgebouwd in een kool van Faraday, worden geproduceerd door de Ray Proof Division van Keene Corpora-

tion. In Nederland wordt Keene vertegenwoordigd door de firma CN Rood BV, die deze kamers ook installeert.

Intl.: CN Rood BV, postbus 42, 2280 AA Rijswijk (070) 996360.

EMI/EMC-activiteiten bij Koning en Hartman

Sinds kort is Koning en Hartman actief in het geven van adviezen aan bedrijven met EMI/EMC-problemen. Ook voert men in opdracht van klanten die niet beschikken over eigen testfaciliteiten EMI/EMC-metingen uit. Daarnaast beschikt de firma binnenkort binnen het bedrijf over een eigen test-opstelling met een afgeschermd meetruimte. Ir. G.A. van der Pijl zal de klanten adviseren bij de aanschaf van meetapparatuur, kan

metingen verrichten bij de klant, zal EMI/EMC-testen in huis coördineren en uitvoeren, kan adviseren bij het „EMI-proof“ maken van apparatuur enz. Guus van der Pijl heeft zijn ervaring opgedaan in een soortgelijke functie bij TNO.

De instrumenten uit het Koning en Hartman programma kunnen volgens de internationale normen – CISPR, VDE, FCC en MIL-specs – worden gebruikt voor het bepalen van de uitstraling en susceptibiliteit van apparatuur. Enkele voorbeelden uit het EMI/EMC-instrumentenprogramma zijn de ontvangers van **Watkins Johnson**, **Chase of Schwarzbeck**, spectrumanalyseapparaten van **Takeda Riken** of **Marconi**, gekalibreerde antennes van **EMCO**, **Watkins Johnson** of **Ara**, HF vermogensversterkers van **ENI** en netspanningsbewakingsapparatuur van **Cole**.

Intl.: Koning en Hartman Elektrotechniek BV, postbus 43220, 2504 AE Den Haag (070) 210101, tst. 147.

lieu, overspraak, analysemethode, stoornisproblemen, emissie van en susceptibiliteit voor stoorsignalen, aarding en afscherming, storingonderdrukkende technieken en ontwerpcriteria van systemen.

Intl.: PATO-Bureau, postbus 30424, 2500 GK 's Gravenhage (070) 644957.

AFGESCHERMEDE FILTERS

Voor het ontstoren van monitoren, kleine en middelgrote datasystemen, bureaumachines, elektronische weegschalen en elektrische apparaten met een stroomverbruik tot 6 A brengt **Siemens** een filter (B84104) op de markt, waarbij de aluminium behuizing het filter volledig afschermt. Bovendien is in het filter gebruikt gemaakt van afgeschermd leidingen waardoor in het hoogste frequentiegebied nog een extra demping wordt verkregen.

Deze filters kunnen direct worden gemonteerd op een plaats waar de netleiding binnenkomt en met behulp van een genormde stekker (IEC 320) kan het apparaat worden aangesloten. Het filter is met drie verschillende dempingskarakteristieken leverbaar, waarbij de inbouw lengte ligt tussen 51 en 76 mm. De uitgang van het filter is voorzien van 6,3 x 0,8 AMP vlakstekers.

Intl.: Siemens Nederland NV, postbus 16068, 2500 BB Den Haag (070) 782782.

TEGEN EMI BEVEILIGDE CONNECTOREN

ITT Canon gaat het EMI-probleem te lijf met o.a. connectoren waarin EMI-filters zijn ingebouwd. Het leveringsprogramma van deze connectorserie is zeer uitgebreid: contactaantallen 9 t/m 37, diverse aansluitmogelijkheden en een ruime keuze in filtereigenschappen.

Verder voert ITT Canon in haar programma een EMI-veilige kap ten einde verbindingkabels af te schermen tegen EMI. Deze van ABS polymeer samengestelde kap is in 3 maten te verkrijgen, nl. voor de 15-, de 25- en de 37-pens D-sub miniaturconnectoren.

Intl.: Avio Diepen BV, Vliegveld Ypenburg, 2280 HZ Rijswijk (070) 400922.

FILTERCONNECTOREN

Souriau produceert een uitgebreide serie ronde en rechthoekige connectoren met ingebouwde filters waarmee EMI/RFI wordt onderdrukt. Deze connectoren zijn verwisselbaar met standaard connectoren.

Intl.: SEB Souriau, postbus 174, 2900 AD Capelle a/d IJssel (010) 5121322.



KRP POWER SOURCE

25 WATT MODULAIRE VOEDING

Het blauwe wonder!

KRP Power Source levert nu naast de standaard series een nieuwe serie 25 Watt modulaire voedingen in een opvallende blauwe behuizing.

De PSPM serie is een primair geschakelde voeding met een vermogen van 25 Watt in een zeer kleine behuizing van 89 x 64 x 32 mm.

De unieke veiligheidsklasse 2 constructie geeft een isolatiespanning van 3750 Veff, minimale kruipwegen van 9 mm en een lekstroom kleiner dan 5 microampère.

Hierdoor voldoen deze units aan de meest belangrijke veiligheidseisen volgens: VDE, UL, CSA, IEC, BPO, KEMA, CEE en ECMA-normen.

Door toepassing van een interne afscherming van het schakelcircuit en RFI ingangsfILTER voldoet de PSPM serie aan de EMI/RFI normen volgens VDE0871, level B.

Zoals U ziet heeft de PSPM serie specificaties die er zijn mogen en mede dankzij de zeer scherpe prijs zal dit resulteren in een "world-wide" gebruik. Zorg dat U daarbij hoort. Voor meer informatie betreffende de PSPM serie:



De PSPM serie heeft de volgende uitstekende specificaties:

Ingangsspanning	: 220 VAC - 15%/+10%.
Uitgangsspanning	: 5 V, 12 V of 24 V.
Vermogen	: 25 Watt.
Line/load regulatie	: 0,1%.
Temperatuur coëfficiënt	: 0,01%/°C.
Rimpel en ruis	: 50 mV pk-pk.
I/O isolatie	: min. 3750 VAC.
Kruipwegen	: min. 9 mm.
I/O capaciteit	: 40 pF.
Lekstroom	: 4 microampère.
Hold-up tijd	: min. 20 msec.
Power foldback kortsluitbeveiliging.	
Rendement	: min 80%.
Temperatuur stijging van de behuizing	: 20 °C.
Derating	: 4%/°C van +60°C tot +70°C omgeving.



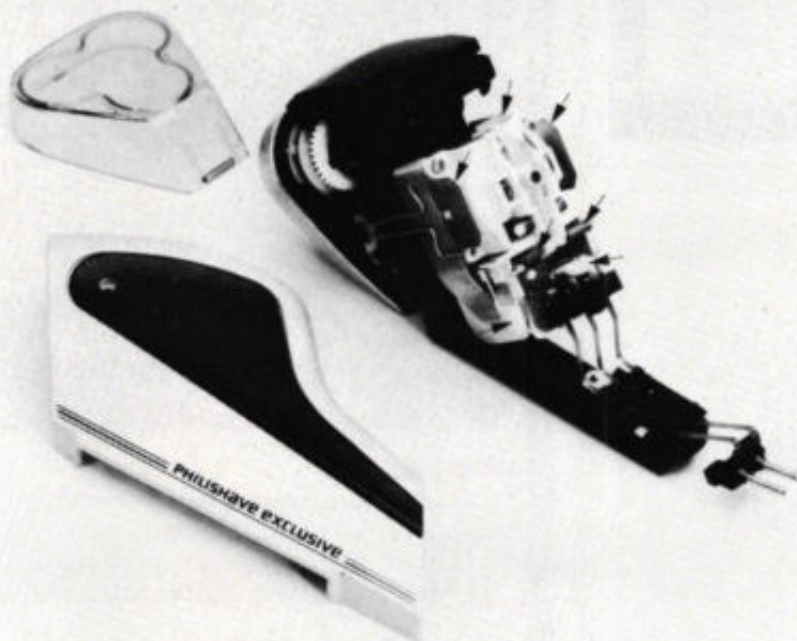
PROFESSIELE ELECTRONISCHE COMPONENTEN, MEETAPPARATUUR EN VOEDINGEN

KLAASING ELECTRONICS B.V.

BENELUXWEG 27, 4904 SJ OOSTERHOUT, HOLLAND, TEL.: 01620 - 51400, TELEX 54598

EMC en Industrie

Deze verhandeling over Elektro-Magnetische Compatibiliteit (EMC), ofwel de verenigbaarheid van elektrische en elektronische systemen, zal uit twee hoofddelen bestaan. In het eerste deel ligt het accent op EMC-aspecten die de industrie tegenkomt bij het op de markt brengen van haar elektrische en elektronische produkten. Het tweede deel is meer technisch van aard en toont aan de hand van enkele voorbeelden aan dat het verkrijgen van EMC niet – zoals nog veel wordt gedacht – het privilege is van een of andere (wellicht begaafde) magiër, maar het gevolg is van een weldoordacht ontwerp. Geconstateerd moet worden dat er dringende noodzaak bestaat om op alle onderwijsniveaus in elektronica en elektrotechniek EMC-zaken te integreren.



Afb. 2. Elektrische apparaten die in de hand worden gehouden vereisen bijzondere ontstoormaatregelen. Deze zijn bij het hier getoonde scheerapparaat met pijltjes aangegeven.

Een verhandeling over EMC zou niet nodig zijn als er geen interferentie-problemen waren, vandaar dat daarmee wordt begonnen. Vervolgens wordt een definitie van EMC besproken en worden enkele wensen samengevat van de industrie ten aanzien van het opstellen van EMC-specificaties.

Ter illustratie volgt daarna een voorbeeld van een EMC-probleem dat voornamelijk was ontstaan door onjuist gebruik van signaalkabels. Een afzonderlijke paragraaf is gewijd aan enige theoretische achtergronden die het oplossen van dergelijke proble-

men mogelijk maken. Tenslotte wordt de noodzaak benadrukt om EMC-zaken reeds in de ontwerpfase van een systeem mee te nemen. Hierbij komt de stoorgevoeligheid van halfgeleiderschakelingen aan de orde en wordt het belang van het hanteren van goede uitgangspunten geïllustreerd door een problematisch printontwerp.

HET EMI-PROBLEEM

Een Elektromagnetisch Interferentieprobleem (EMI-probleem), dus een stoormaprobleem doordat systemen niet elektromag-

netisch verenigbaar („niet EMC”) zijn, bestaat minimaal uit drie delen: een *stoorbron*, een *gestoord systeem* en een *koppelweg* daartussen, zie fig. 1. Natuurlijk kan zo'n probleem in de praktijk uitgebreider zijn: een aantal stoorbronnen die op één systeem inwerken, één enkele stoorbron die een aantal systemen stoort, enz. Bovendien is een veelheid van koppelwegen mogelijk.

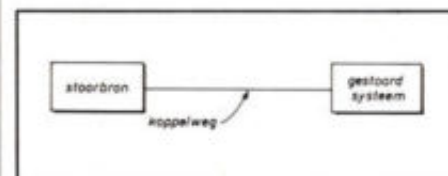


Fig. 1. Een EMI-probleem is drieledig en omvat een stoorbron, een gestoord systeem en een koppelweg daartussen.

Een triviale conclusie is dan dat het probleem is opgelost als één van de drie deelstukken er niet is. Dit suggereert dat men zich op één enkel deelstuk zou kunnen concentreren. Meestal levert deze aanpak alleen in bijzondere gevallen een oplossing. In het algemeen moet, zeker wegens kosten en aansprakelijkheidsaspecten, een EMI-probleem steeds op alle drie fronten tegelijk worden aangepakt. Dit laatste niet alleen in technische zin, maar ook wanneer het gaat om het opstellen van (wettelijke) voorschriften. Om tot EMC te komen, dus tot een „ongestoord leven”, moeten eisen worden gesteld aan de grootte van stoorbronnen, de immuniteit van storingsgevoelige systemen en de invloed van koppelwegen.

De grootte van de stoorbron is niet altijd beïnvloedbaar. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer de stoorbron een zender is (omroep, oproep, radioamateur, e.d.). Een voorbeeldje: Een aantal jaren geleden werd in IJsselstein de wolwas kookwas wanneer de kortegolfzenders in de lucht kwamen en men de was deed met een wasmachine met elektronische temperatuurregeling. Men kan dan moeilijk eisen dat de Wereldomroep haar uitzendingen staakt tot de was aan de lijn hangt. Dit probleem kon worden opgelost door de storingsgevoeligheid van de wasmachine te verminderen.

Het voorbeeld geeft ook een probleemgebied aan, namelijk de introductie van elektronica in omgevingen die „van huis uit” niet-elektronisch zijn georiënteerd, in dit geval de wasmachinefabriek. De in de elektrotechnische omgeving werkende ontwerper van de genoemde temperatuurregeling had niet het flauwste vermoeden dat het zenderveld dat ontoelaatbare effect zou kunnen veroorzaken. Had hij dat wel gehad, dan was zeker dat ene condensator-tortje aangebracht, nodig om het probleem te voorkomen.

De storingsgevoeligheid van een systeem is, in zekere zin, een onbekende grootheid,

**Kwaliteit
service
+
Manudax**



VME boards uit voorraad van Manudax.

De internationale 16/32 bits bus standaard.

Dankzij de gestandaardiseerde VME-bus begint de standaardisatie binnen de elektronica eindelijk gestalte te krijgen. De VME boards, op dubbel Euro-kaart formaat, zijn toepasbaar op apparatuur van een groot aantal verschillende merken. Manudax heeft een groot aantal VME boards op voorraad, zoals bijvoorbeeld:

- VME multiprocessor applicaties, meerdere 68000 CPU's op VME bus;
- VME grafische interface, 512x512 pixels, 8kleuren;
- VME analoog interface, 16 kanaals AD/DA, 12 bits;
- VME communicatie interface, 4 kanaals synchroom of asynchroom;
- VME beeldverwerkingssysteem, beeld aquisitie met CCD-camera 480x380 pixels met 64 grijswaarden.

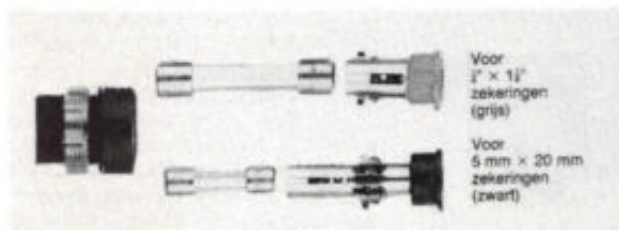
Uitvoerige informatie zenden wij u op aanvraag.



Manudax

Pb 25, 5473 ZG Heeswijk
(N.B.) Holland
Telefoon 04139 - 2901*
Telex 74610

BUSS - ZEKERHEID IN ZEKERINGEN



Een en dezelfde zekeringhouder voor twee maten zekeringen 6 x 32 mm ($\frac{1}{4}$ x 1 $\frac{1}{2}$) en 5 x 20 mm.

Voldoen aan IEC-265 VDE UL CSA SEMKO

Voor nog meer zekerheid:

postbus 85502
2508 CE DEN HAAG
tel. 070-469509
telex 31706

voor België:
Nenimij Belgium NV
Noorderlaan 133-Bus 17
Antwerpen
tel. 035-426250
telex 71421



technische handelmaatschappij
de buizerd electronics bv

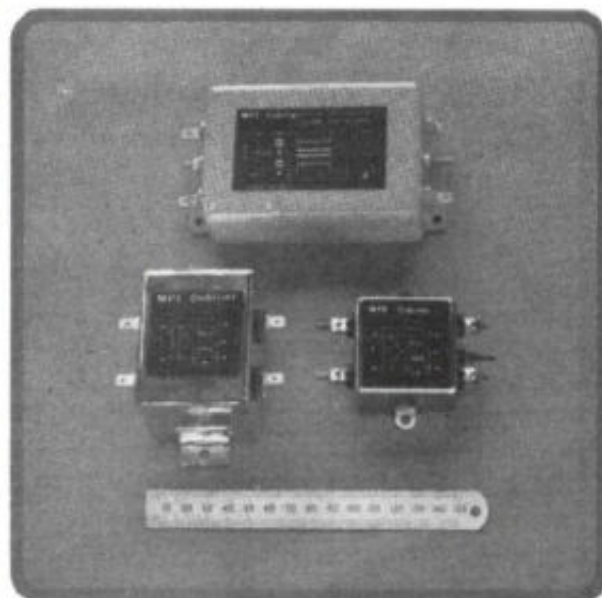
MPE

MODERN PRECISION ENGINEERS

High performance RFI/EMC en EMP filters
voor:

RFI - 150 KHz - 300 MHz

EMI - 10 KHz - 10 GHz



MPE-filters:

- * hoge onderdrukking in een brede band
- * groot temperatuursgebied
- * kleine afmetingen
- * hermetisch gesloten of ingegoten uitvoering

AC - netfilters: 2 - 300 Amp; 1 en 3 fasen

DC - filters: 28 VDC (150 VDC) - 550 Amp

Tevens fabriceert MPE lijnfilters in elke gewenste configuratie.

MPE voor: filters, condensatoren, suppressors, pulse forming networks, delay lines.

Voor meer informatie:



AURIEMA NEDERLAND B.V.

Doornakkersweg 26 5642 MP EINDHOVEN
Telefoon: 040-816565 Telex: 51992 auri nl

omdat men de vorm van alle voorkomende stoorsignalen van te voren niet kent. Men kan dus hoogstens testen met een (af te spreken) aantal stoorsignaal-vormen.

Tenslotte de koppelweg. Eigenlijk is deze grootte alleen bij professionele systemen in de hand te houden. Alleen daar mag men verwachten dat de EMC-voorschriften (bijvoorbeeld die met betrekking tot kabelkeuze, kabel-layout en -afmontage) op een verantwoorde wijze worden uitgevoerd. Even terzijde: de afmontage van kabels wordt in een bedrijf vaak overgelaten aan monteurs die wel iets geleerd hebben over het afmonteren van sterkstroomkabels doch bij signaal- en data-kabels niet méér weten dan „vast is vast”. Dat dan vast en zeker een storingsgevoelig systeem ontstaat (zie verder in dit artikel) is hen niet kwalijk te nemen.

DEFINITIE EMC

We zullen nu een voor veel toepassingen bruikbare definitie van EMC geven:

EMC is het vermogen van systemen om, met een afgesproken veiligheidsmarge, in een vooraf gegeven elektro-magnetisch milieu te kunnen functioneren, zonder degradatie als gevolg van interferenties.

De aspecten „zonder degradatie” en „afgesproken veiligheidsmarge” zullen nu wat verder worden uitgewerkt.

– „Zonder degradatie”

Dit aspect heeft twee facetten, namelijk:

1. *Limitering van de emissie van stoorsignalen.*
Het systeem mag het gegeven EM-milieu niet merkbaar beïnvloeden.
2. *Limitering van de stoorgevoeligheid.*
Het systeem mag als gevolg van dat gegeven EM-milieu niet degraderen.

In beide gevallen hebben we te maken met wettelijke limieten, bijvoorbeeld gesteld door de EEG [1] of de FCC [2], en/of wenselijke eisen, bijv. gesteld door de afnemer of de specifieke toepassing van het systeem. Zo geeft referentie [1] limieten voor de stoorsignalen die in het frequentiegebied 150 kHz ... 30 MHz in het 220V-net mogen worden geïnjecteerd. Afb. 2 laat zien hoe aan een scheerapparaat enkele condensatoren en spoelen moeten worden toegevoegd om door hun gezamenlijke filterwerking aan die limieten te kunnen voldoen. Opvallend is dat hier een over het apparaat gedistribueerd filter is toegepast en geen compact filter bij de net-aansluiting. De reden hiervoor is dat toepassing van het laatstgenoemde filter bij gebruik van het scheerapparaat zou worden overbrugd door de capacatieve koppeling met de hand en de rest van het lichaam van de gebruiker waardoor het filter niet effectief kan zijn. Bij het testen is daarom het gebruik van een zogenaamde kunsthand voorgeschreven [1].

Naast wettelijke eisen zijn er ook de zgn.

wenselijke eisen, streefwaarden die door de industrie zelf worden gesteld om servicekosten en „zelfgegeneerde” anti-reclame voor het produkt of de merknaam te voorkomen. Deze zijn vaak strenger dan wettelijke eisen [3] of internationale aanbevelingen [4], in het bijzonder wanneer het gaat om toepassingen van digitale elektronica in voor de consument bestemde apparaten. We geven hiervan twee voorbeelden:

– Voor een goede AM-ontvangst met een ferrereceptor-antenne is een veldsterkte van minimaal 1mV/m vereist, met een minimale signaal/interferentie-verhouding van 26 dB. Dit betekent dat ter plaatse van de ferrereceptor de sterkte van het stoorsignaal slechts 50 μ V/m mag bedragen. De huidige internationale aanbevelingen gaan op dit moment uit van 50 μ V/m op 30 m afstand. Er zullen echter weinig huiskamers zijn waarin de afstand tussen het digitale apparaat (waarin de scherpe klokpulsen of de display-elektronica de grootste stoorbronnen zijn) en de AM-radio minimaal 30 m is.

– In [1] worden limieten gesteld aan de grootte van de storing die ontstaat bij het schakelen van huishoudelijke apparaten (klik-storing). In deze wettelijke limieten, ter bescherming van radioverbindingen waaronder radio- en TV-ontvangst, is een subjectieve beoordeling van de storing door ons oor of oog verwerkt, terwijl deze emissie-limieten milder worden naarmate het aantal klikken per tijdeenheid afneemt. Als gevolg hiervan biedt het voldoen aan de limieten geen enkele garantie voor het ongestoord functioneren van een digitaal apparaat in de buurt van een huishoudelijk apparaat.

Fig. 3 toont een aantal resultaten van metingen van impulsstoringen (transiënten) op het 220V-net, overgenomen uit [5]. Weergegeven is de gemeten steilheid van transiënten als functie van hun maximale

Dit artikel is een bewerkte en enigszins verkorte versie van een artikel dat eerder onder gelijke titel verscheen in het Tijdschrift van het Nederlands Elektronica en Radiogenootschap, deel 48, nr.2, 1983, gepubliceerd naar aanleiding van een voordracht door de auteur tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG, de sectie Telecommunicatietechniek KIVI en de Benelux-sectie van het IEEE.

amplitude; voor verdere details zie [5]. Een „top-scorer” in deze grafiek is een koffiemolen (met seriemotor) die dicht bij het aansluitpunt transiënten met een $U_{\max} = 1000$ V kan genereren. Het laat zich al voorspellen: de secretaresse zet koffie en de tekstverwerker gaat in de fout.

– Afgesproken veiligheidsmarge

Het is een moeilijke zaak het in de praktijk voorkomende EM-milieu goed te specificeren (een meting geeft een momentopname op die ene meetplaats). Bovendien zijn de

Fig. 3. Grootte van de steilheid als functie van de overspanning van transiënten volgens [5].

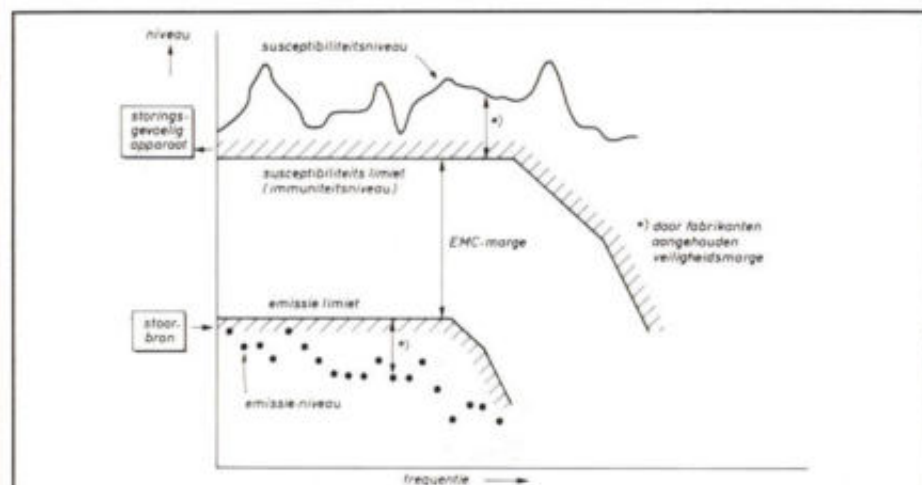
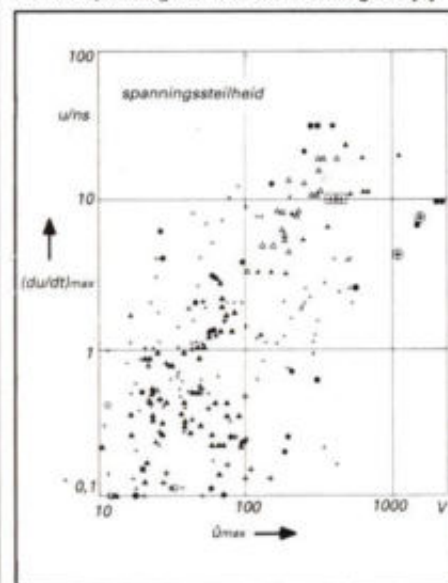


Fig. 4. Overzicht van EMC-limieten en marges.

testprocedures gebaseerd op gemiddelde parameters. Daarom moet in de praktijk een zekere veiligheids- of EMC-marge worden aangehouden, zie fig. 4, [6]. Daarnaast is er nog de marge die de fabrikant moet aanhouden bij het voldoen aan de gestelde limieten.

Fig. 4 geeft een voorbeeld van het niveau van een stoorgrootheid als functie van de frequentie. Er is daarbij verondersteld dat het hier gaat om slechts één stoorbron en één storingsgevoelig apparaat. Aangegeven zijn de limieten van emissie en stoorgevoeligheid die tussen fabrikant en gebruiker (kunnen) zijn overeengekomen, de werkelijke waarden van de volgens een afgesproken methode bepaalde emissie en stoorgevoeligheid, en de hierboven genoemde marges.

Enkele punten die een rol spelen bij het bepalen van de grootte van de marges zijn:

- *De toelaatbaarheid van een storing.*
Is de veiligheid in het geding, dan zal vaak een grote EMC-marge nodig zijn. In de industriële sfeer is het al vaak voorgekomen dat een onvoldoende marge er toe bijdroeg dat een robot een in de buurt staande persoon lichamelijk letsel toebrengt als gevolg van een transiënt op het 220V-net. Ook bij consumenten-apparaten moeten de marges soms heel groot zijn, zeker als aansprakelijkheid aan de orde kan komen. Denk bijvoorbeeld aan de microprocessor in een wasmachine die, indien gestoord, de watertoevoer permanent laat openstaan. Deze twee voorbeelden laten zien dat naast aandacht voor de EMC-marge, er ook aandacht moet zijn voor het „fail-safe“ ontwerpen van apparatuur.
- *De (initiele) kosten om een gestelde limiet te realiseren.*
Hiertoe behoren ook de testkosten om de limieten te verifiëren en de in de praktijk optredende spreiding der werkelijke waarden. Bij dit alles speelt de grootte van de productie-serie een belangrijke rol. Bij de wenselijke eisen (door de fabrikant zelf aangehouden) zijn ook die kosten belangrijk, die moeten worden gemaakt om een (te schatten) aantal klachten achteraf op te lossen. Stel een serie-grootte van 100 000 stuks en initiële kosten om een wenselijke eis te realiseren van f 2,50 per apparaat, dan vraagt dit een bedrag van f 250 000. Voor dit bedrag kan de service-afdeling echter een aardig aantal klachten gratis behandelen, dus zal naar een evenwicht moeten worden gezocht. Voorts moet men daarbij rekening houden met het niet-direct te kwantificeren goodwill-verlies, dat men als gevolg van het klachtenpatroon kan lijden.
De kosten van het testen zijn zeker niet te verwaarlozen. Vooral de wettelijk voorgeschreven stoor/emissie-metingen zijn vaak zeer tijdrovend, vereisen

speciale en vaak dure apparatuur en meetplaatsen, en lenen zich – strikt genomen – niet voor automatisering.

- *De acceptiekans bij een steekproef.*
In het geval van massaproductie moeten apparaten die op de markt worden gebracht zodanig aan de wettelijke voorgeschreven emissie-limieten voldoen dat tevens voldaan is aan de zgn. 80%/80% steekproef-eis. Dit omdat bij massaproductie niet elk apparaat kan worden beproefd. Genoemde eis houdt in dat bij een steekproef moet blijken dat 80% van de geproduceerde apparaten met een waarschijnlijkheid van 80% aan de gestelde limiet voldoet. Deze eis ter bescherming van de consument is voor de fabrikant erg streng, wil die fabrikant tenminste een zekere acceptiekans hebben. Voor details zij verwezen naar [7] en [8]. We volstaan hier met een getallenvoorbeeld.

Stel dat bij een zekere frequentie (n.b.: de limieten gelden voor hele frequentiegebieden, bijvoorbeeld 150 kHz ... 30 MHz) de emissielimiet L voor een stoorgrootheid (spanning, veldsterkte, enz.) 60 dB boven een zekere referentiewaarde ligt en dat vijf apparaten bij die frequentie worden gecontroleerd.

Stel dat wordt gemeten:

Apparaat nr.	1	2	3	4	5
meetwaarde (dB)	59	51	56	54	55

De eerste conclusie is: alle meetwaarden liggen beneden het toegestane maximum van 60 dB, wat goed is. De steekproef schrijft echter voor dat moet zijn voldaan aan

$$x_n + k_n \cdot s_n \leq L, \quad (1)$$

waarbij x_n het gemiddelde is van de n (in dB uitgedrukte) meetwaarden, s_n de bijbehorende standaarddeviatie (in dB), en k_n een door de statistiek voorgeschreven constante die a) van n afhangt, b) bepaald wordt door de aangenomen (!) statistische verdeling der meetwaarden van alle apparaten uit de massaproductie en c) de 80%/80%-regel.

Passen we vergelijking (1) toe op de vijf meetwaarden, dan volgt hieruit $x_5 = 55$ dB en $s_5 = 2,9$ dB, terwijl is gegeven $k_5 = 1,52$ (zie [1,8]) zodat:

$$x_5 + k_5 \cdot s_5 = 59,4 < 60. \quad (2)$$

Met dit resultaat voldoet men aan de eis. Stel echter dat de steekproefnemende instantie slechts de apparaten 1 t/m 3 had beproefd; in dat geval zou zijn gevonden:

$$x_3 + k_3 \cdot s_3 = 55,3 + 2,04 \times 4,0 = 63,5 > L = 60, \quad (3)$$

zodat niet aan de eis is voldaan! Merk op dat $k_3 > k_5$; dit komt omdat (statistisch gezien) drie apparaten een minder betrouwbaar resultaat opleveren dan vijf apparaten.

Uit het voorgaande kan men concluderen dat de fabrikant gemiddeld veel meer moet onstoren dan de limiet aangeeft, teneinde een voldoende grote acceptiekans te hebben. Om een acceptiekans van 95% te verifiëren zou de fabrikant in verg. (2) $k_5 = 2,6$ moeten toepassen in plaats van $k_5 = 1,52$, zie [8].

ENKELE WENSEN VAN DE INDUSTRIE

Ter afsluiting van het eerste gedeelte volgen hier puntsgewijs enkele wensen van de industrie ten aanzien van het stellen van EMC-eisen door derden.

1. *De meetmethoden en de daarbij behorende limiet moeten zodanig zijn opgesteld dat deze het in de praktijk optredende EMI-probleem dekken.*

Dit lijkt vanzelfsprekend, doch is niet altijd het geval. Voorbeeld: West-Duitsland eist dat een TV-toestel wordt beproefd op immuniteit voor instraling van ongewenste signalen op de frequentie waarop het toestel is afgestemd, om te voorkomen dat er „geestbeelden“ ontstaan als een op een centraal antennesysteem aangesloten toestel via „ongoorloofde“ wegen het zendersignaal precies op de afstemfrequentie rechtstreeks uit de ether ontvangt.

Om dit effect te onderzoeken is er ondermeer een gestandaardiseerde Britse meetmethode [9], waarbij het TV-toestel in een voor de test opgewekt EM-veld wordt geplaatst. Door middel van ronddraaien van het toestel en het variëren van de hoogte van de zendantenne wordt dan de minimale, hierboven omschreven, immuniteit vastgesteld. Deze Britse methode sluit dus goed bij het werkelijke probleem aan. In de Bondsrepubliek is men echter zeer huiverig voor het gebruik van zenders bij EMC-proeven, als dat niet in een kooi van Faraday plaatsvindt. Daarom heeft men een methode ontworpen [10], die gebruik maakt van het reciprociteitstheorema: kan er veel ongewenste straling in, dan komt er ook veel ongewenste straling uit. Dit theorema mag hier echter niet worden toegepast, omdat een TV-toestel zich in dezen natuurlijk niet reciprook gedraagt. De voor zichzelf sprekende gevolgen zijn geschetst in fig. 5 [11]. De getrokken lijnen geven de immuniteit, als functie van de frequentie waarop het toestel is afgestemd, volgens de Britse methode en de gestreepte lijnen de resultaten volgens de Duitse methode.

2. *De meetmethode en de beoordelingscriteria moeten ondubbelzinnig zijn.*

Een fabrikant moet er zeker van kunnen zijn dat zijn resultaten er bij de controlerende instanties weer uitkomen, „waar ook ter wereld“. Bovendien moet, ter vermijding van hoge kosten achteraf, de ontwerper van een systeem duidelijk weten waaraan hij toe is. Een voorbeeld van hoe het niet moet, zijn de eisen die de EEG stelt aan apparaten waarvan het gebruik geschiedt onder toezicht van de landelijke diensten voor het IJkwezen [12]. In dit ge-

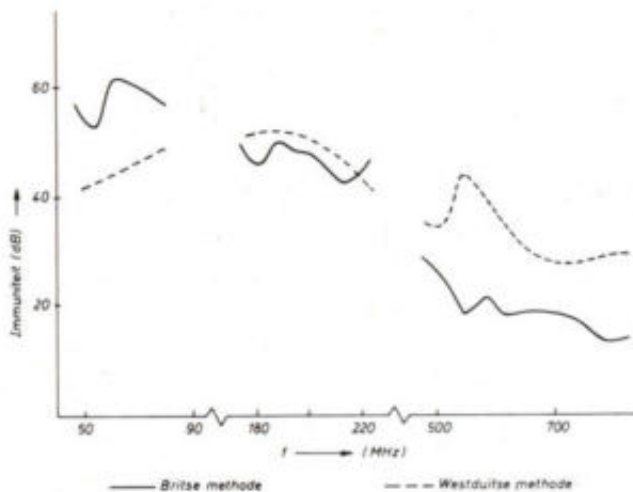


Fig. 5. Immunité van een TV-toestel voor „in-band“-instraling.

val worden wel eisen gesteld, doch zwijgt men in alle talen over zowel meetmethoden als beoordelingscriteria.

3. Bij het vaststellen van limieten moet rekening worden gehouden met de, reeds eerder besproken, veiligheidsmarges die een fabrikant moet aanhouden in het geval van steekproef-controle bij massaproducties.

Ook hiervan geven we een voorbeeld. Stel dat in een centraal antennesysteem het signaalniveau wordt gegarandeerd op x dB μ V, dat wordt geëist dat de signaal/interferentie-verhouding minimaal y dB bedraagt en dat is gegeven dat de interferentiesignalen afkomstig uit een naburig TV-apparaat (bijv. de signalen uit de meng-oscillator) minimaal z dB worden gedempt door de werking van de antenne-aansluitdoos. Dan mag in de „worst-case“-situatie het interferentiesignaal u_i maximaal $\{(x - y) + z\}$ dB μ V bedragen.

Stel nu dat alle betrokkenen een veiligheidsfactor van 4 dB aanhouden: signaalniveau gemiddeld $(x + 4)$ dB μ V, demping ping antenne-doos gemiddeld $(z + 4)$ dB en het interferentiesignaal uit de TV gemiddeld $(u_i - 4)$ dB μ V. Dan wordt de gemiddelde signaal/interferentie-verhouding $y_g = (x + 4) + (z + 4) - (u_i - 4) = y + 12$ dB. Gemiddeld dus een 12 dB grotere veiligheidsfactor dan nodig. Dit geeft aan dat de limieten niet gelijk hoeven te zijn aan de waarden die gelden voor het ongunstigste geval.

4. Gestelde eisen moeten realiseerbaar zijn.

Dit wil zeggen dat de gewenste eigenschappen van het apparaat niet nadelig mogen worden beïnvloed als gevolg van het voldoen aan gestelde eisen. Indien dit laatste dreigt, moeten aan de overige delen van het EMI-probleem aanvullende eisen worden gesteld. Een voorbeeld van

niet realiseerbare eis is: De Westduitse overheid stelt ondermeer dat een audio-apparaat immuun moet zijn voor een zeker stoorsignaal, aan te brengen op elke ingang voor randapparatuur [10]. Voldoen aan de eis in het geval van de (relatief hoog-impedante) ingang voor de magnetodynamische platenspeler is alleen mogelijk door maatregelen die leiden tot een degradatie van de frequentiekenarakteristiek van dit pickup-systeem.

5. Voorschriften, in het bijzonder de wetelijke, zijn alleen acceptabel als er een goede controle is op de naleving daarvan.

Het mag niet zo zijn dat een fabrikant die zich aan de voorschriften houdt en daardoor meer kosten maakt, in een oneerlijke

concurrentiepositie komt ten opzichte van de fabrikant die deze voorschriften aan zijn laars lapt.

6. EMC-voorschriften dienen zoveel mogelijk internationale geldigheid te hebben of te krijgen.

Dit geldt zowel voor de limieten (eisen) als voor de bijbehorende meetmethoden. Verschillen tussen de diverse landen brengen voor exporterende industrieën steeds onnodige kosten met zich mee.

VOORBEELD VAN EEN EMC-PROBLEEM

Na de voorgaande algemene beschouwingen, vooral betrekking hebbend op produkten die op de markt worden gebracht, behandelen we nu een voorbeeld dat aangeeft hoe men in een bedrijf tegen een EMC-probleem kan aanlopen en waaruit blijkt dat vaak een aantal aspecten gelijktijdig een rol spelen.

Een bedrijf werd geconfronteerd met het als volgt omschreven probleem: Herhaaldelijk op de dag gaan een 26-tal werkstations, aangesloten op een lokale data-processor die op zijn beurt weer is aangesloten op een centrale computer, volledig op „tilt“. Hierbij gaat van alle 26 werkstations de informatie verloren die nog niet aan de centrale computer is doorgegeven. Bovendien „beloont“ de centrale computer deze fout met het automatisch afkoppelen van de processor.

In fig. 6 zijn twee van de werkstations, de data-processor en een aantal verdere zaken geschetst, die in het verhaal een rol spelen. Bij de oplossing van het probleem kwamen de volgende punten naar voren.

1. Connectoren

De processor was dicht bij de schakelkast van de lift geplaatst en het schakelen van de lift was in een aantal gevallen te correleren met het in de fout gaan van het sys-

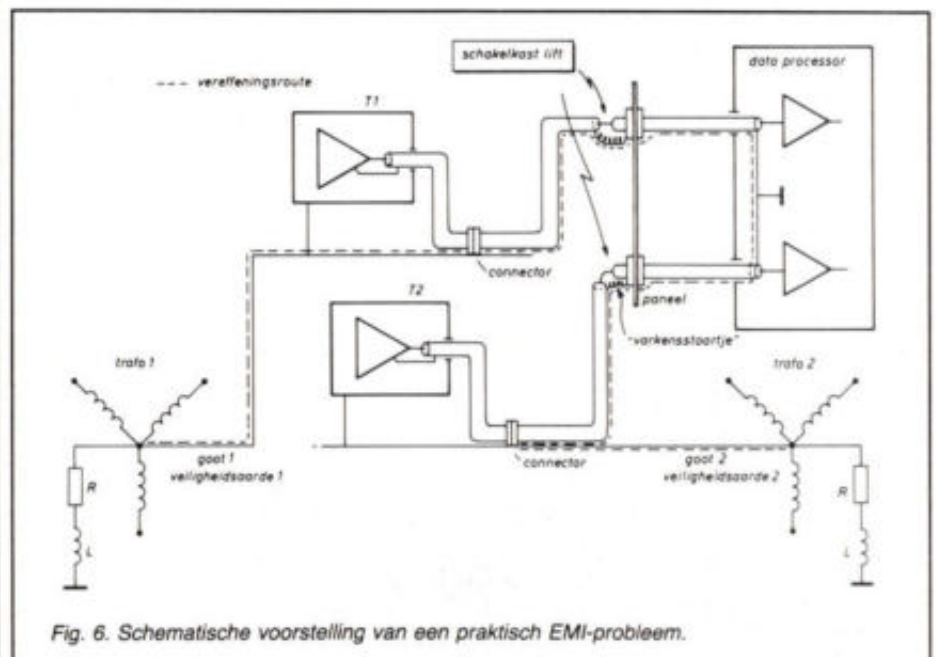
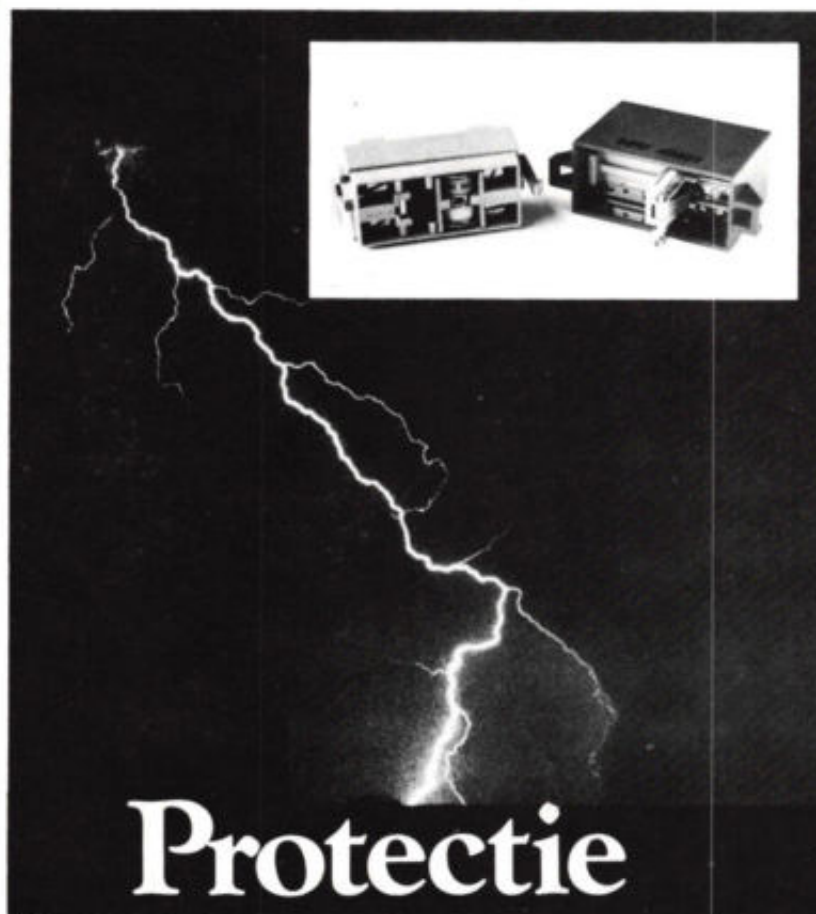


Fig. 6. Schematische voorstelling van een praktisch EMI-probleem.



Overvoltage- protectie

Elektronische systemen kunnen gemakkelijk beschadigd worden door een overvoltage-piek op de binnenkomende lijnen.

L.M. Ericsson ontwikkelde hiertegen een „twee-traps” protector, die in één unit is samengebouwd.

Primaire protectie: Het afleiden van de impulsenergie vindt voornamelijk plaats in de primaire unit, door middel van edelgasveiligheden.

Secundaire protectie: Het beveiligen tot op de maximaal toegestane ingangsspanning van het apparaat vindt plaats in de insteek-unit die voor diverse spanningen (5-70 V) kan worden geleverd.

De protector is geschikt voor individueel gebruik (wandmontage) of rekmontage.

(montage oppervlak 55 x 21 mm).

Een unieke bijzonderheid is verder nog, dat de protectors géén radioactief materiaal bevatten.

teleparts ERICSSON

5120 AC Postbus 140 Rijen

Hoofdstraat 127a Rijen

Telefoon (01612) 44 00 Telex 74153

Wij zijn de zelfstandige componenten- en kabeldivisie van LM Ericsson, werkzaam in de Benelux.

VME

CC-69	512 Kbytes RAM met error detection	f. 3.950,-
CC-71	Floppy disk controller + winchester interface	f. 2.750,-
CC-73	Processor module met system controller en MC68000/MC68010 tot 16 Mhz	f. 3.450,-
CC-74	SCSI (SASI) interface + floppy disk controller + DMA controller tot 4 Mbytes/sec.	f. 4.250,-
ADDA-1/68K	8 kanaals analoog/digitaal + 4 kanaals digitaal/analoog	f. 3.025,-
APAL-1.2/68K	48 parallelle I/O lijnen + 2 timers	f. 1.065,-
GRAZ-1/68K	512 x 512 color graphics	f. 1.750,-
CCS-68K/1	VME computer met 8" floppy disk drive, 10 megabyte winchester, 20 slots backplane, CP/M-68K operating system, incl. C compiler en assembler voor MC68000	f. 24.500,-



Bel of schrijf voor documentatie met specificaties.

Prijzen exclusief BTW

COMPCONTROL BV

microsystems
design and
applications

Mecklenburgstraat 1c P.O. Box 193 5600 AD Eindhoven-Holland Phone (040) 453562 Telex 51603

Sek bandkabel connectorverbindingen

De meest efficiënte en zekere manier om bandkabels aan te sluiten. Met polarisatienok, contactaanduiding door pijlindicatie, zodat foute connectorverbindingen uitgesloten zijn. 10-64-polig, met vergulde contacten. Ook verkrijgbaar met trekontlasting. Bij Jobarco. Bel ons voor meer informatie.



jobarco bv

voor kabels, wie anders?

Stephensonstraat 2

Industrieterrein

Zoeterhage, wijk 23

postbus 183

2700 AD Zoetermeer

tel. 079 - 3193 13

telex: 32333



teem. Het bleek dat men, om de plaatsing van de werkstations flexibel te houden, de werkstation-aansluitingen van de processor naar buiten had gevoerd naar een paneeltje van isolatie materiaal. Aan één zijde, zie fig. 6, was daarbij de coaxmantel via het bekende „varkensstaartje” onder een klemverbinding afgemonteerd. Hierdoor kon de stoorstraling van de vonkende liftschakelaars capacitief inkoppelen op de kern van de coaxiale kabel. Bovendien verslechterden deze varkensstaartjes de transferimpedantie (zie volgende paragraaf) van de totale kabel. Remedie: een juiste keuze van de connector zorgde ervoor dat de coaxmantel bij afmontage rondom geheel dicht bleef.

2. Verbindingspluggen in kabelgoten

Niet alle klachten bleken verdwenen, zodat verder onderzoek nodig was. Het bleek dat wanneer alle kabels bij het paneeltje waren losgenomen nog steeds een galvanische verbinding bestond tussen de coaxiale kabels naar de diverse werkstations. Dit was niet toegestaan daar de fabrikant had gezorgd voor elektrisch „zwevende” printkaarten in de werkstations (zie volgende paragraaf). Oorzaak: Verbindingspluggen voor verlengkabels, ook weer aangebracht om de flexibiliteit van het systeem te vergroten, maakten galvanisch contact met de kabelgoten (zie fig. 6). Dit was hier vooral funest omdat de energievoorziening van het gebouw werd betrokken uit twee 10 kV/380-220 V-transformatoren en er nu – via de kabelgoten en coax-kabels, te zamen met de uitwerking van allerlei veiligheidsvoorschriften – een galvanische verbinding was ontstaan tussen de sterpunten van deze trafo's, zie de gestreepte lijn in fig. 6. Bij stootsgewijze belasting van een transformator, bijvoorbeeld door het inschakelen van een motor in één van de fasen, „springt” de potentiaal van het sterpunt van die trafo. Dit springen is mogelijk omdat de impedantie ten opzichte van de aarde alleen bij 50 Hz gering is (doorgaans $< 0,5 \Omega$). Bij stootbelasting treden hogere frequenties op waarvoor de zelfinductie van de aardverbindingen de impedantie-bepalende grootheid is (vuistregel: $1 \mu\text{H}$ per meter geleider). Deze impedantie kan

hoog zijn, zodat de potentiaal van het sterpunt springt en er een niet te verwaarlozen vereffeningstroom via het systeem naar het andere sterpunt kan lopen.

De vereffeningstroom kan op twee manieren storingen veroorzaken. Ten eerste loopt deze stroom in de data-processor door aardsporen die ook het gewenste signaal voeren. De stroom wordt dan omgezet in een stoorspanning (in serie met het gewenste signaal) via de gemeenschappelijke impedantie (1 nH/mm) van het spoor. Ten tweede wordt de stroom door de coaxmantel ook via de transfer-impedantie omgezet in een serie-stoorsignaal. De volgende paragraaf zal een en ander nader toelichten.

Remedie: verbindingspluggen in de goten voorzien van een isolerende mantel.

3. Netfilter

Na het verhelpen van voornoemde storingsoorzaken bleek dat de data-processor in een aantal gevallen nog werd gestoord door transiënten op het net, hoewel een filter (achteraf) was aangebracht. Door onjuiste montage bleek dit filter niet de verwachte demping te geven: in- en uitgaande kabels van het filter waren keurig in dezelfde kabelboom gebonden, zodat het filter door overspraak werd kortgesloten. Bovendien was de aarde van het filter met een aardkabel van ca. 0,5 m met het referentiepunt verbonden, zodat de condensatoren in dat filter een serie-zelfinductie kregen van ca. $0,5 \mu\text{H}$.

4. Programmatuur

Toen alle voorgaande punten in orde waren, kwam nog een onregelmatig optredende fout in de software naar voren. Wegens de grote storingsgevoeligheid van het systeem was deze fout niet eerder ontdekt.

ENKELE ASPECTEN VAN COMMON-MODE STORING

Een deel van de in de vorige paragraaf geschetste problemen laten zich aan de hand van een eenvoudig model nader verklaren. Het nu volgende model is overigens ook in zeer veel andere situaties van toepassing.

Fig. 7 schetst een situatie met twee systemen, S1 en S2, die via een coax-kabel met elkaar communiceren. S1 kan bijvoorbeeld het werkstation en S2 de data-processor zijn uit de vorige paragraaf. Vele andere situaties zijn denkbaar zoals: S1 is een videorecorder en S2 een TV-toestel; S1 is een wandcontactdoos en S2 een elektronisch kasregister; S1 is printkaart-1 en S2 is printkaart-2, enz. Ook is het gebruik van een coaxiale kabel niet essentieel voor dit zgn. tweedozen-model; de verbinding kan bestaan uit elk type twee-aderige kabel.

Voor het verkrijgen van inzicht is het voldoende S1 te karakteriseren met een weerstand R_0 en S2 met een ingangsweerstand R_L . Voorts zijn de impedanties van de aardverbindingen binnen het systeem (bijv. die van de printsporen) aangegeven met Z_{C1} en Z_{C2} . De systemen worden verondersteld zich in een metalen kast te bevinden, waarbij in dit voorbeeld de printkaarten van S1 niet en die S2 wel galvanisch met de kast zijn verbonden, terwijl beide kasten verbonden zijn met de referentie, bijvoorbeeld de veiligheidsaarde. Door systemen in metalen kasten te plaatsen, veronderstellen we dat stoorsignalen alleen via geleiding van buiten naar binnen kunnen. De signaalkabel is gekarakteriseerd door de gekoppelde zelfinducties L_W , de koppelcapaciteiten C_W en de serie weerstanden R_W .

S1 en S2 vormen samen met de verbindingen, een zgn. *aardlus*. Deze lus is weliswaar niet galvanisch gesloten (printkaarten van S1 zwevend), maar bestaat toch door de capaciteit $C1$ tussen printkaarten en kast.

In de lus kan een EM-veld een common-mode-spanning opwekken, u_{cm} , die op de in fig. 7 aangegeven plaats mag worden gedacht. Van „common-mode” (ook wel asymmetrie genoemd) is hier sprake omdat deze bron het gehele systeem 2 laat „dansen” t.o.v. S1. Ook andere stoorbronnen, zoals stromen door de referentieleiding en koppelingen met naburige kabels of systemen, kunnen tot u_{cm} bijdragen. Daarom is het zinvol de doorwerking van

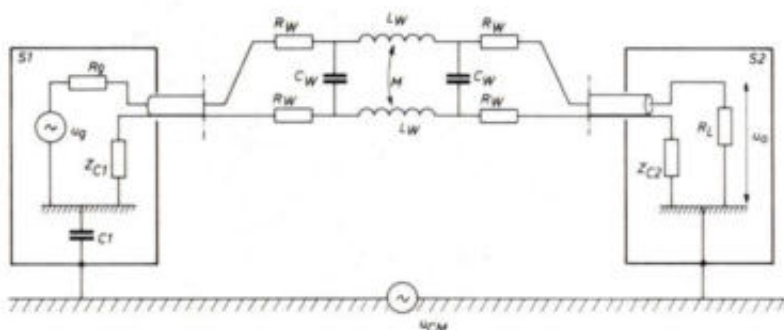
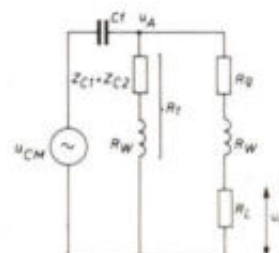


Fig. 7. Tal van storingsproblemen kunnen worden geanalyseerd aan de hand van een eenvoudig tweedozen-model dat bestaat uit twee systemen die zijn gekoppeld door een tweedraads verbinding.

Fig. 8. Laagfrequent-equivalent schema van het in fig. 7 gegeven tweedozen-model.



Gould, Innovatie en kwaliteit in digitale geheugen oscilloscopes.

NIEUW de GOULD 4030

GOULD introduceert de 4030, een nieuwe digitale geheugen scoop in de welbekende 4000 serie met uiterst aantrekkelijke prijs-prestatie verhouding.

DE ADC'S EN SCHRIJFSNELHEID!

De 4030 heeft twee ADC's; één per kanaal; met maximaal 20 MHz omzetsnelheid en twee geheugenblokken van 8 bit X 1024. Dank zij de 20 MHz digitalisatiesnelheid realiseert de 4030 een schrijfsnelheid van 100 cm/ μ s en dank zij de twee onafhankelijke ADC's + geheugens is optimale resolutie en snelheid ook in tweekanaals bedrijf gegarandeerd.

DISPLAY MODES!

De 4030 heeft *alle* gangbare display modes: Single shot, Refreshed en Roll. De geheugeninhoud van beide kanalen kan afzonderlijk worden vastgezet voor referentiemetingen. En uiteraard is pre-triggering mogelijk, op 25, 75 en 100%.

AUTOMATISCHE ANALOGUE UITGANG!

Standaard heeft de 4030 een tweekanaals analoge uitgang voor signaal hard copies. En dank zij de automatische trigger re-arm voorziening kan de 4030 volledig automatisch transiënts opnemen en uitschrijven, ... ideaal voor duurmetingen.

DE 4030 ALS ANALOGUE SCOOP!

Een standaard instrument met de volgende uitstekende specificaties:

- 20 MHz bandbreedte
- 2 mV/cm tot 25 V/cm gevoeligheid
- 50 ns/cm tot 0,5 sec/cm tijdbasis
- Actief TV trigger circuit
- X-Y weergave
- AC, DC, Add, Invert

DE PRIJS!

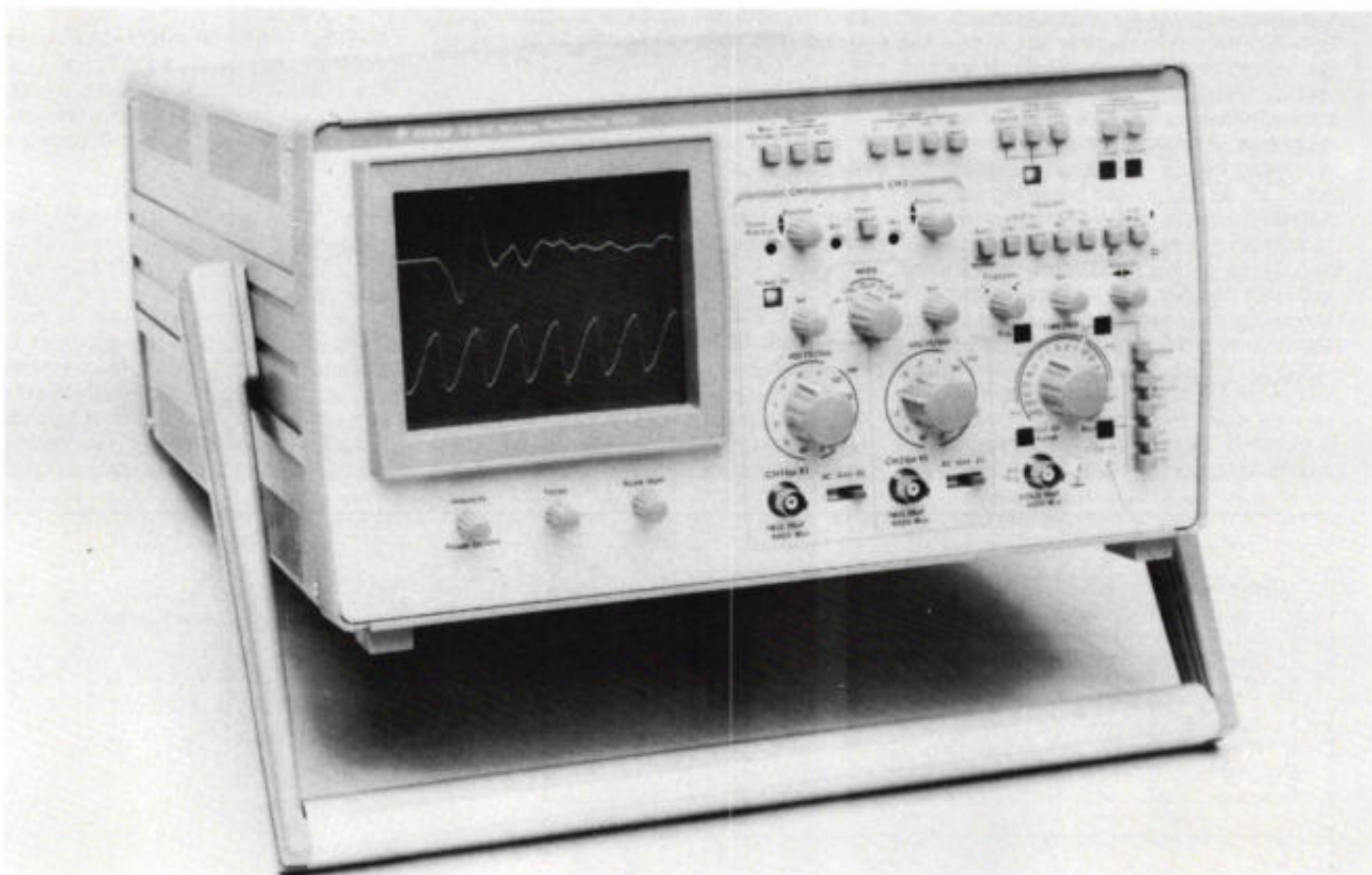
De 4030 is uiterst aantrekkelijk geprijsd.

Vraag daarom snel prijsinformatie aan en laat u tevens deskundig voorlichten hoe de 4030 u kan helpen in het opvoeren van meet-efficiency; nauwkeurigheid; produktie, enz.

Bel of schrijf naar:

GOULD INSTRUMENTS SYSTEMS NETHERLANDS

ANTWOORDNUMMER 1502
1200 WL KORTENHOEF
tel. 035-63418
telex 43514 gisn nl



u_{cm} naar een ongewenst signaal, u_0 , over R_L nader te beschouwen.

We veronderstellen eerst dat de frequentie van u_{cm} zo laag is dat in het model de invloed van L_W en C_W mag worden verwaarloosd. In dat geval is het schema in fig. 8 equivalent met dat in fig. 7 en zijn ondermeer de volgende conclusies omtrent u_0 te trekken.

- Als $R_0 = R_L$ en $R_W \ll R_0 + R_L$, bijvoorbeeld $R_0 = R_L = 50 \Omega$ en $R_W = 0,05 \Omega$ dan is $u_0 = \frac{1}{2} u_a$, waarbij u_a de spanning over de „aard-tak” voorstelt, zie fig. 8.
- Als $R_L \gg R_0$, bijv. $R_L = 1 M\Omega$, dan is zelfs $u_0 = u_a$.
- De grootte van u_a wordt bepaald door de spanningsdeler, gevormd door (voornamelijk) C_1 en $(R_W + Z_{C1} + Z_{C2})$. Als $C_1 = 0$, dus printkaart S1 is met de kast doorverbonden, dan is in dit model $u_a = u_{cm}$!

Uit de laatste conclusie volgt onmiddellijk dat het van zeer groot belang is dat $R_L + Z_{C1}$ en Z_{C2} zeer klein zijn, anders werkt (bij een door het systeem gegeven C_1) de spanningsdeler niet. Zeer klein betekent bijv. $< 0,1 \Omega$. In de vorige paragraaf bleek dat onjuiste afmontage van de coaxiale kabel kan leiden tot waarden van enkele ohms (de varkensstaartjes onder de schroefjes).

Ook is het duidelijk dat op printkaarten de aardsporen moeten zijn gebonden aan een maximale impedantie, dus aan een minimale breedte. Het tot stand komen van de doorverbinding op zichzelf, waarover men vaak bij een CAD-printontwerp reeds verheugd is, geeft dus niet steeds de garantie voor een goede werking van het systeem.

We beschouwen nu frequenties van u_{cm} , die zo hoog zijn dat L_W niet meer verwaarloosbaar is (het geval dat C_W ook een rol speelt laten we hier buiten beschouwing). Er geldt nu:

$$u_a = i_1 (R_L + j\omega(L_W - M)) \quad (4)$$

waarbij i_1 de stroom door de aarttak is en M de wederzijdse inductie voorstelt tussen de twee „kabelspoelen” L_W , zie fig. 7. We merken op dat als $L_W = M$, dus als de koppelcoëfficiënt $k = 1$, de situatie van fig. 8 is teruggekeerd, hetgeen nogmaals het belang van een zeer lage waarde van R_L accentueert.

De voorwaarde $k = 1$ wordt door een coax-kabel dicht benaderd, omdat de coaxmantel het veld van de binnengeleider erg goed omsluit. Voor een veel gebruikt type 50 Ω -coax, de RG 58/U, wordt $k = 0,996$ gevonden. Een waarde van exact 1 is met een coax met één enkele vlechtmantel niet te bereiken omdat er altijd nog wat veldlijnen door de mazen van het vlechtwerk ontstappen.

De kwaliteit van „dicht” zijn van een coaxiale kabel wordt meestal uitgedrukt in de zgn. *transferimpedantie*, Z_T , uitgedrukt in Ω voor 1 meter kabel. Indien de invloe-

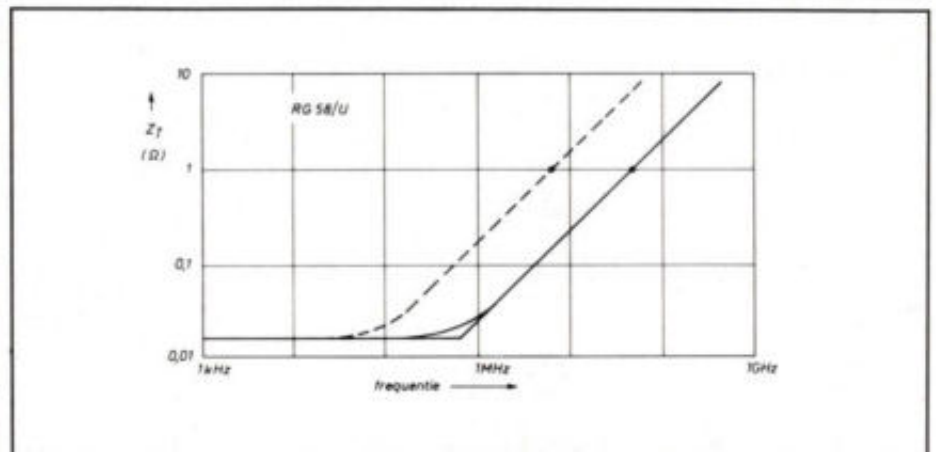


Fig. 9. Transfer-impedantie van 1 meter coaxiale kabel van het type RG 58/U.

den van het skin-effect zijn te verwaarlozen, hetgeen hier het geval is, kan het hierboven beschreven model te hulp worden geroepen en is Z_T te schrijven als:

$$Z_T = R_W + j\omega(L_W - M) = R_W + j\omega L_T \quad (5)$$

L_T wordt door de kabelfabrikanten soms de *niet gecompenseerde zelfinductie* genoemd.

Een voorbeeld van Z_T als functie van de frequentie is gegeven in fig. 9 (getrokken lijn) voor 1 meter van de genoemde kabel RG 58/U, waarvoor geldt $R_W = 0,015 \Omega$ en $L_T = 4 \text{ nH}$ (merk op: L_W is ongeveer 1000 nH). Uit de figuur (getrokken lijn) volgt dat per meter kabel voor elke mA door de coaxmantel reeds een stoorsignaal van 1 mV ontstaat bij een frequentie van 60 MHz. Het is dus beslist onjuist als men zegt (of denkt): „Ik werk met coax, dus afgeschermd”. Omdat de mantel van de kabel deel uitmaakt van het gewenste signaalcircuit kunnen storingen zeer gemakkelijk binnendringen.

Tenslotte komen we hier nog even terug op de varkensstaartjes die in de vorige paragraaf zijn beschreven. Deze wijze van afmonteren heeft een ongunstige invloed op de transferimpedantie van de gehele kabel omdat de zelfinductie van de staartjes, ca. 1 nH/mm, nauwelijks is gekoppeld met de binnengeleider van de coax. Z_T wordt dan bepaald door

$$Z_T = R_W + j\omega(L_T + L_p) \quad (6)$$

waarin L_p de zelfinductie is van het varkensstaartje. De gestreepte lijn in fig. 9 geldt voor het geval van 2 cm varkensstaartje aan 1 m kabel. In dat geval wordt 1 mV/mA al bereikt bij een frequentie van 8 MHz. Uit het voorgaande volgt dus dat het op een juiste manier afmonteren van een kabel zeer belangrijk is. Dit kost nauwelijks iets meer en voorkomt vele dure acties achteraf.

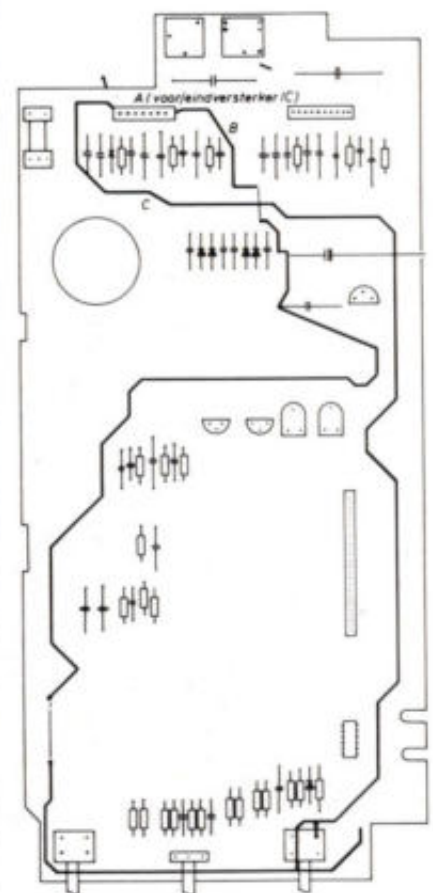
STOORGEVOELIGHEID HALFGELEIDERSCHAKELINGEN

In deze paragraaf een voorbeeld van de storingsgevoeligheid van halfgeleider-

schakelingen en van preventieve maatregelen die reeds bij het ontwerp van de schakelingen kunnen worden genomen. Fig. 10 toont een deel van de print van een audio-systeem. Bij A bevindt zich een IC met daarin een voorversterker en een eindversterker.

Nu had de ontwerper van deze schakeling in zijn opleiding geleerd dat, om ongewenste terugkoppelingen te voorkomen,

Fig. 10. Door het niet weloverwogen hanteren van op zichzelf juiste ontwerpregels kan een printontwerp aanleiding geven tot grote storingsproblemen. In dit voorbeeld zijn zeer lange trajecten ontstaan die een grote antenneslus vormen.



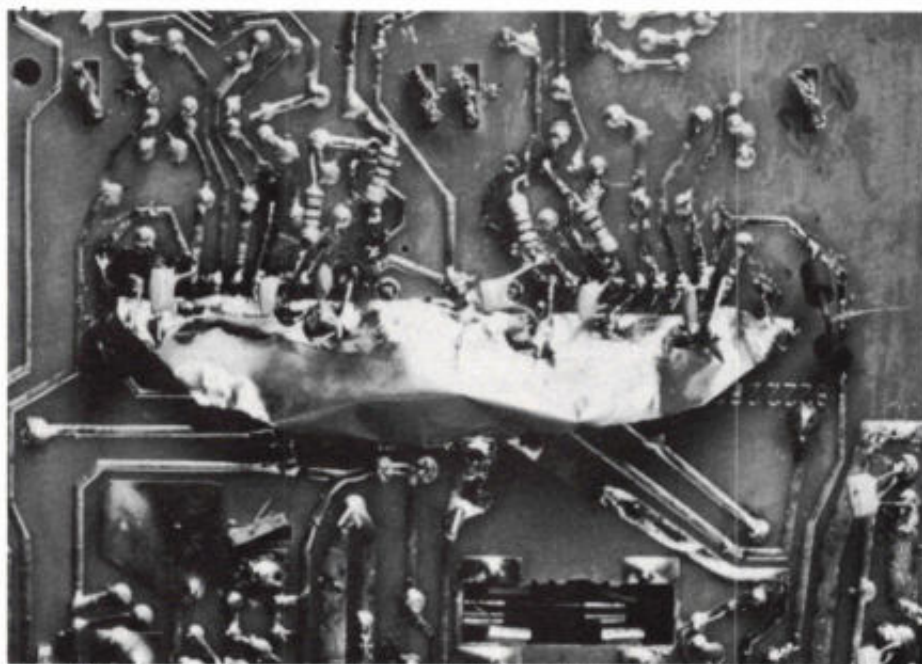


Fig. 11. Noodmaatregelen ter ontstoring van het IC op de in fig. 10 getoonde printkaart.

de stroom door de nulgeleider van de eindversterker niet door die van de voorversterker mag lopen. Hij heeft dit principe keurig toegepast: spoor B loopt van de eindversterker naar de gelijkrichter en spoor C doet dat voor de voorversterker. Helaas is traject C erg lang geworden omdat de voorversterker vanaf het voorpaneel moet kunnen worden geregeld (balans, toonregeling, enz.). Bovendien is er een grote antenneslus ontstaan die hoogfrequente velden (bijv. van een naburige fysiotherapeut, een „bakke", een oproep-installatie, enz.) kan ontvangen. Komt het ontvangen sig-

naal bij een transistor in het IC, dan werkt de basis-emitter-diode precies als de ouderwetse kristaldetector. In het geval van een in amplitude gemoduleerd zendsignaal ontstaat dan een audiosignaal dat uiteindelijk luid en duidelijk uit de luidspreker komt.

Een provisorische oplossing van het probleem (er is later een herontwerp van de print gekomen) vormde het aanbrengen van een verbinding met een zeer lage impedantie tussen de „nul" van de voorversterker en die van de eindversterker door

middel van een stuk koperfolie, zie fig. 11.

Deze folie kon tevens worden gebruikt om met condensatoren een aantal andere transistoren op de print voor HF-stoorsignalen te ontkoppelen [13].

Hieruit blijkt dus dat een op zichzelf goed uitgangspunt tot ongewenste resultaten kan leiden wanneer een apparaat buiten de beschermde ontwerp-omgeving komt. Een andere belangrijke conclusie is, dat het realiseren van immuniteit, zonder hoge kosten te maken, alleen mogelijk is als dit vanaf het begin van het ontwerp wordt meegenomen.

Over de gevoeligheid van halfgeleiderschakelingen voor HF-signalen kunnen we in algemene termen nog het volgende opmerken. Fig. 12, overgenomen uit [14], toont transistor-karakteristieken met en zonder HF-signaal tussen basis en collector. Indien we ons in deze figuur een belastinglijn voorstellen, zal het duidelijk zijn dat de invloed van HF-signalen zich niet tot analoge schakelingen beperkt. Veel werk aan de verklaring van dergelijke effecten is verricht door Wahlen en zijn medewerkers, [15]. Toch is er nog geen transistormodel dat de effecten voorspelt, wel een model waarin achteraf de parameters zijn aan te passen. Met programma's als NCAP en SPICE wordt getracht inzicht te verkrijgen [16].

Is dus het HF-signaal eenmaal tot de transistor doorgedrongen, dan zijn de ongewenste effecten als gevolg van niet-lineariteiten niet meer te voorkomen. Het ontwerp moet daarom zo worden uitgevoerd dat geen ongewenst HF-signaal een transistor kan binnendringen. Een mogelijkheid daartoe is het „inpakken" van de schake-

Is uw brein wel op maat?



Misschien heeft U al vroeg (te vroeg?) gekozen voor een microprocessor, misschien bent U nog in dubio.

Tijd om 'ns aan microprocessors op maat te denken: het juiste centrale brein voor Uw toepassing. En bij wie kunt U dan beter terecht dan bij de microprocessor specialisten in 't Arcobel Mikro-Elektronika Innovatie Centrum? Routine is er te kust en te keur:

van good old 8080 naar 8085, 8088, 8086 (iAPX), 8031, 8035, 8039, 8048, 8051, Z8000 met support bouwstenen; van 6800, 6802, 6809, 6809E naar 68000, 6805, 6801 en de CMOS versies van de komplette 6800-reeks. Daarnaast het hele bipolaire bit slice (2900-familie) gebeuren.

Dat alles zowel op componenten- als printkaart- of systeemniveau.

En nog interessanter wordt 't wanneer U van routine wilt afwijken en een brein op maat wilt hebben voor digital signal processing, image processing (bijvoorbeeld met behulp van de 29500 en 29116 processoren) en noem maar op. Microprocessors?

Daar is er maar één uniek in:

Arcobel bv

mikro-elektronika innovatie centrum

Postbus 344, 5340 AH Oss. Telefoon 04120-30335*.

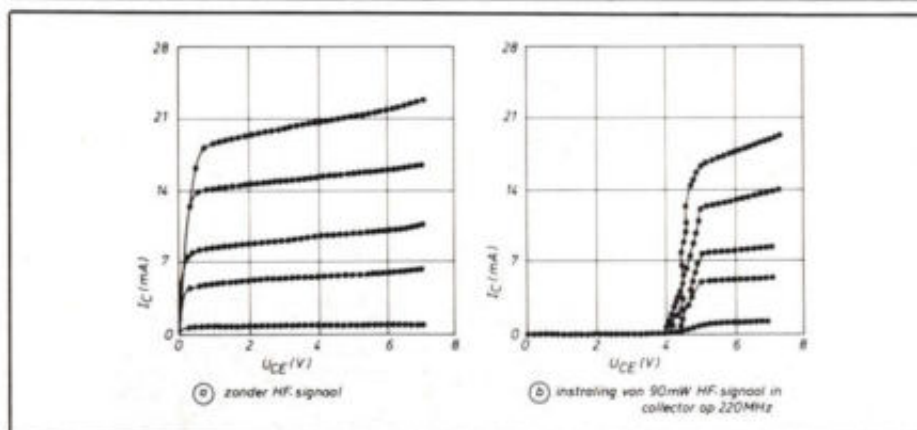


Fig. 12. Transistorkarakteristieken met en zonder HF-sigitaal tussen basis en collector, volgens [14]. (a) zonder hoogfrequent sigitaal; (b) bij instelling van een 90 mW-sigitaal op 220 MHz.

lingen in metalen omhullingen. In het bijzonder bij consumenten-elektronica is deze oplossing echter te duur en kan ook volledig onpraktisch zijn (zoals TV-kijken in een kooi van Faraday). Gebleken is dat in vele gevallen een eenvoudige oplossing is te verkrijgen door toevoeging van een of meer condensatoren [17]. Elders in deze editie wordt hierop uitvoerig ingegaan (zie pag. 65).

SLOTWOORD

In dit artikel is getracht om naast een aantal EMC-zaken die betrekking hebben op het op de markt brengen van apparaten, ook een paar facetten van het vakgebied te schetsen. Het moge inmiddels duidelijk zijn dat het van essentieel belang is om tot EMC leidende inzichten al vanaf het eerste stadium in het ontwerp van een systeem te betrekken. Doet men dit niet, dan kan dit resulteren in langere ontwikkeltijden, stagnerende producties, veel klachten achteraf

en goodwill-verlies, kortom: de extra kosten rijzen de pan uit. Het is daarom dringend noodzakelijk dat het technisch onderwijs op alle niveaus EMC-zaken in haar pakket opneemt. Zij die daarop niet kunnen wachten, kunnen nuttig gebruik maken van de boeken [18] en [19]. Daarbij is [18] zeer geschikt voor ontwerpers en ontwikkelaars „in het veld”, terwijl [19] goede aandacht besteedt aan begripszaken. Meer gevorderden kunnen ook nog nuttige informatie putten uit [20], indien zij tenminste enig inzicht hebben in de geldigheid van de modellen. De auteur van [20] laat zich daar meestal niet over uit, zodat zijn resultaten niet altijd geldig zijn.

Literatuur

- [1] Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, Richtlijn 82/499/EEG: „Radiostoring veroorzaakt door huishoudelijke elektrische apparaten, draagbaar gereedschap en soortgelijke apparatuur...”, L222, 25, 30 juli 1982.
- [2] Federal Communications Commission: „Rules and

regulations”, Part 15: „Radio Frequency Devices”, Part 18: „Industrial, Scientific and Medical Equipment”, Vol. II, juli 1982.

[3] Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen, Vlg. 1115/1982: „Funk-Entstörung von Hochfrequenzgeräten für Industrielle, Wissenschaftliche, Medizinische und ähnliche Zwecke”, 158, 1982.

[4] CISPR Publication 11: „Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of ISM radio-frequency equipment”, IEC Genève, 1975.

[5] H. Rehder: „Störspannungen in Niederspannungsnetzen”, ETZ, 100, p. 216 ... 220, mei 1979.

[6] E. A. Chun, O. Walker: IEC TC77/WG6, persoonlijke mededeling.

[7] CISPR Publication 16: „Specifications for radio interference measuring apparatus and measurement methods”, IEC, Genève, 1977.

[8] CISPR/EWG1 (Groeneveld) 2: „The consequences of the 80%-80% statistical procedure as described by CISPR”, febr. 1979.

[9] British Standards Institution: „Specifications for radio interference limits and measurements for television and VHF sound receivers”, BS 905, London, 1969.

[10] Amtsblatt des Bundesministers für das Post- und Fernmeldewesen: „Technische Vorschriften für Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger”, Vlg. 478/1981, 69, 1981.

[11] M. Wink, Philips-Video, persoonlijke mededeling.

[12] Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, ontwerpvoorstel Richtlijn 71/316: „Meetmiddelen en Metrologische Controlemethoden”, C 42/9, 22, 1979.

[13] „Einstrahlstörungen”, Funkschau, 22, 1980 (themanummer).

[14] C. E. Larson, J. M. Roe: „A modified Ebers-Moll transistor model for interference analysis”, 3rd Electromagnetic Compatibility Symposium, p. 257 ... 262, Rotterdam, 1979.

[15] J. J. Whalen: „Current status of determining EMI in micro-electronics”, 4th Electromagnetic Compatibility Symposium, p. 141 ... 145, Zürich, 1981.

[16] G. K. C. Chen, J. J. Whalen: „Comparative RFI performances of bipolar operational amplifiers”, 1981, IEEE Intern. EMC Symposium Record, p. 91 ... 95, Boulder Colorado, 1981.

[17] J. J. Goedbloed, K. Riemens, A. J. Stienstra: „Increasing the RFI immunity of amplifiers with negative feedback”, 5th EMC Symposium, p. 471 ... 476, Zürich, maart 1983.

[18] D. Stoll: „EMC”, Elsevier Verlag, Berlin 1976.

[19] H. W. Ott: „Noise reduction techniques in electronic systems”, J. Wiley & Sons, New York, 1976.

[20] D. R. J. White: „EMI control methodology and procedures”, DWCI, Gainesville, 1979.

NIEUW



OLTRONIX

PRINTPAC

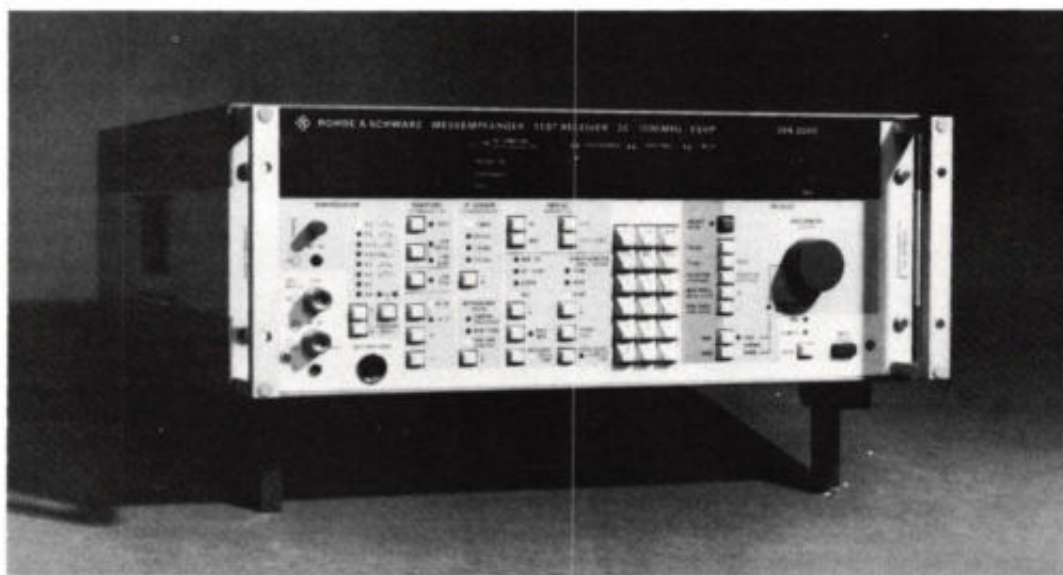
Nu is er naast de bekende serie ingegoten voedingsmodules (OL-500 serie), een nieuwe serie zgn. ventilerende modules (OL-400 serie). Deze modules zijn uitgerust met een ringkern transformator en Schottky gelijkrichters en zijn niet ingegoten. Hierdoor ontstaat een hoog rendement, waardoor een grotere vermogensafname mogelijk is.

De OL-400 en OL-500 serie zijn onderling uitwisselbaar. Bovendien is de prijs van de OL-400 serie gunstiger.

Voor meer informatie:

POWER ELECTRONICS BV, Euroweg 15, 9351 EM LEEK (Gr.)
Tel. 05945/1 27 00 of 1 27 84, Telex 53 301

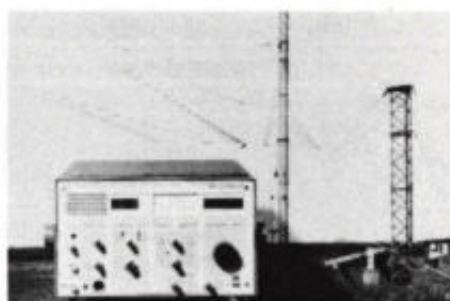
DE JUISTE METHODE OM **BREEDBANDSTORINGEN** TE METEN IS MET EEN ONTVANGER



Bij het meten van breedbandige storingen, zoals pulsen en spike's, volgens CISPR, MIL, FCC en VDE normen, dient uitvoerig aandacht besteed te worden aan het dynamiekbereik, de quasipiekwaarde-detektie alsmede het verblijvende aanwijsbereik.

Rohde & Schwarz houdt bij de ontwikkeling van haar ontvangers, gezien de jarenlange ervaring op het gebied EMC/EMI-metingen, met deze basisfactoren rekening en richt zich naar huidige en toekomstige internationale normen welke op dit gebied bestaan.

Naast compleet automatische test-systemen voor EMC-metingen in het frequentiebereik 10kHz-1000MHz levert Rohde & Schwarz ook eenvoudigere handbediende meetapparatuur, alsmede antennes, absorptietangen, probe's en kunstnetwerken.



Vraag uitvoerige documentatie, ook van theoretische achtergronden, normen etc. zoals deze ook op de door ons georganiseerde symposia werden verdeeld.

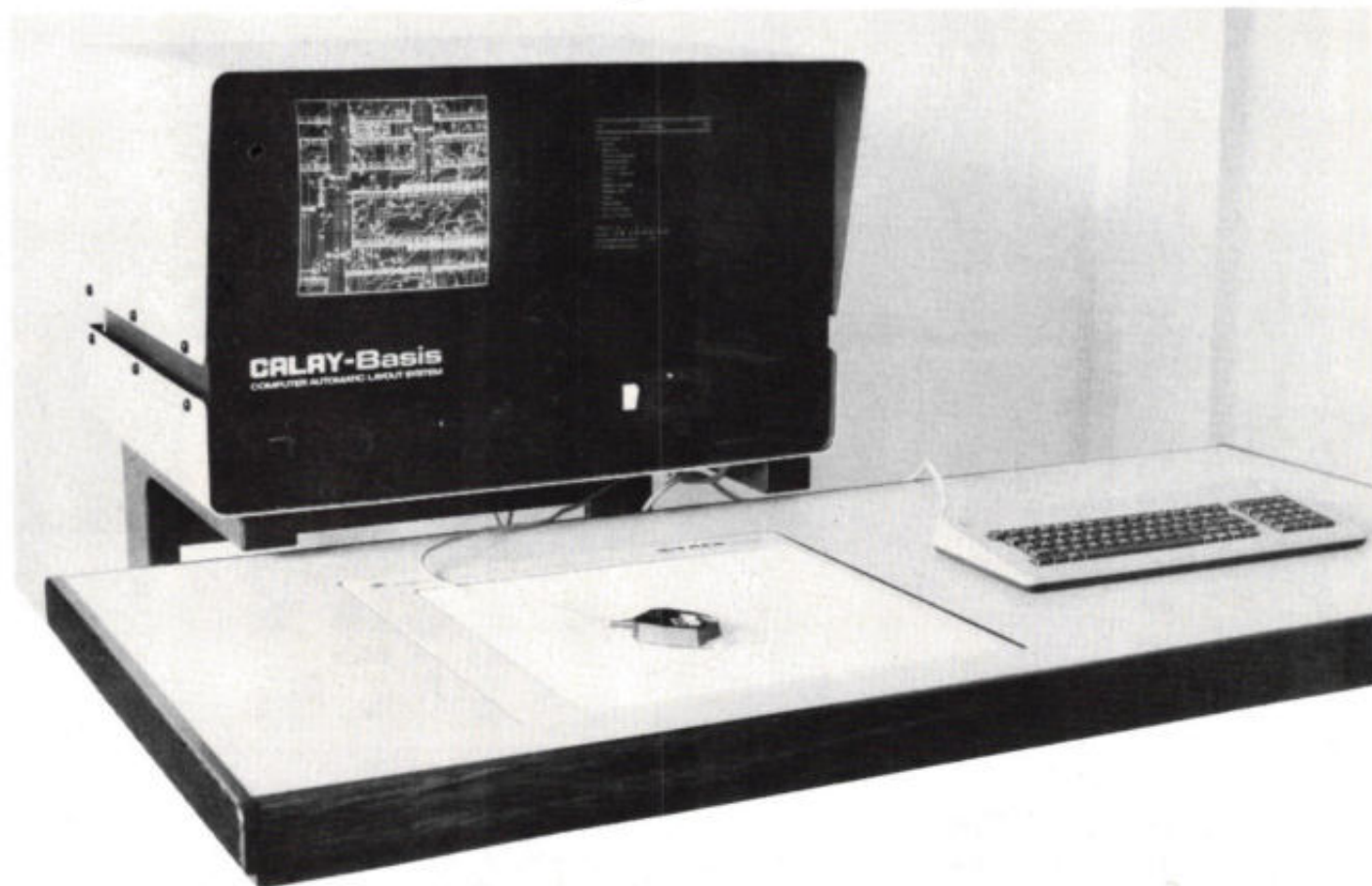


ROHDE & SCHWARZ

50 jaar elektronische precisie
ook op het gebied van stoorstraling

Postbus 233 — 3600 AE MAARSSSEN — Telefoon 03465-60324

CALay Basis*



CAD-Systeem voor een volautomatisch en interactief ontwerp van printlay-outs voor een prijs die u verrassen zal.

CALay-Basis is een nieuwe ontwikkeling van CAL die alle moderne technieken op het vlak van CAD in een compacte eenheid met elkaar verbindt. Enerzijds vindt u de bekende 1/20 inch volautomatische routingsoftware, die printlay-outs tot **100 % ontvlechten** kan, anderzijds beschikt dit systeem over de modernste interactieve ontwerpfaciliteiten.

Hierbij wordt niet, zoals gebruikelijk bij CAD-Systemen, alleen met een kleurenmonitor gewerkt, maar beschikt het systeem over een intelligent, real-time proces, dat in dialoog met de operator direct tijdens het werk syntaxtests uitvoert. Dit maakt foutcorrectie mogelijk op het moment dat de fout wordt gemaakt. Het vermijdt "batch-routines" als foutcontrole en de zeer tijdrovende

achterafcorrecties, die weer tot fouten aanleiding kunnen geven. De operator kan zelf de verschillende parameters voor ontvlechting bepalen en in het systeem ingeven. De routingsoftware, een integraal bestanddeel van de systeemsoftware, zal deze ingegeven parameters strikt in acht nemen. Evenzo worden bij de automatische ontvlechting de met de hand ingelege vaste banen (CND, VCC) door de router gerespecteerd en aangesloten. **Het doorslaggevende argument** voor CALay-Basis is de mogelijkheid van de **100 % ontvlechting** zonder menselijke ingreep. De CALay-Basis kan zonder problemen uitgebreid worden tot het grote multi-user systeem CALay V03.



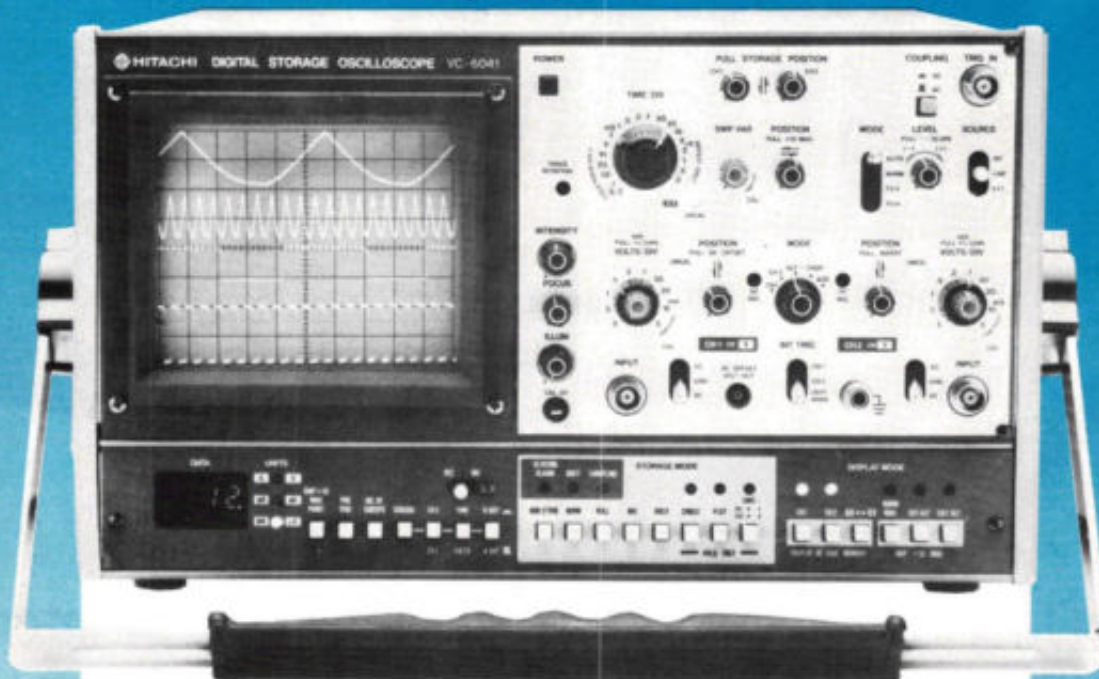
Uw partners voor
Professionele
Productieapparatuur voor
Elektronika

Industrieterrein Dombosch II
Lissenveld 49 - 4941 VK
Raamsdonksveer - Holland
Telefoon: 01621 - 21677
Telex: 74494 - Telegram: W&S

Vergelijk de VC 6041 digitale geheugenskoop: Meer voor minder bij



Vergelijk de Hitachi VC 6041 digitale geheugenskoop met z'n sterkste Amerikaanse concurrent in dezelfde prijsklasse. En konkludeer: Hitachi geeft méér mogelijkheden voor minder geld. Bovendien: Japanse perfectie en kwaliteit!



HITACHI VC 6041, 40 MHz geheugenskoop

Maximum sampling speed:
Normal mode: 40 MHz. Single shot; 10 MHz
storage per kanaal.

4k horizontale resolutie

8 bits verticale resolutie

10 x en 100 x horizontale uitvergroting

4 signalen kunnen worden opgeslagen en vergeleken

Cursorfuncties voor tijd en amplitudemetingen

Roll mode

Average mode,
instelbaar van 1 tot 256 sweeps

Pre-triggering in stappen van 0,1 div.,
instelbaar van 0,1 div. tot 9.9 div.

**Te gebruiken als 40 MHz scope met alle
eigenschappen van de V422 zoals:**

Dual channel triggering

DC-output

1 mV gevoeligheid

Vertragsingslijn

x-y schrijveruitgang

Optioneel GI-PB/IEEE 488 interface

3 jaar volledige garantie

Hitachi maakt al digitale storage skopen
vanaf f 5750,-

**3 jaar garantie op
kalibratie, onderdelen,
arbeidsloon. Gratis 2
meetprobes, stofhoes
en handboek.**

Vrijblijvend documentatie? Licht al voor u klaar! Bel of schrijf een kort briefje naar:

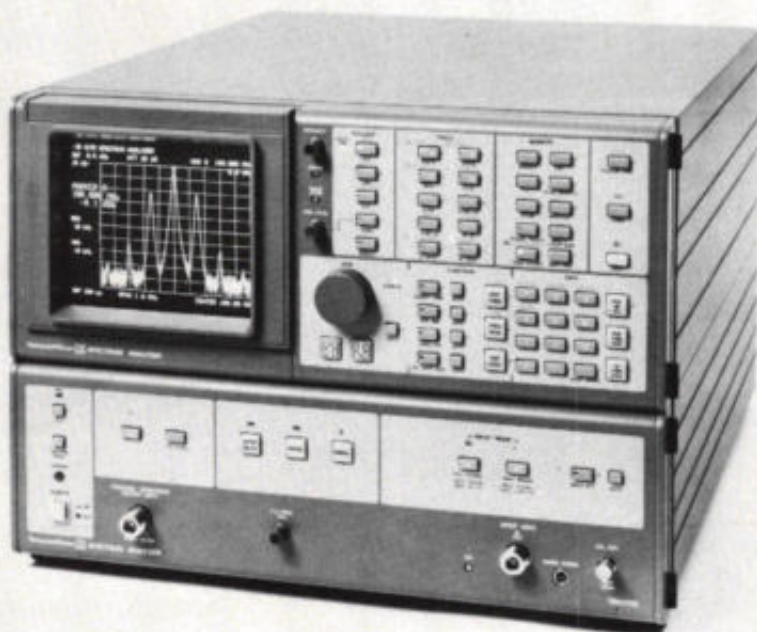


Bang & Olufsen
Measuring instruments division

Koninginneweg 54, 1241 CV Kortenhoef, Telefoon: 035 - 618 24, telex: bango nl. 43928

Elementaire EMI-metingen

Waarom, hoe en waarmee



Spectrumanalyser TR4172 (Takeda Riken) voor een frequentiegebied van 50 Hz ... 1800 MHz.

Elektromagnetische storingsverschijnselen (EMI) kunnen de oorzaak zijn van een onbevredigende werking van elektronische systemen en kunnen in zeer veel vormen optreden. Afgezien van de eindgebruikers van zulke systemen, kunnen we twee groepen onderscheiden van mensen die met EMI worden geconfronteerd. Enerzijds is er de groep die rechtstreeks te maken krijgt met EMC-problemen. Een reden kan zijn dat nieuw ontwikkelde apparatuur of zojuist geïnstalleerde systemen ongewenste invloed ondervinden door externe elektromagnetische velden of dat deze nieuwe apparatuur de goede werking stoort van reeds bestaande apparatuur. Anderzijds zijn er de mensen die moeten voldoen aan normen, gesteld ten aanzien van ongewenste uitstraling en immuniteit tegen instraling van EM-velden (ontwerpers) of die de naleving daarvan moeten controleren (keuringsinstanties). De hiermee verband houdende werkzaamheden dienen te worden uitgevoerd in goed geoutilleerde laboratoria, waar de kennis van deze materie verder reikt dan dit artikel kan beschrijven. Daarom poogt dit verhaal juist voor de eerstgenoemde categorie een aantal elementaire zaken op een rij te zetten om zo een indruk te geven wat er zoal komt kijken bij het verrichten van EMI-metingen.

Wie in de praktijk op EMC-problemen stuit, staat niet zelden onder grote druk. Doorgaans komen zulke problemen pas in een heel laat stadium van een project aan het licht en inherent hieraan zijn de middelen dan ook vaak beperkt. Als het produkt nog moet worden geïntroduceerd of de leverdatum van het systeem is reeds verstreken, is er sprake van een crisissituatie. De technicus of ingenieur die er dan (vaak bij toeval) in slaagt het probleem op te lossen, of de magische beweging doet waardoor

het probleem verdwijnt, wordt dan vaak bestempeld als EMI-specialist. Een ondankbare taak, omdat men zich eigenlijk niet goed op deze nieuwe functie kan voorbereiden.

Helaas hebben de Nederlandse TH's en HTS'en tot nu toe nauwelijks ingespeeld op deze voor industrie en bedrijfsleven toch zo belangrijke materie. Dit terwijl PTT en TNO zich al zo'n 10 jaar op het EMC-gebied bewegen. Waarschijnlijk ligt de ver-

klaring in het feit dat de EMC-problematiek zich het duidelijkst voordeed in de militaire hoek van onze samenleving. De universitaire wereld in Nederland heeft zich in het verleden steeds afzijdig gehouden van defensie-applicaties en dat is eigenlijk nog steeds het geval. Misschien komt daarin nu verandering, omdat EMC-aspecten overal opdoemen waar zich maar een stukje elektronica bevindt.

De kennis in Nederland op het gebied van EMI/EMC, en daaraan nauwverbonden zaken zoals EMP (*Elektromagnetische Puls*), is opgebouwd bij de PTT in Den Haag, Leidschendam en Groningen, TNO Fysisch Lab., HSA, NLR, IJkwezen, Philips Nat. Lab., Fokker, Marine en Landmacht.

VOORSCHRIFTEN

Indien men als Nederlands bedrijf wil exporteren, zal in de regel moeten worden voldaan aan de in het land van bestemming geldende voorschriften betreffende bijvoorbeeld veiligheid en elektromagnetische compatibiliteit. Zo gelden in West-Duitsland de VDE-normen (*Verein Deutscher Elektrotechniker*) en in de Verenigde Staten de FCC-normen (*Federal Communication Commission*).

Bij leveranciers en importeurs doen zich dan vragen voor zoals: voldoet een computer die aan de FCC-normen beantwoordt, automatisch aan de Europese standaard-eisen zoals IEC/CISPR, VDE 871/875 enz. en omgekeerd?

Het is dan handig te weten dat de FCC de elektromagnetische straling van computers aan banden heeft gelegd, terwijl in de meeste Europese landen emissievoorschriften van kracht zijn, die reeds geruime tijd geleden zijn vastgelegd. Deze zijn dan ook meer van toepassing op stoorstraling van elektromotoren en industriële apparatuur dan op computers.

Het is overigens zo, dat de CISPR-organisatie (onderdeel van IEC waarin van Nederlandse zijde het NEC participeert) inmiddels met aanbevelingen is gekomen aangaande apparatuur voor elektronische dataverwerking. Deze CISPR-aanbevelingen zijn niet bindend, maar worden naar verwachting tot EG-richtlijnen verwerkt waarna deze automatisch binnen een bepaalde termijn wettelijk verplicht worden in de EG-landen.

Deze ook voor Nederland in de toekomst geldende wetgeving, die dus is afgeleid van de CISPR-aanbevelingen, gaat waarschijnlijk erg veel lijken op de FCC-voor-



Tech-Etch
Braun Division

BREEZE
ILLINOIS INC



Victor Corp.
Electric Wire & Cable

CHOMERICS

**SPECIALISTEN
IN ELECTROMAGNETISCHE AFSCHERMING
E.S.D.-E.M.I.-R.F.I.-E.M.C.-(H)E.M.P.-(L)E.M.P.-TEMPEST**

EEMC bv

ELECTRONISCHE, ELECTRO-MECHANISCHE COMPONENTEN BV

Aris van Broekweg 20 1507 BB Zaandam / Postbus 1308 1500 AH Zaandam / Telefoon 075-177520 / Telex: 19016 (EEMC NL)

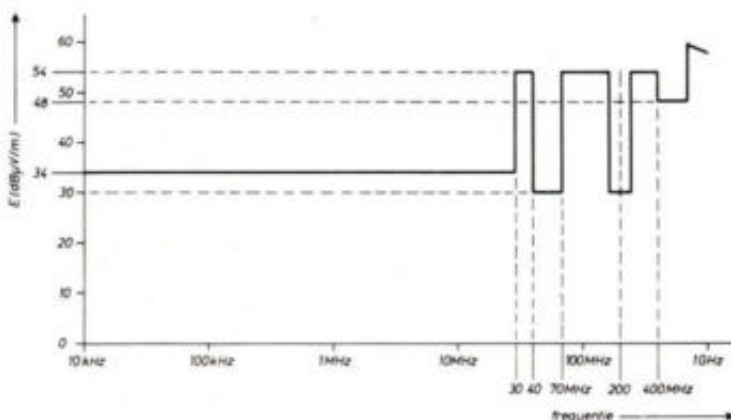


Fig. 1. Stoorstralingslimiet voor verschillende frequentiebanden, volgens VDE0871.

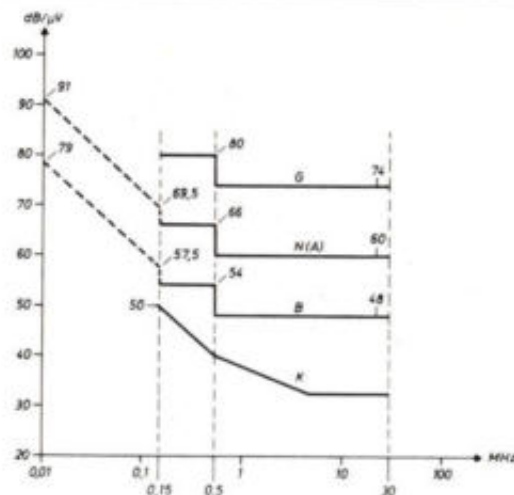


Fig. 2. Stoorspanningslimieten volgens VDE0871.

- G – voor industriële toepassingen
- N – voor instrumenten die beneden de 10 kHz werken in huishoudelijke omgeving
- A, B – voor instrumenten die boven de 10 kHz werken; limiet B moet worden gehaald door in serie geproduceerde apparatuur
- K – voor wetenschappelijke instrumenten

schriften. Dit geldt althans voor computers e.d., want voor andere industriële, wetenschappelijke of medische apparatuur lopen de voorschriften helaas niet altijd parallel.

Voor een ieder die binnen afzienbare tijd apparatuur, installaties of systemen op de markt wil brengen waarin op de een of andere manier „data processing” wordt gebruikt, lijkt het zinvol de FCC-richtlijnen te bestuderen. Aangezien digitale dataverwerking tegenwoordig in vrijwel alle elektronica voorkomt, verdienen de FCC richtlijnen (part 15-J, 10/1/83) zeker onze belangstelling. Wat houden deze richtlijnen nu eigenlijk in?

In het kort geven ze aan wat de stralingslimieten mogen zijn en op welke wijze de metingen moeten worden uitgevoerd. Stralingslimieten worden doorgaans gegeven in dB's boven 1 $\mu\text{V}/\text{m}$ en wel over een vastgestelde frequentieband. De limieten zijn zowel voor FCC als voor VDE ingedeeld in twee categorieën, 1 en 2 te weten

de *stoorstraling* (fig. 1) of *stralingsemissie* gemeten met behulp van een antenne op zekere afstand van het te meten object en de *stoorspanning* of *geleidingsemmissie* (fig. 2) gemeten aan de netingang van de stoorbron.

SMALLE- EN BREDEBANDSTORING

Alvorens in te gaan op meetmethoden en meetopstellingen om stoorstraling en stoorspanning te meten, zijn er nog twee definities van belang: smalbandige EMI (*narrowband EMI*) en breedbandige EMI (*broadband EMI*). Van beide zullen we een voorbeeld geven. Smalbandstoring is bijvoorbeeld de uitstraling van de lokale oscillator van een radio: storing op één discrete frequentie. Breedbandstoring is bijvoorbeeld de storing door fluorescentiebuizen (TL-verlichting), die storing veroorzaken over een breed frequentiespectrum.

Hoe herkent men nu of een bepaalde storing een smal- of breedbandig karakter heeft? Men zoekt dan met een stoorme-

tontvanger het frequentiegebied af en stijgt het gemeten stoor niveau snel, dan is er sprake van een smalbandige storing (fig. 3). Verandering van de middenfrequent-bandbreedte van de ontvanger heeft geen invloed op het afgelezen niveau.

Is er echter sprake van een breedbandstoring dan verandert het niveau bij het verstemmen van de meetontvanger niet of nauwelijks. Vergroot men de middenfrequent-bandbreedte dan zal het gemeten niveau stijgen en wel met 10 dB bij vergroting van de bandbreedte van bijvoorbeeld 10 kHz naar 100 kHz (fig. 4). Stijgt nu het gemeten niveau geen 10 dB maar bijvoorbeeld 7 dB dan zeggen we dat de storing een breedbandig karakter heeft.

Overigens zijn bij EMI-metingen de begrippen „smalle band” en „brede band” relatief. Ze zijn namelijk altijd gerelateerd aan de aard van de storing en de toegepaste middenfrequent-bandbreedte.

Termen voor smalbandige signalen zijn dBV, dBA, dBV/m. Breedbandige signalen

Fig. 3. Smalbandige signalen in relatie tot de selectiviteitscurve van de meetontvanger.

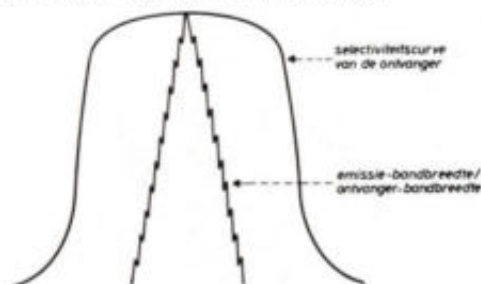
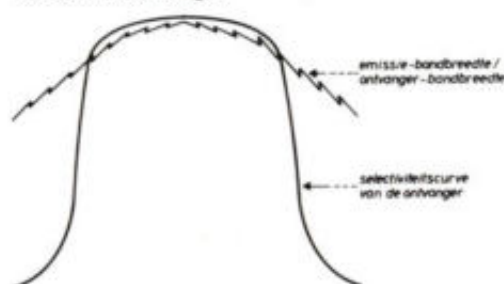


Fig. 4. Breedbandige signalen in relatie tot de selectiviteitscurve van de meetontvanger.



worden uitgedrukt in dBV/MHz, dBA/MHz, dBA/MHz, dBV/m/MHz.

Alvorens met het meten te beginnen is het van belang om te trachten vast te stellen met welk soort EMI we van doen hebben. Smalbandige EMI geeft meestal geen moeilijkheden. Bij breedbandige signalen moet men echter op een aantal zaken letten, vooral als de pulsduur kort is. We komen hierop later terug bij de bespreking van het gebruik van de spectrumanalysator voor EMI-metingen.

BENODIGDE FACILITEITEN VOOR EMI-METINGEN

Vooropgesteld moet worden dat het verrichten van EMI-metingen geen sinecure is. Veelal vormt een acuut probleem de aanleiding tot zulke metingen en dient dit probleem zonder veel kosten zo snel mogelijk te worden opgelost. Het wordt pas goed duidelijk welk prijskaartje aan een gestructureerd onderzoek hangt als we alles op een rij zetten. We zullen ons hier beperken tot een EMI-testfaciliteit, waarbij de te beproeven objecten een maximale grootte hebben van ca. 0,5 m³.

Zoals eerder gesteld, dienen we zowel de door het object uitgezonden straling als de aan de voedingsbron (doorgaans het „220 V-net“) afgegeven stoorspanning te meten. Hiervoor hebben we een gevoelige spectrumanalysator of EMI-meetontvanger met nauwkeurige gekalibreerde bandbreedten, verzwakkers, antennes e.d. nodig. Bovendien doet zich een ander probleem voor, als we de te meten elektromagnetische veldsterkten beschouwen, namelijk de *omgevingsruis*. Hieronder verstaan we storing uit de omgeving die de storing van het te meten object versluiert. Bijvoorbeeld de storing afkomstig van omroepzenders en andere in bedrijf zijnde elektronische apparatuur. Als bovengrens wordt doorgaans 1 GHz aangehouden. Deze grens is overigens volledig arbitrair en houdt gezien de toenemende etheractiviteit boven de 1000 MHz ook een zeker gevaar in. De continue vermogens in het microgolfgebied zijn echter relatief laag zodat daarmee ook de kans op instraling (althans voorlopig) kleiner is.

—Kooi van Faraday

Om een idee te geven welke veldsterkten zoal aanwezig zijn, dient fig. 5. Gezien deze veldsterkten is het duidelijk dat de EMI-metingen binnen een afgeschermd ruimte (kooi van Faraday) moeten plaatsvinden, wil men tenminste niet verstrikt raken in veel onduidelijke bijdragen uit het frequentiespectrum. Zo'n afgeschermd ruimte is bij voorkeur bekleed met stralingsabsorberend materiaal, zodat de door de antenne gemeten klemspanning c.q. veldsterkte alleen betrekking heeft op de nettobijdrage van het beproefde object en niet mede de gereflecteerde golf bevat. Wil men de ruimte ook voor lage frequenties goed absorberend maken, dan heeft dat consequenties voor de grootte van de

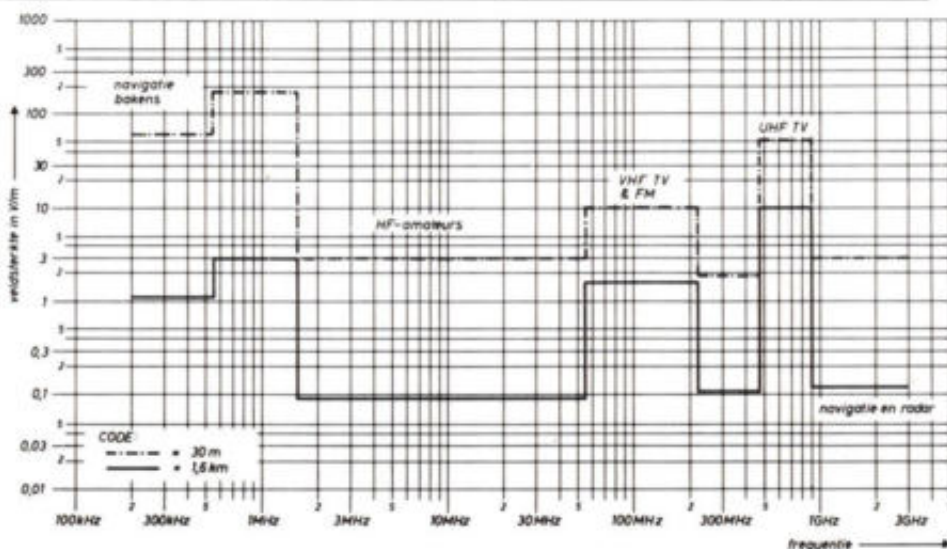


Fig. 5. Gemiddelde waarden van elektromagnetische velden veroorzaakt door zenders op een afstand van respectievelijk 25 meter en 1,6 km.

afgeschermd ruimte. Men moet namelijk op alle wanden grote absorberende kegels bevestigen, zie afb. 6. Bij kegels met een lengte van 2 m moet men dan toch al een kooi bouwen van minstens 9 m lang (2 × 2 m voor het absorberende materiaal, antenne op 1 m van de wand, object op 3 m van de antenne en 1 m van de wand) en 6 m breed (2 × 2 m voor het absorberend materiaal, object 1 m van beide zijwanden). De deur van de kooi moet goed sluiten en valt vaak in geleidende en verende koperen vingers. De netspanning voor verlichting, voeding apparatuur e.d., moet goed worden gefilterd. Bovendien moet een luchtverversingssysteem zijn aangebracht dat de werking van de afgeschermd kooi niet schaadt.

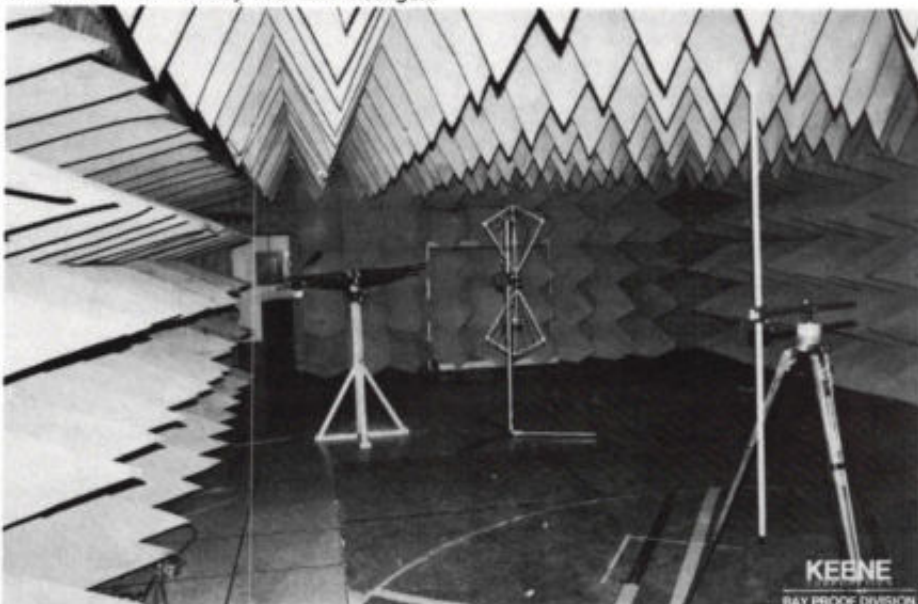
—Instrumentatie en accessoires

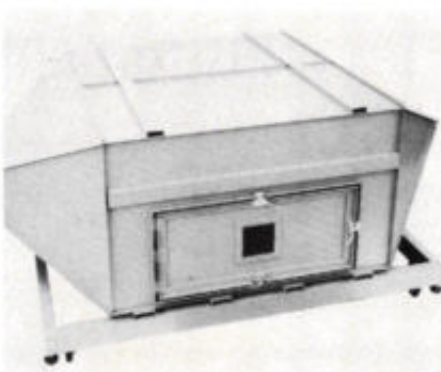
Met de in het voorgaande geschetste voorzieningen zijn we eigenlijk pas op de helft.

Nu moet de te beproeven apparatuur namelijk nog worden onderzocht op ontvankelijkheid voor straling van buitenaf. Dit facet noemen we *susceptibiliteits- of immuniteitsonderzoek* en hiervoor is een grote hoeveelheid apparatuur nodig. Een signaalgenerator of frequentiesynthesizer voor de gehele band, vermogensversterkers voor het creëren van voldoende sterke velden te zamen met diverse zendantennes. Bij de lage frequenties (tot 30 MHz) geeft dit problemen en wordt gebruik gemaakt van twee parallelle platen waartussen men een veld kan aanbrengen.

Toegepast wordt ook de *TEM-cel* of *Crawford-cel*, zoals getoond in afb. 7, die bestaat uit een geheel afgesloten kast van bepaalde afmetingen waarin de grondmodus en zijn veelvoudigen precies passen om zo een veld op te wekken zonder de omge-

Afb. 6. Kooi van Faraday voor EMI-metingen.





Afb. 7. TEM-cel, waarin van kleine apparaten de immuniteit voor grote veldsterkten kan worden beproefd in het frequentiegebied van 150 kHz ... 150 MHz.

ving te schaden. De TEM-cel wordt gebruikt voor immuniteitsbeproeving van kleine instrumenten en dankt zijn naam aan de transmissiemodus van het elektromagnetisch veld dat in de cel wordt opgewekt. Hierbij staan de elektrische en magnetische componenten van het EM-veld loodrecht op elkaar, zoals dat bij velden op grotere afstand van de stralingsbron het geval is. De cel wordt aan één zijde aangestuurd met de energie afkomstig van een vermogensversterker die wordt voorzien van het signaal uit een zwaai-generator. De constructie van de cel vormt de juiste impedantie voor volledige omzetting van geleidingsenergie naar stralingsenergie. Afhankelijk van de gewenste veldsterkte zijn TEM-cellen bruikbaar tot enkele honderden megahertz.

EENVOUDIGE OPZET VOOR EMI-METINGEN

Voorgaande omschrijving van een EMI-testruimte is meestal niet haalbaar voor degene die zich voor het eerst met EMI-metingen wil bezighouden. Laten we er vanuit gaan dat we storingsvrije metingen willen verrichten, d.w.z. evaluaties maken zonder misleidende resultaten tengevolge van omgevingsvelden. We gebruiken dan een goed geleidende grondplaat (bijv. koper) op de de werktafel. Eventueel kan hier ook

aluminiumfolie voor worden gebruikt. Dit vlak is dan de gemeenschappelijke aardreferentie voor alle meetapparatuur, die dan aan „nul volt” worden verbonden door brede aardkabels, en zorgt in ieder geval voor het vervangen van de ongedefinieerde aardreferentie van het stopcontact. Fig. 8 schetst een dergelijke meetopstelling.

EMI-metingen met oscilloscoop

Als men niet over een spectrumanalysator beschikt, is het toch mogelijk een algemene EMI-diagnose te stellen met behulp van een oscilloscoop, die dan wel voldoende bandbreedte moet hebben: 20 MHz is het minimum en 100 MHz is ruim voldoende om de meeste „gewone” problemen op te lossen. De oscilloscoop moet worden gebruikt met een 50 Ω -coaxkabel, als het signaal in kwestie deze impedantie tenminste kan verdragen. Dit vermindert de gevoeligheid van de oscilloscoop maar stabiliseert de meting in een constante impedantie (normaal heeft een oscilloscoop een ingangsimpedantie van 1 M Ω parallel aan ca. 10 ... 30 pF).

De doorgaans niet zo geweldige gevoeligheid van een oscilloscoop (1 ... 5 mV/div) kan worden verbeterd door bij een tweekanaals oscilloscoop twee kanalen in cascade te schakelen. Hiertoe moet de uitgang van kanaal 1 beschikbaar zijn en worden ingevoerd in kanaal 2. Zo is het mogelijk om ca. 100 μ V te detecteren.

Stroomtangen

Stroomtangen zijn een handig stuk gereedschap voor de opsporing van stoorbronnen. Ongeacht de koppelweg (stralend of geleidend), want de stoorbron treedt uiteindelijk op als een hoogfrequente stroom.

Als de stroomtang om de gehele kabel wordt geklemd (dus om heen- en retourleiding) zal deze uitsluitend common-mode stromen oppikken. Bij „differential-mode” stromen zullen namelijk de fluxen tegen elkaar wegvallen. Om de stroomtang te kunnen gebruiken moet de wikkelverhouding bekend zijn. Dit noemt men de zgn. *transferimpedantie* (in V/A) die aangeeft hoe-

veel millivolt de tang afgeeft bij een stroom van 1 mA. Deze transferimpedantie is frequentie-afhankelijk!

Magnetische lusantenne

Echte veldsterktemetingen zijn niet mogelijk zonder gekalibreerde antenne en een gevoelige afstembare spectrumanalysator of EMI-meetontvanger. Twee simpele sensoren kunnen echter al een kwalitatieve indruk geven van de grootte van de stoorstraling.

Een magnetische lusantenne kan worden gemaakt door een spoel te winden rond een geïsoleerde mantel. Om te voorkomen dat dit geheel als een elektrische antenne gaat werken brengen we hieromheen een afscherming aan in de vorm van een niet-gesloten huls van koperfolie of iets dergelijks.

De aansluitdraden bestaan uit korte afgeschermdde kabels waarvan de ene aansluit op de middenpen van de BNC-connector en de andere op de buitenmantel (aarde). Met afmetingen als aangegeven in fig. 9 geeft deze lusantenne ongeveer:

10 mV per 10^{-4} Wb/m² op 100 Hz
100 mV per 10^{-4} Wb/m² op 1 kHz
1 V per 10^{-4} Wb/m² op 10 kHz

Bij deze waarden is er vanuit gegaan dat de maximale waarde wordt opgevangen (deze lusantenne is zeer richtinggevoelig).

Elektrische antenne

Als elektrische antenne is een staafantenne met een lengte van 1 meter en voorzien van een BNC-plug geschikt (50 Ω afslui-

Fig. 9. Magnetische lusantenne.

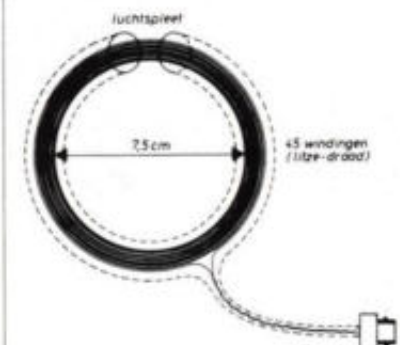


Fig. 10. Oscillogram van de met een staafantenne gemeten elektrische veldsterkte.

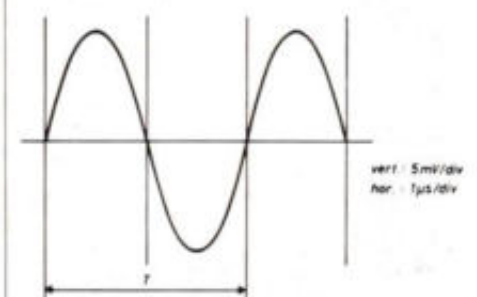
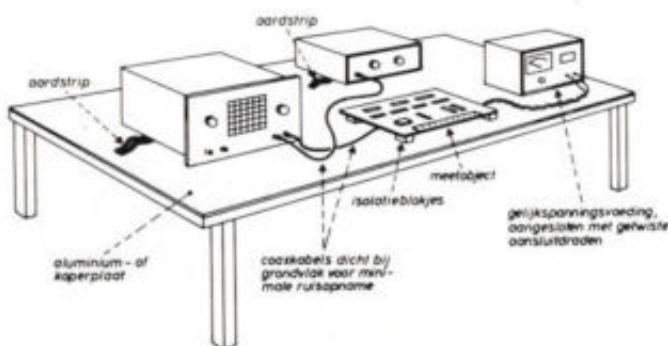


Fig. 8. Meettafel met grondplaat van koper of aluminium waarmee de meetinstrumenten door middel van brede aardstrips zijn verbonden voor een goed gedefinieerde aardreferentie.





HELPERS- IN-NOOD

Welke vergelijkbare sprays zouden u hetzelfde kunnen bieden: losmaken, verwijderen, reinigen, beschermen? Door dit veelzijdige effect zijn ze beroemd geworden: KONTAKT 60, 61 en WL. Zij sproeien vuil-, oxyde- en sulfidelagen eenvoudig weg. Daarna kan er weer moeiteloos geschakeld en gestuurd worden. Daarbij zorgt voortdurende bescherming tegen korrosie, voor onberispelijke schakelfuncties.

Voor sensor- of tiptoetsschakelaars is er TUNER 600. Dat geeft vuil geen kans. Omdat het erg grondig werkt. Zelfs kontakten en schakelinstallaties die onder spanning staan, kunt u in een handomdraai reinigen, zonder de capaciteits- of frequentiewaarden te veranderen. Want TUNER 600 geleidt niet. Bovendien droogt het op zonder sporen achter te laten. Het is onschadelijk, brandt niet en is door en door bedrijfszeker.

Zo helpen de produkten van Kontakt-Chemie u tijd en kosten besparen. Hierop vertrouwen alle vaklieden in de gehele wereld. Gaarne zenden wij u uitvoerige inlichtingen na ontvangst van onderstaande bon in gefrankeerde enveloppe.

☐ Gaarne nadere informatie over KONTAKT 60, 61 en WL en/of TUNER 600

☐ Gelieve tevens uw gratis brochure "Schone Kontakten" met nuttige werkplaats-tips te zenden.

Firma _____
Naam _____
Adres _____
Plaats _____ Tel. _____

Connector BV

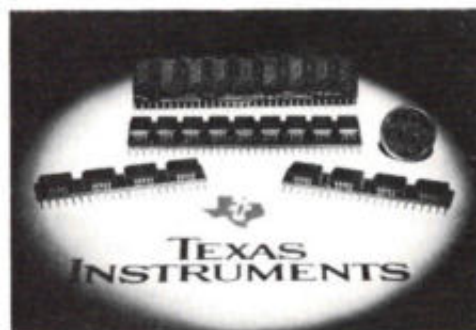
Helicopterstraat 20 - 1059 CG Amsterdam
Telefoon 020-159209-156924 - Telex 10189

Diode, Hollantlaan 22, 3526 AM Utrecht. Tel.: 030/884214/Rue de L'Aeronet 2, 1140 Bruxelles. Tel.: 02/2162100

Texas Instruments biedt zoveel meer ...

TI is 's werelds grootste producent van 64k dynamische RAM's.

Door toepassing van de zgn. square array architectuur is een zeer geringe chipafmeting gerealiseerd met als resultaat een lage vermogensconsumptie en een zeer hoge betrouwbaarheid.



TI biedt zoveel meer

- single supply 5V $\pm$ 10%
- low power: 125mW actief
17.5mW standby
- high speed: 120, 150 en 200ns row access
- protectie tegen alpha partikels ter voorkoming van soft errors
- leverbaar in plastic, keramisch en MIL883B
- organisatie 64k x 1 of 16k x 4
- bijbehorende DRAM controller
TMS4500ANL



Nieuw van Texas Instruments:
single in line geheugenmodules voor
4x meer geheugen per cm² PC-board
en een ultra korte montagetijd.
Leverbaar in o.a. 64k x 4 of 5, 64k x 8
of 9 en 256k x 1.

DIODE

ting). Uitgedrukt in topwaarden, geeft een dergelijke antenne ongeveer:

2,5 mV per V/m van het elektrisch veld rond 0,5 MHz
 5 mV per V/m van het elektrisch veld rond 1 MHz
 50 mV per V/m van het elektrisch veld rond 10 MHz
 0,5 V per V/m van het elektrisch veld rond 75 MHz

De verhouding elektrische veldsterkte (in V/m) afgegeven antennespanning (in V) wordt *antennefactor* genoemd.

Bijvoorbeeld, stel dat in fig. 10 een top-top-waarde van 20 mV van de staafantenne wordt gemeten op een frequentie $1/(2 \times 1\mu s) = 0,5$ MHz.

De corresponderende elektrische veldsterkte is $\frac{1}{2} \cdot 20 \text{ mV} / 2,5 \text{ mV V/m} = 4 \text{ V/m}$. De veldsterkte van dit signaal komt overeen met die van een krachtige AM-zender op 1 km afstand!

INSTRUMENTATIEKEUZE VOOR EMI-METINGEN

De in de vorige paragraaf beschreven metingen zijn de primitiefste EMI-metingen die men kan verrichten. Voor nadere analyse en oplossing van een probleem dient men te weten welke frequentiecomponenten zich in het elektromagnetisch spectrum bevinden; meting daarvan vereist het gebruik van een spectrumanalysator of een EMI-meetontvanger. In het volgende zullen we een paar aspecten van zulke instrumenten onder de loep nemen.

– Gevoeligheid

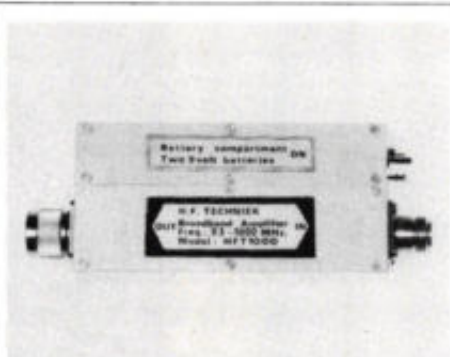
Bij de afweging of voor EMI-metingen moet worden gekozen voor een spectrumanalysator of EMI-meetontvanger, zijn functie en prijs belangrijke factoren.

Een spectrumanalysator is voordeliger omdat men kan volstaan met één instrument voor het frequentiegebied van 10 kHz ... 1 GHz, terwijl voor hetzelfde frequentiegebied twee meetontvangers nodig zijn. Het ontbreken van een ingebouwde voorversterker (voor extra gevoeligheid) en een preselector (ter voorkoming van verzadiging) zouden het idee kunnen geven dat een spectrumanalysator ongeschikt is voor EMI-metingen.

Nu hoeft het ontbreken van een voorversterker geen probleem te zijn. Voor een betrekkelijk laag bedrag kan men zich al een losse voorversterker van zeer goede kwaliteit aanschaffen. Afb. 11 toont zo'n voorversterker, die over het frequentiegebied van 0,1 ... 1000 MHz een versterking geeft van 30 dB bij een ruisgetal van 7 dB. Het ruisgetal van spectrumanalysator inclusief voorversterker komt dan op ca. 10 dB, waarmee de gevoeligheid in één klap beter is dan van de meeste EMI-meetontvangers.

– Intermodulatie

Potentiële problemen door het optreden van verzadiging en vervorming kunnen



Afb. 11. Bredebandversterker 0,1 ... 1000 MHz.

worden voorkomen door het verwijderen of onderdrukken van de sterke signalen. Als bijvoorbeeld bij niet afgeschermd metingen sterke FM-signalen aanwezig zijn, moeten deze voor de ingang van de spectrumanalysator of meetontvanger worden verwijderd als het instrument niet op die signalen is afgestemd. Anders is het mogelijk dat deze sterke omgevingssignalen verzadiging van de ingangsmengtrap ten gevolge hebben, met de daaraan verbonden distorsieproducten van de niet-lineaire mengtrap.

Een manier om te controleren of we met een „echt” signaal dan wel met een intermodulatieproduct te maken hebben, is het inschakelen van een extra 10 dB HF-verzwakking. Het tweede-orde-intermodulatieproduct zal dan 20 dB dalen en het derde-orde-intermodulatieproduct zal 30 dB dalen.

– Preselectie

EMI-meetontvangers verwijderen inkomende signalen buiten de band door middel van een meelopende HF-preselector of vaste banddoorlaatfilters. Veronderstel dat we een sterke FM-zender hebben op

100 MHz. Een spectrumanalysator zonder preselectie zal in dat geval een tweede harmonische produceren op 200 MHz. Met een preselector wordt het signaal op 100 MHz verwijderd indien op 200 MHz is afgestemd, waardoor genoemde harmonische ontbreekt. Natuurlijk kan ook een meetontvanger geen ongewenste producten verwijderen die binnen de bandbreedte van de preselector vallen. Zo wordt een derde-orde-intermodulatieproduct op 101 MHz, veroorzaakt door signalen op 99 en 100 MHz, niet onderdrukt door een op 100 MHz afgestemd preselectiefilter met een bandbreedte van 5 MHz.

– Spectrumanalysator met extern programmeerbaar filter

Bij een EMI-meting buiten een afgeschermd ruimte moet men altijd rekening houden met sterke omgevingssignalen, vooral met FM-signalen. Door een spectrumanalysator te gebruiken in combinatie met een al dan niet programmeerbare filterkast, kan men veel problemen voorkomen. Zulke voorschakelfilters voorkomen tevens meetfouten bij breedbandige signalen, veroorzaakt door korte, al dan niet intermitterende storingimpulsen.

Een korte impuls in het tijddomein blijkt, indien getransformeerd naar het frequentiedomein, een groot deel van het frequentiespectrum in beslag te nemen. Naarmate de pulsflanken steiler verlopen zullen de frequentiecomponenten een grotere bandbreedte beslaan. Fig. 12 illustreert dit aan de hand van twee impulsen, A en B, met stijgtijden τ_R van resp. 5 ns en 5 μs .

De impulsenergie wordt als het ware uitgesmeerd over het spectrum. Hoewel de individuele frequentiecomponenten zo klein kunnen zijn dat ze nauwelijks boven de ruisvloer van de ontvanger/analysator uitkomen, zal de ingangsschakeling (meng-

EMI-meetontvanger met preselector (Chase Electronics) voor een frequentiegebied van 25 MHz ... 1000 MHz.



Gould,....Innovatie en Kwaliteit in
Schakelende Voedingen.

GOULD HIFLEX

1800 COMBINATIES TOT 750 WATT

Hiflex is meer dan een power supply, het is een voedingssysteem!
Door de middel van outputmodules kunt u de voeding samenstellen die exact past in uw systeem.

Er zijn 12 modules beschikbaar in de range van 5 tot 28 volt en 5 tot 150 ampère.

Door toepassing van magnetische versterkers zijn de uitgangen volledig onafhankelijk van elkaar.

Natuurlijk geldt ook hier de hoge kwaliteit en betrouwbaarheid die GOULD producten eigen is. Vraag dus uitvoerige documentatie en/of prijsopgave voor uw systeem aan:

GOULD INSTRUMENTS SYSTEMS NETHERLANDS

Meenthof 15

1241 CP KORTENHOEF

Telefoon: 035-63418 (België: 02-648 89 60)

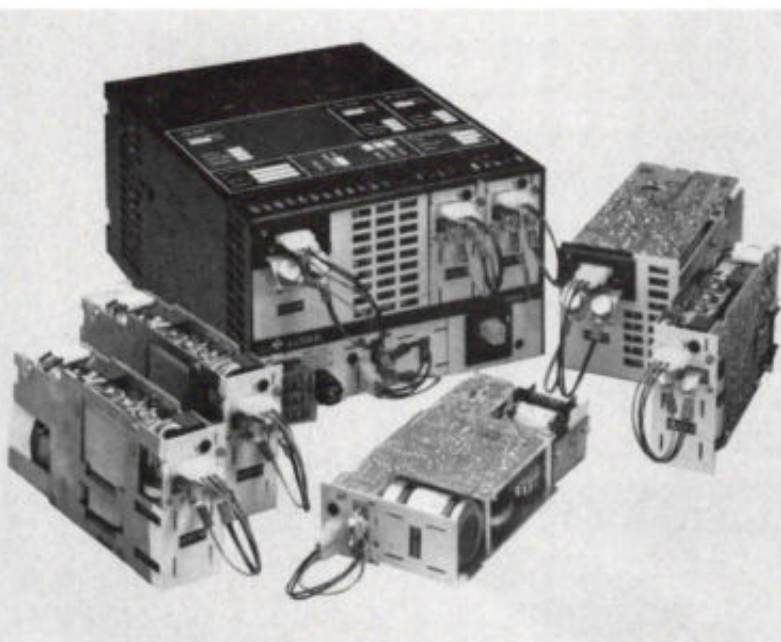
Telex: 43514 GISN NL

Antwoordnummer 1502
1200 WL KORTENHOEF

geen
postzegel
nodig

- ☐ MG-, MMG- en MGT Power Supplies;
- ☐ Hiflex Modulair Systeem
- ☐ Open Frame Switchers

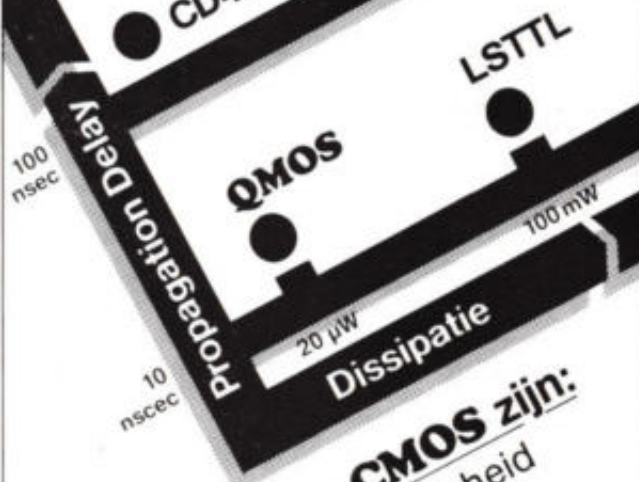
Naam :
Bedrijf :
Adres :
Postcode :
Plaats :
Telefoon :



VEKANO & RCA-QMOS

RCA combineert de
voordelen van LSTTL en
CMOS in één circuit en
noemt het QMOS

● CD4000



Enkele kenmerken van CMOS zijn:

- Hoge storingsongevoeligheid
- Direct L.S. TTL. compatibel
- Functie compatibel met CD4000 (HCT).
- 2-6 V voedingsspanning (HC).
- 4,5-5,5 V voedingsspanning (HCT).
- "Propagation delays" 8ns.
- Aanzienlijke verlaging van de dissipatie t.o.v. L.S. TTL.
- Wordt door meerdere leveranciers geleverd.

VEKANO
Urkhovenseweg 7A
5641 KA Eindhoven
tel. 040-810975

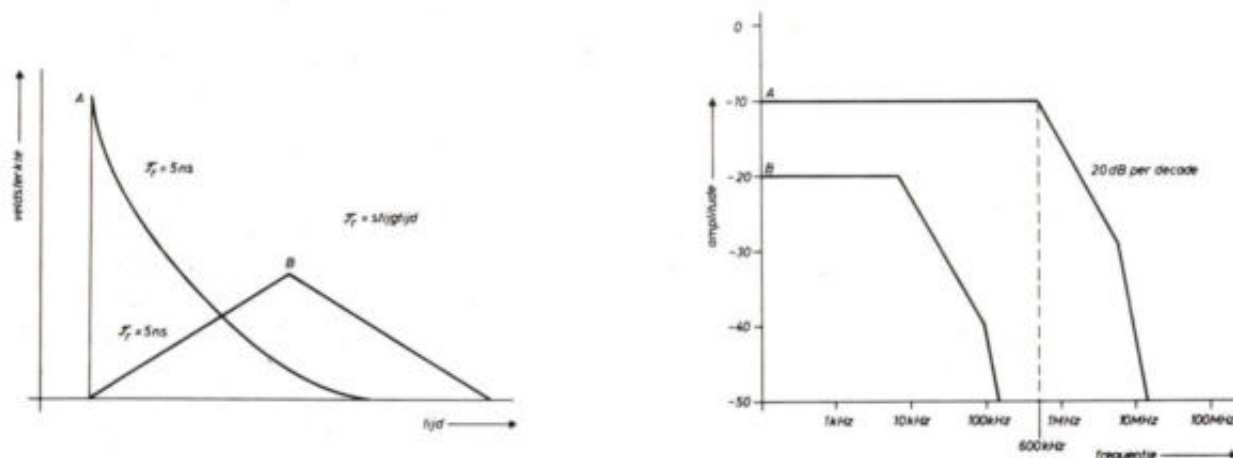


Fig. 12. Bij toenemende flanksteilheid zullen impulsen een grotere bandbreedte in beslag nemen.

trap) toch verzadigd kunnen raken door de totale ontvangen energie. Een eenvoudige remedie voor stoorspanningsmetingen is het gebruik van hoog- en laagdoorlatende filters. Overigens behoeft men zich in 99% van alle gevallen geen zorgen te maken over deze breedband-interferentie. Doorgaans zijn de stoorniveaus namelijk te laag om de mengtrap in verzadiging te kunnen sturen.

Eigenschappen van spectrumanalysatoren

Hoewel de EMI-meetontvanger het voordeel heeft te beschikken over ingebouwde voorversterkers en preselektors, biedt de spectrumanalysator een aantal mogelijkheden die bij EMI-meetontvangers ontbreken. Enkele van de belangrijkste aanvullende eigenschappen van een spectrumanalysator zijn het zeer snel door de frequentieband zwaaien waarbij in één zwaai een willekeurig brede frequentiespanse kan worden weergegeven en mogelijkheden om eenvoudig automatische metingen te verrichten.

Sommige spectrumanalysatoren beschikken over geavanceerde faciliteiten die deze instrumenten bijzonder geschikt maken voor EMI-metingen, zoals:

- een grote variëteit van resoluties en videobandbreedten;
- ingebouwde CISPR-bandbreedten;
- synthese-afstemming met grote frequentie nauwkeurigheid;
- interne amplitudekalibratie waardoor een sterk verbeterde amplitudenauwkeurigheid wordt bereikt;
- digitale functies die gecombineerd met digitale geheugens meer kanalen mogelijk maken, waardoor men deze onderling kan vergelijken.

Door digitale functies kan men ook wiskundige bewerkingen op de signalen loslaten, zoals aftrekken (normalisering) en „maximum hold“-functies.

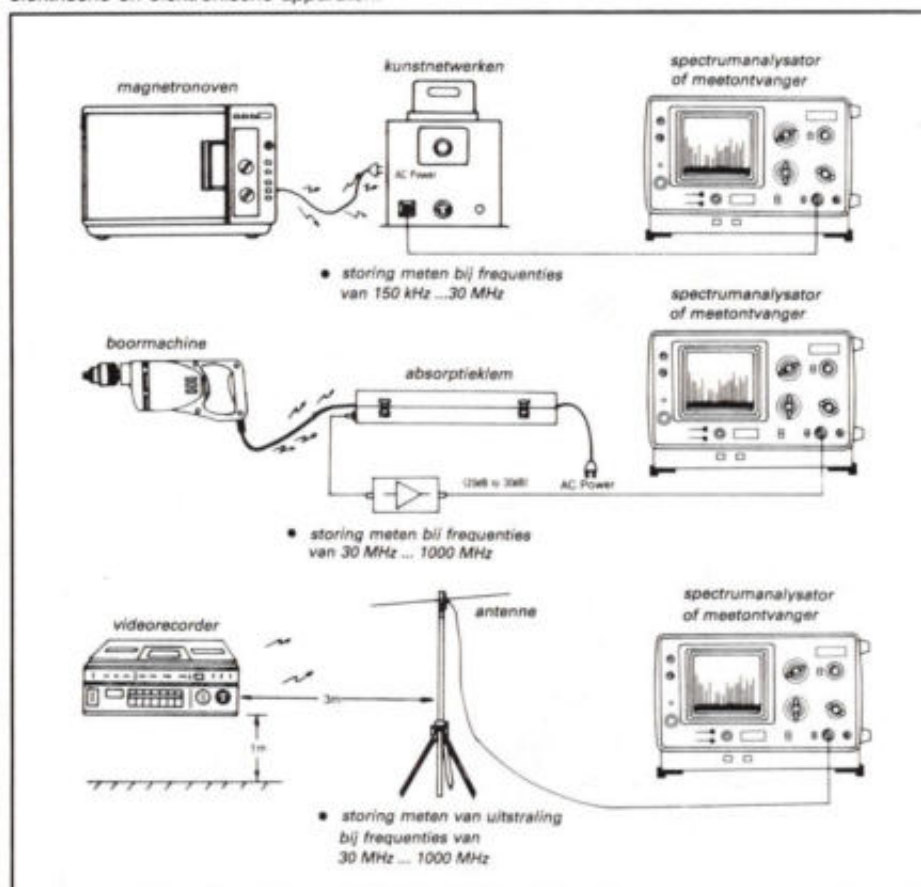
Omdat geen bandfilters (preselektors)

worden gebruikt, kan de spectrumanalysator willekeurig brede spectrumdelen in één zwaai laten zien. Deze eigenschap is mogelijk doordat de spectrumanalysator niet hoeft te schakelen tussen de banden en, daardoor snel de stoorstraling van het meetobject kan weergeven. Dit is belangrijk zowel voor het beproeven volgens CISPR- of VDE-normen als voor de ontwikkelaar die op snelle wijze mogelijke stoorstraling van een prototype wil kunnen opsporen. Als men bijvoorbeeld bij de zoge-

naamde „3-metertest“ de antenne naar boven en beneden moet bewegen en ook het meetobject op een tafel moet rond-draaien, is het belangrijk om optredende verschillen onmiddellijk te kunnen constateren.

Indien de spectrumanalysator over een „maximum hold“-functie beschikt, wordt bovendien de maximale waarde van alle meetposities vastgehouden. Bij meer digitale sporen (kanalen) kan op het ene ka-

Fig. 13. Voorbeelden van de toepassing van meetaccessoires bij het meten van EM-storing aan elektrische en elektronische apparaten.



naal de maximale waarde en op het andere kanaal de „real-time“-waarde worden getoond. De meest geavanceerde spectrumanalysatoren beschikken over een ingebouwde tracking-generator. Deze combinatie kan worden gebruikt om van filters zowel het amplitude- als het fasegedrag te meten. Tevens kan men de tracking-generator gebruiken om vermogensversterkers aan te sturen voor het creëren van elektromagnetische velden voor susceptibiliteitsmetingen.

SPECIALE ACCESSOIRES

Belangrijke accessoires voor EMI-metingen zijn ondermeer kunstnetwerken, absorptieklemmen, speciale meetkoppen, raamantennes, dipoolantennes, logperiodische antennes, meetcellen, voorversterkers, selectieve filters, impedantiëtransformatoren, digitale geheugens en XY-recorders. Een paar van deze zaken zijn in het voorgaande al ter sprake gekomen. Fig. 13 geeft een indruk van een paar toepassingen van accessoires voor het meten van elektromagnetische storingen. Ter afronding zullen we enige meet-accessoires iets nader toelichten, uitgaande van bestaande producten.

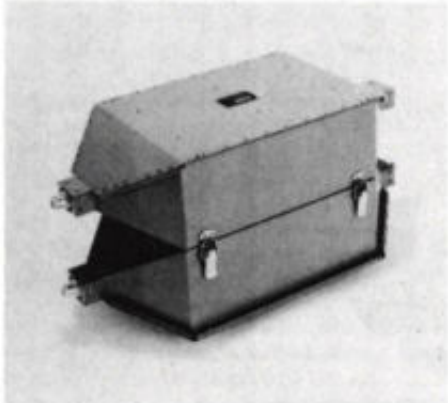
– Afschermings-meetcel

De TR17301 (afb. 14) is een meetcel bestemd voor het meten van het afscher-

Afb. 14. Meetcel TR17301 voor meting van het afschermingsrendement van instrumentbehuizingen voor stralingsvelden in de directe omgeving van de stoorbron.



Afb. 15. Meetcel TR17303 I/II voor meting van het afschermingsrendement van instrumentbehuizingen voor stralingsvelden op grotere afstand van de stoorbron.



mingsrendement van instrumentbehuizingen, speciaal voor stralingsvelden in de directe omgeving van de storingsbron. Meetgebied: 1 ... 1000 MHz.

– TEM-modus-afschermingsmeetcellen

De in afb. 15 getoonde meetcellen TR17302 I/II zijn geschikt voor het meten van het afschermingsrendement van instrumentbehuizingen, voor stralingsvelden op grotere afstand van de storingsbron. Meetgebied: 1 ... 1000 MHz.

– HF-meetkop

Indien geen kunstnetwerk kan worden gebruikt, kan met een HF-meetkop worden gemeten. De meting zal dan moeten plaatsvinden tussen één zijde van de net-aansluiting en aarde. Voor dit doel is de 1500 Ω meetkop TK9416 ontwikkeld, zie afb. 16. Deze meetkop heeft een bandbreedte van 150 kHz tot 30 MHz en be-



Afb. 16. HF-meetkop TK9416.

Afb. 17. Dipoolantenne TR1722.



Afb. 18. Biconische antenne 3104.



staat uit een blokkeercapaciteit en een weerstand waarmee de 50 Ω van het meetinstrument in serie staat, zodanig dat de totale weerstand tussen de lijn en aarde 1500 Ω bedraagt.

– Dipoolantenne

De halvegolflengte-dipoolantenne TR1722 (afb. 17) wordt samen met een spectrumanalysator of meetontvanger gebruikt voor het verrichten van elektrische veldsterkte- of interferentiemetingen tussen 25 en 1000 MHz. De antenne bestaat uit vier paar dipool-elementen met telescopische instelling. Ter vereenvoudiging van de afstemming zijn de frequenties op de dipolen gegraveerd. Bij de antenne behoren kunststof mastdelen en een houten statief in canvas foudraal voor mobiel gebruik.

– Biconische antenne

Een biconische antenne voor veldsterktemetingen in het frequentiegebied van 20 ... 200 MHz is het in afb. 18 getoonde type 3104 van EMCO. Gegeven het formaat is een dergelijke antenne zeer geschikt voor het meten van het afschermingsrendement in afgeschermden ruimten.

– Actieve elektrisch-veldantenne

De „3301“ is een actieve staafantenne met een breedbandige lageruisversterker die

Afb. 19. Actieve elektrisch-veldantenne.



werkt in het frequentiegebied van 14 kHz tot 30 MHz, zie afb. 19. De antenne heeft een ingebouwde batterijvoeding, is geschikt voor elke ontvanger met een 50 Ω ingang en is bruikbaar voor veldsterkten tot 2 V/m.

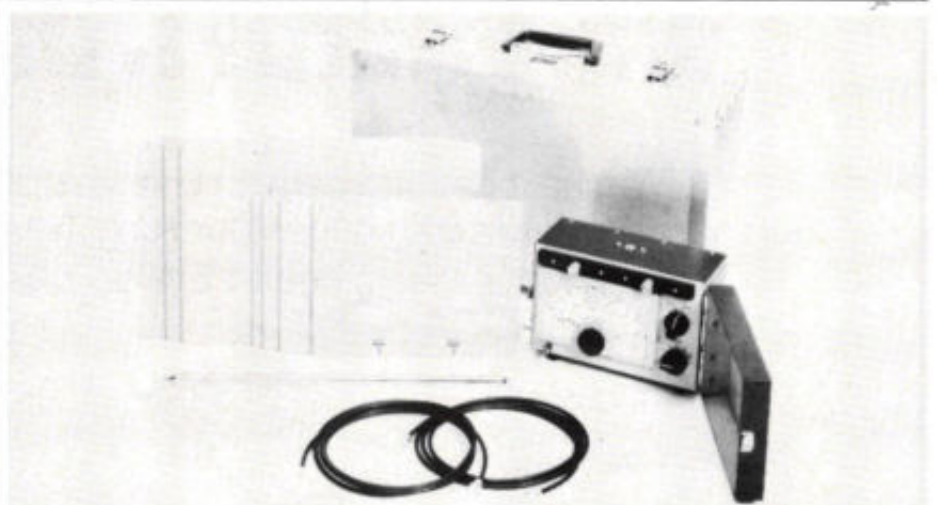
- Antenne-set

De antenne-set TR1720 (afb. 20) bestaat uit een afstemeenheid, een telescopische staafantenne en geïntegreerde raamantennes voor het verrichten van veldsterktemetingen op het E-respectievelijk H-veld. De afstemeenheid is continu afstembaar over zeven frequentiebanden van 100 kHz tot 30 MHz en is voorzien van een BNC-ingang en -uitgang zodat deze tevens fungeert als voorschakelfilter voor spectrum-analysator of meetontvanger voor het uitsluiten van impulsruis beneden de afgestemde frequentie.

Bij de antenne-set behoort een lichtmetalen transportkistje en een op serienummer gesteld kalibratieblad dat de specifieke antennecoëfficiënten vermeldt.

CONCLUSIES

In dit artikel is getracht een idee te geven van wat er zoal nodig is voor het meten van elektromagnetische interferentie. Door het toenemende gebruik van potentiële stoorbronnen zoals schakelende voedingen, microprocessors, communicatiezenders e.d. en door de steeds minder goede afscherming van elektronische apparatuur in



Afb. 20. Antenne-set TR1720.

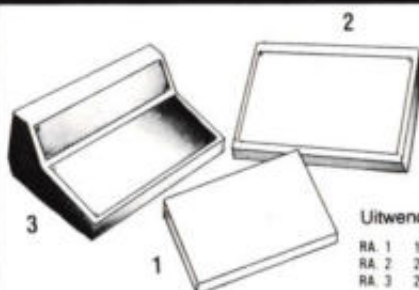
plastic behuizingen zullen steeds meer technici en ingenieurs rekening moeten houden met EMC-aspecten. Dat de materie actueel is blijkt uit de grote belangstelling voor diverse EMC-seminars die de laatste tijd in Nederland zijn gehouden. Zo trok het seminar „Storingsmeting” dat verleden jaar door Koning en Hartman werd georganiseerd ca. 400 deelnemers.

Een zeer eenvoudige opzet om een eerste indruk van stoorstraling te krijgen is in het voorgaande gegeven. Voor professioneel

EMI-onderzoek is wel iets meer nodig en men kan zich terecht afvragen of iedereen die tegen EMI-problemen aanloopt zich, gezien de daarmee gemoeide investeringen, ook professioneel moet uitrusten. Er zijn in Nederland reeds (beperkte) mogelijkheden om testfaciliteiten inclusief EMC-specialist in te schakelen. Ook KH zal binnenkort op dit terrein gaan opereren.

Inl.: Koning en Hartman Elektrotechniek BV, postbus 43220, 2504 AE Den Haag (070) 210101.

RETEX BOX



ABOX

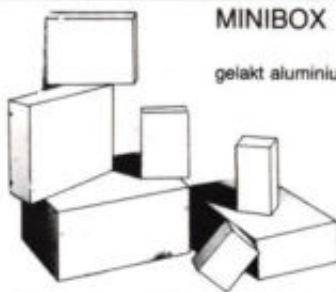
Kunststof (A.B.S.)
tafelbehuizing met
aluminium paneel.
Geschikt voor europakaart
100 x 160 en 160 x 233

Uitwendige en paneelmaten:

RA 1	190 x 120 x 60	35	175 x 100
RA 2	285 x 185 x 80	35	250 x 160
RA 3	265 x 185 x 115	35	250 x 100 + 250 x 50

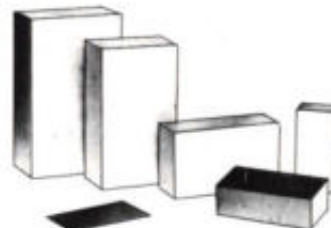
MINIBOX

gelakt aluminium



type	A mm.	H mm.	P mm.
RM 121	40	25	55
RM 222	55	25	75
RM 231	40	35	75
RM 234	105	35	75
RM 331	55	35	105
RM 334	125	35	105
RM 441	55	45	125
RM 462	85	60	125
RM 543	105	45	155
RM 563	105	60	155
RM 574	125	75	155
RM 643	125	45	175
RM 674	155	75	175
RM 762	125	60	205
RM 785	205	105	205

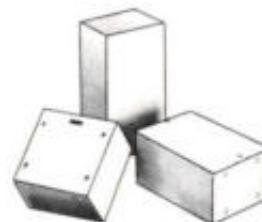
BEHUIZINGEN



POLIBOX

Kunststof (A.B.S.)
onderbak met
aluminium paneel.

RP. 0 GA	90	45	30
RP. 1 GA	110	55	35
RP. 2 GA	125	70	40
RP. 3 GA	155	90	50
RP. 4 GA	190	110	60
RP. 5 GA	220	135	75



MURBOX

Geschikt voor wandmontage
Voorzien van
flensen voor
printplaatmontage.

RL 1	73 x 73 x 54
RL 2	73 x 103 x 54
RL 3	73 x 133 x 54

ALLEEN VERTEGENWOORDIGER IN NEDERLAND

 **van vliet**

Vlielandseweg 20, Postbus 65, 2640 AB Pijnacker
Tel. 01736-4960/4961 Telex 38247

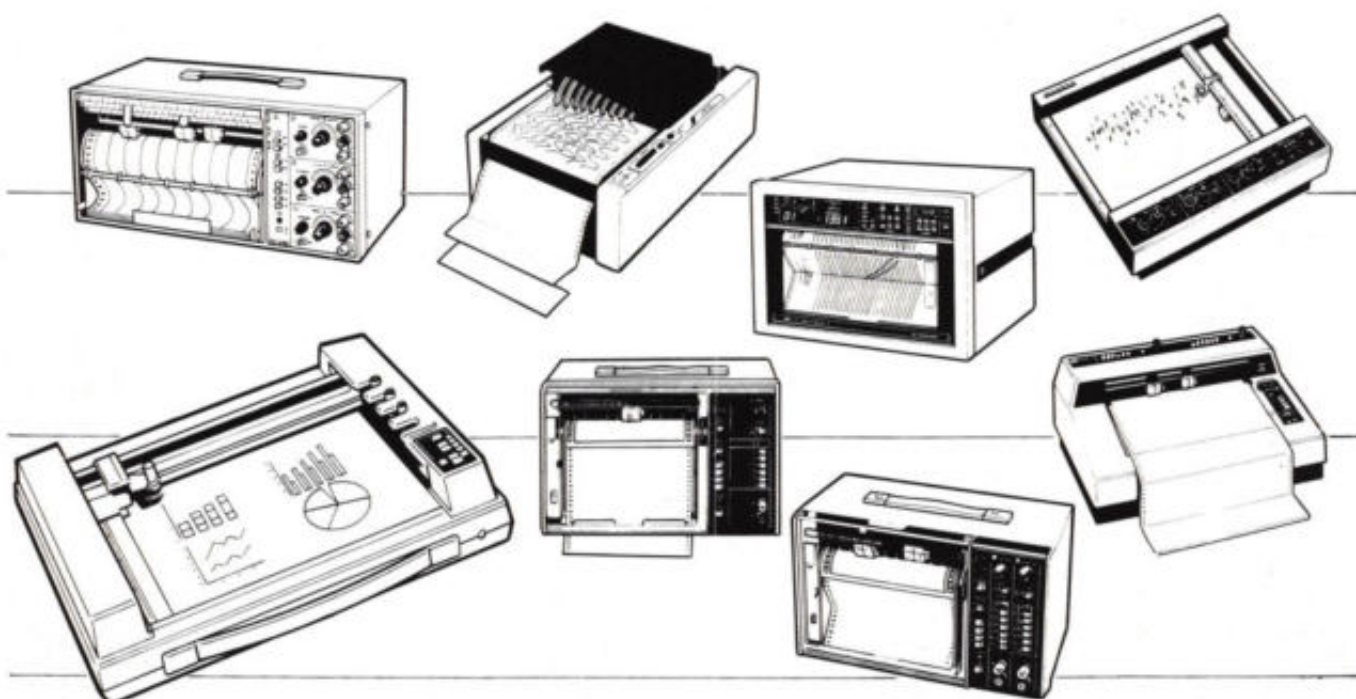
WEDERVERKOPER VOOR DE DETAILHANDEL

Connector B.V.

Helicopterstraat 20, Postbus 90136, 1006 BC Amsterdam
Tel. 020-159209 Telex 10189

WIE SCHRIJFT, DIE BLIJFT

YEW maakt betrouwbare en uiterst nauwkeurige rekorders.
Die u jaren en jaren lang ongestoord schrijven garanderen. Voor iedere
toepassing heeft YEW de juiste rekorder.



model	type	aantal kanalen	schrijfformaat	bereik	opties	prijs ex. btw vanaf
3021	flatbed	1 of 2	250mm	10mV-50V volle schaal of op aanvraag	remote control etc.	f 1 644.-
3022	vert/hor	X-Y	A4	0.5mV/cm-2.5V/cm of op aanvraag	time base, etc.	f 2 969.-
3033	vert/hor	X-Y, X-YY	A3	van 5µV/cm-5V/cm	chart drive, etc.	f 8 174.-
3036	vert/hor	X-Y, X-YY	250mm x 250mm	van 5µV/cm-5V/cm	time base, chartdrive, etc.	f 6 494.-
3056	vert	1, 2 of 3	250mm	van 5µV/cm-5V/cm	remote control, etc.	f 3 121.-
3057	vert/hor	1 of 2	150mm	10mV-50V volle schaal	remote control, batterijen, etc.	f 2 013.-
3058	portable vert	6 ptn, 12 ptn	200mm	DC, thermokoppels K en T, PT100	micro-switch-alarm, etc.	f 4 311.-
3061/63	flatbed	6 of 9	250mm	van 50µV/cm-5V/cm	remote control, etc.	f 13 060.-
3066	flatbed	1, 2 of 3	250mm	van 5µV/cm-5V/cm	remote control, etc.	f 2 849.-
3086	vert/hor	X-Y, X-YY	250mm x 180mm	van 5µV/cm-5V/cm	time base	f 4 858.-
4088	hybride, inbouw	6-30 ptn	250mm	DC en TC, RTD	GPiB interface, alarm-unit, etc.	f 11 200.-
3088	hybride, tafel	6-30 ptn	250mm	DC en TC, RTD	GPiB interface, alarm-unit, etc.	f 12 500.-
PL-1000	digitale plotter	X-Y	A3	8 bit parallel, RS-232C	-	f 2 560.-
PL-2000	digitale plotter	X-Y	180mm x 255mm	Centronics, RS232C, GPiB	paperfeed unit	f 4 200.-

BON

☐ stuurt u mij meer informatie over:

☐ stuurt u mij vrijblijvend de
170 pagina's dikke YEW catalogus

naam: _____

bedrijf: _____

adres: _____

plaats/postcode: _____

telefoon: _____

in envelop zonder postzegel sturen naar:
Koning en Hartman, antwoordnummer 764, 2500 VV den haag.



KONING EN HARTMAN

koperwerf 30, 2544 EN den haag
postbus 43220, 2504 AE den haag
telefoon 070-21 01 01*

Problemen met ontstoren?



Malchus heeft van TIMONTA AG in Zwitserland een zeer uitgebreid programma ontstoorspoelen met optimale damping, die voldoen aan de strenge veiligheidseisen volgens internationale normen (VDE-UL-CSA-SEV-Semko).

- Ontstoorspoelen voor triac-schakelingen
- Ontstoorspoelen voor thyristor-schakelingen
- Verzadigde- en magnetisch gecompenseerde spoelen, die als zelfinducties ingezet worden.
- Smoorspoelen voor schakelende voedingen
- Ringkernspoelen ingegoten blokken voor printmontage

malchus

POSTBUS 48, 3100 AA SCHIEDAM.
TELEFOON 010-37.37.77, TELEX 21598.



INTELLIGENT DISPLAY



KW line filament display devices are MIL-Quality incandescent readouts

- Readability: Sunlight readable, Uniform character, Multicolor displays
- High Reliability: Non-fused filament, Air glass priming, High vacuum level
- High Cost-Performance: Low power consumption, Long life, Multiplexing

PIHER
PTC10 CERMET



Nebraskadreef 27
3545 GD UTRECHT

TEL.: 030-61 02 63
61 04 24
TELEX 47454

ELEKTRONISCHE COMPONENTEN



Monochrome MONITOREN en DISPLAY UNITS voor TEXT, GRAPHICS en VIDEO



Tetraco

fabrikant van video monitoren

- | | |
|--------------------|---------------------------------------|
| oplossend vermogen | : 10" pixels |
| bandbreedte | tot 70MHz |
| lijnfrequentie | 15kHz tot 70kHz |
| beeldfrequentie | 45Hz tot 100Hz |
| ingangssignaal | composite of gescheiden |
| uitvoeringen | in kast, op chassis of als pakket |
| standaard kleuren | wit, papierwit, groen, oranje, geelgr |

Tetraco monitoren zijn overal toepasbaar. De universele electronica stuurt 12", 15", 17", 20" en 24" buizen met minimale defocussing in de hoeken. De solide constructie maakt de Tetraco monitor ook uitermate geschikt voor off-shore toepassingen.

Toepassingsvoorbeelden:

- 40kHz, 50Hz, fosfor GR geeft een haarscherp, niet geïnterlineerd beeld zonder flicker met 1024x768 punten.
- 33kHz, 72Hz, fosfor WD, LA of GH geeft zonder interlinieren een gestoken, helder beeld van 576x432 punten zonder spoor van flicker en op afstand afleesbaar.
- 65kHz, 100Hz geïnterlineerd, 15" bus met fosfor WD is geschikt voor 7000 karakters op A4 formaat zonder flicker.
- 15,625kHz, 50Hz, fosfor W is geschikt voor TV studio's en het afregelen van camera's.
- 15,750kHz, 60Hz is geschikt voor de Amerikaanse TV standaard.

Bei als U een display zoekt, zeker als U problemen heeft of met een nieuw ontwerp bezig bent.

F. Rooseveltlaan 57 4818 KB Breda NL 076-222660 tlix.: 74397

Problemen met netstoringen?



Malchus heeft van TIMONTA AG in Zwitserland een zeer uitgebreid programma netfilters met optimale damping, die voldoen aan de strenge veiligheidseisen volgens internationale normen (VDE-UL-CSA-SEV-Semko).

- Ontstoringfilters met net-entree, evt. met 1 of 2 zekeringen en evt. met overspanningsbeveiliging
- Ontstoringfilters voor inbouw, evt. met overspanningsbeveiliging
- Ontstoringfilters voor printmontage
- Ontstoringfilters voor medische toepassingen

malchus

POSTBUS 48, 3100 AA SCHIEDAM.
TELEFOON 010-37.37.77, TELEX 21598.





DE AD624

EEN NAUWKEURIGE PROGRAMMEERBARE INSTRUMENTATIE-VERSTERKER VAN ANALOG DEVICES



Dat Analog Devices een "naam" heeft verworven op het gebied van instrumentatieversterkers is in de wereld van de electronica welbekend.

De introductie van onze AD 624 is hiervan een nieuw bewijs. Onze AD624 biedt dan ook het antwoord op de veel gestelde vraag naar een monolithische instrumentatieversterker met een 14-bit nauwkeurigheid welke tevens pen-programmeerbaar moet zijn.

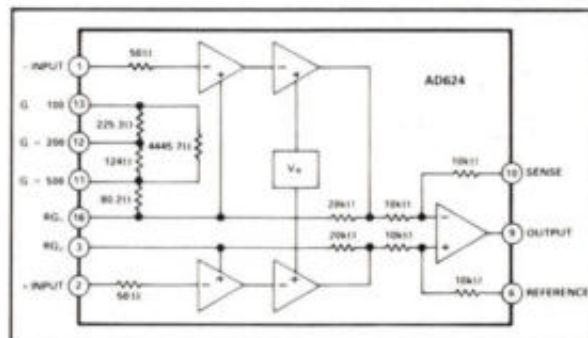
De AD624 leveren wij compleet en biedt U 14 vaste versterkingsfactoren waaronder 1, 100, 200, 500 en 1000 zodat externe componenten overbodig zijn geworden.

Buiten deze 14 pen-programmeerbare versterkingen kunt U alle door U gewenste factoren tussen 1 en 10.000 instellen door middel van slechts één externe weerstand.

Kortom, onze nieuwe AD624 is een veelzijdige, nauwkeurige en tevens laag geprijsde instrumentatieversterker.

Prijs: (10-24 stuks)
AD624AD Hfl. 88,50*
AD624BD Hfl. 114,00*
AD624CD Hfl. 171,00*

*Gebaseerd op 1 U.S. \$ is Hfl. 3,16.



Eigenschappen:

- Lage ruis : 0,2 μV p-p (0,1 Hz tot 10 Hz)
- Lage gaindrift : 5 ppm/ $^{\circ}\text{C}$ max. (G=1)
- Niet-lineariteit : 0,001% max. (G=1 tot 200)
- Hoge CMRR : 130dB max. (G=500 tot 1000)
- Lage offsetspanning: 25 μV max.
- Lage spanningsdrift: 0,25 μV max.
- GBW product : 25 MHz
- Externe componenten overbodig

BON

Stuur mij complete informatie over de AD624

Dhr.:
Fa.: Afd.:
Str.:
Pl.: Postcode:
Tel.:

Bon in enveloppe zonder postzegel naar:
Analog Devices Benelux, Antw. nr. 18, 4900 WB Oosterhout.



**ANALOG
DEVICES**

WAY OUT IN FRONT

Beneluxweg 27, 4904 SJ Oosterhout, tel.: 01620 - 51080, telex : 54942.

Kabelkeuze: Een middel om EMC te bereiken?

In de praktijk wordt de kabelkeuze bij een systeem vaak alleen bepaald op basis van het correct zelfstandig functioneren van dat systeem, zonder rekening te houden met stoorinvloeden van of naar andere systemen. Niet zelden echter blijken (sub)systemen die op zichzelf goed functioneren niet compatibel met andere (sub)systemen wegens een onjuiste keuze van de signaal- of voedingskabels. Hierdoor kan ongewenste overspraak van (stoer)signalen van andere (sub)systemen ontstaan. Dit artikel geeft aan dat door ondermeer een doordachte keuze van de kabel de elektromagnetische compatibiliteit van een systeem aanzienlijk kan worden verbeterd. Ook wordt in samenhang hiermee gewezen op het belang van een aantal verwerkingsaspecten zoals een correcte afmontage en het gebruik van goede connectoren. Tot besluit is een aantal conclusies in puntsgewijze aanbevelingen samengevat.

Eerst zal worden besproken hoe men, op basis van enige modellen, aan de hierboven genoemde overspraak kan rekenen. Vervolgens wordt met behulp van de begrippen *transferimpedantie* en *transferadmittantie* het gedrag van de kabel in het overspraakprobleem beschreven. Ter illustratie zijn ook een paar rekenvoorbeelden opgenomen, voorafgaand aan enige algemene regels voor een verantwoorde kabelkeuze.

Dit artikel wil aan de hand van de hier gebruikte modellen duidelijk maken dat voor het realiseren van een elektromagnetisch compatibel systeem moet worden nagedacht over zowel de systeemopbouw als de keuze van de kabels. Het ligt niet in het bestek van dit artikel om in te gaan op de stoorgevoeligheid van elektronische systemen. Hiervoor wordt verwezen naar een publikatie elders in dit tijdschrift [1] en [10], waarin een verhandeling wordt gegeven over het reduceren van de stoorgevoeligheid van o.a. versterkers.

EMI-MODEL

Indien zich een elektromagnetisch interferentieprobleem (elektromagnetische storing) voordoet, dan hebben we te maken met een *stoorbron* (1), een *gestoord systeem* (2), en een *koppeling* daartussen (3), hetgeen schematisch is weergegeven in fig. 1.

De stoorbron kan bijvoorbeeld bestaan uit:

- een natuurlijke bron, zoals bliksem;
- een legale of illegale (zend)bron, zoals een omroepzender of een HF-verhittingssysteem;
- een elektrisch of elektronisch systeem zoals een motor die commutatorstoring veroorzaakt, een digitale schakeling of een thyristorregeling.

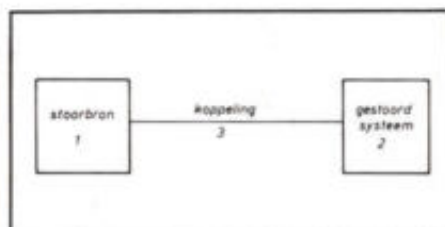


Fig. 1. Een eenvoudig EMI-model bestaat uit drie elementen: een stoorbron, een gestoord systeem en een daartussen aanwezige koppeling.

Het gestoorde systeem is een elektronisch systeem dat, ten gevolge van de aanwezigheid van een stoorbron en een bepaalde koppeling, niet meer voldoet aan zijn specificaties.

De koppeling kan tot stand komen via:

- *galvanische koppeling*, indien de stoorbron en het gestoorde systeem een gemeenschappelijke impedantie bezitten;
- *elektromagnetische velden*.

Bij elektromagnetische velden worden als bijzondere gevallen onderscheiden:

- het zeer nabije veld (capacitieve en/of inductieve koppeling) waarvoor geldt $r \ll \lambda/2\pi$, waarin λ de golflengte is behorende bij het stoorsignaal en r de afstand voorstelt tussen de stoorbron en het gestoorde systeem;
- het verre veld, een vlakke EM-golf wanneer $r \gg \lambda/2\pi$.

Vaak treedt een combinatie op van de bovengenoemde koppelingen. Indien via koppeling een stoorbron wordt geïnduceerd in één van de kabels van het systeem, dan hoeft deze stoorbron echter niet direct de aanleiding te zijn tot het niet correct functioneren van het systeem. Ten ge-

volge van capacitieve en/of inductieve koppeling van deze kabel met andere kabels van dat systeem, die met storingsgevoelige circuits kunnen zijn doorverbonden, kan het incorrect functioneren van een systeem ontstaan. De layout van kabels in een systeem moet daarom eveneens doorzocht worden.

NETWERKMODEL

Indien we op een bepaald niveau van abstractie het EMI-probleem verder analyseren, komen we uit op een model waarbij één deel van het totale systeem in verbinding

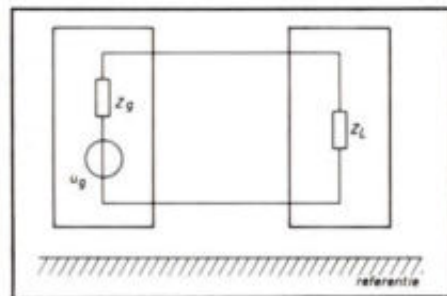


Fig. 2. Abstract EMI-model, bestaande uit twee doosjes die elektromagnetisch dicht worden verondersteld, zodat stoorsignalen uitsluitend via de signaalkabel in de doosjes kunnen binnendringen.

ding staat met een ander deel uit dat systeem. Dit model is getoond in fig. 2. Hierin zijn aangegeven een doos waarin een generator U_g met een inwendige impedantie Z_g zijn ondergebracht en een doos die de belasting Z_L bevat. De generator en de belasting zijn via een signaalkabel met elkaar verbonden. De systeemdelen zullen zich altijd in de buurt van een referentiegeleider of referentievlak bevinden. Een meer uitgebreide beschrijving van het model is ondermeer te vinden in [2,3,9].

generator	belasting
lichtnet	apparaat
substansie I	substansie II
print I	print II
digitale poort I	digitale poort II
transistor I	transistor II

Tabel 1. Voorbeelden van de toepasbaarheid van het EMI-model

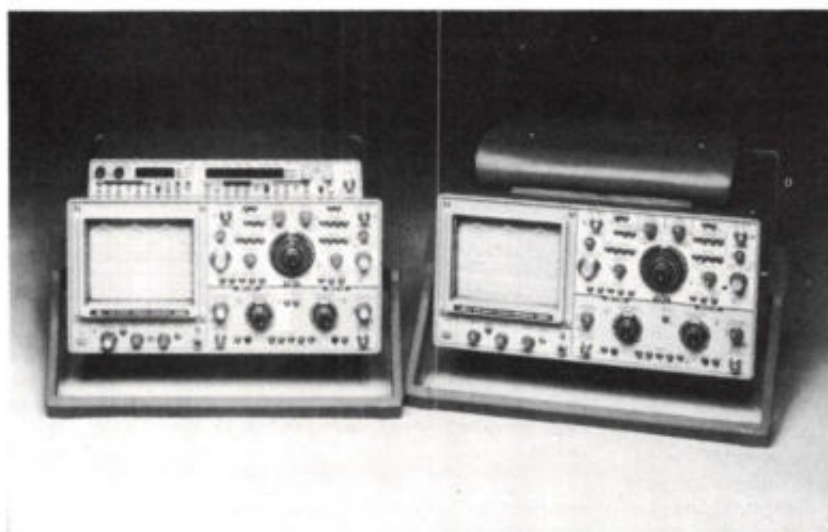
In het model zijn de doosjes elektromagnetisch dicht verondersteld. Hierdoor kan een stoorbron uitsluitend via de signaalkabel in het signaalcircuit binnendringen.

Het gegeven model kan worden toegepast op tal van abstractieniveaus hetgeen is weergegeven in Tabel 1. In dit abstracte EMI-model beschouwen we alleen de ongewenste spanning over de belastingsimpedantie, veroorzaakt door een externe stoorbron.

De signaalkabel kunnen we vervangen door zijn netwerkrepresentatie. Ook de overige mogelijke verbindingen vertegenwoordigen een impedantie. We kunnen dan het in fig. 2 gegeven abstracte EMI-model uitbreiden tot het netwerkmodel volgens fig. 3. In dit artikel beschouwen we al-

"De beste oscilloscopen bouwen voor de scherpste prijs!"

Voor wat de 60 en 100 MHz oscilloscopen betreft is Iwatsu daar voortreffelijk in geslaagd.



Vooraf indien u de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de meetresultaten vergelijkt, springt de SS-5700 serie er op de volgende punten duidelijk uit.

- De frequentie bandbreedte is 20% hoger dan gespecificeerd.
- De uiterst nauwkeurige en stabiele, verticale versterker en tijdbasis met een onnauwkeurigheid van $\pm 2\%$.
- Superieure lineariteit.
- Uiterst gering tijdverschil tussen de kanalen.
- Stabiele triggering door jitter onderdrukking.

Voeg deze eigenschappen bij de 3 jaar garantie dan begrijpt u dat de

doelstelling in praktijk is gebracht. Bel direkt, zodat u bij het bepalen van uw keuze een topper uit de meetinstrumenten niet laat ontbreken. Test 'm gerust, want op Simac electronics en oscilloscopen van Iwatsu kunt u met een gerust hart vertrouwen.

Specificaties van de 60 en 100 MHz oscilloscopen:

Model	5710:	5711:
Bandbreedte	60 MHz	100 MHz
Kanalen	4 (8 trace)	4 (8 trace)
Dubbele tijdbasis	ja	ja
B stopt A mode	ja	ja
Trigger gevoeligheid	0,5 div bij 2 MHz	0,3 div bij 10 MHz
Trigger hold-off	ja	ja
Schaalverlichting	ja	ja
Spanning naverstelling	15 kV	20 kV
Prijs *	f 3.260,-	f 4.890,-

*) excl. b.t.w.

 **simac**
electronics

Veenstraat 20, 5503 HR Veldhoven. Tel.: 040-533725
Vooruitgangstraat 52, Bus 3, 1000 Brussel. Tel.: 02-219.24.53.

leen een stoorbron, u_{stoor} in serie met de referentie. Deze stoorbron kan afkomstig zijn van een geïnduceerde spanning in de lus, gevormd door de signaalkabel, de referentie en de impedanties Z_{a1} , Z_{a2} , Z_{a3} , Z_{a4} . Bij lussen die klein zijn ten opzichte van de golflengte van het stoorsignaal, kan de stoorbron worden berekend uit:

$$u_{\text{stoor}} = -d\Phi/dt, \quad (1)$$

waarbij Φ de door de lus omsloten magnetische flux van het invallende veld is, of via Norton-Thevenin-transformaties kan worden verkregen uit een stroom door de referentiegeleider, veroorzaakt door andere systemen die ook met die referentie zijn verbonden.

Daar het hier vooral gaat om het verkrijgen van inzicht, is het model zo eenvoudig mogelijk gehouden. Voor alle verbindingen in en naar het gestoorde systeem moet dit model worden herhaald. Indien de lengte van de kabel en de afmetingen van het deelsysteem klein blijven ten opzichte van de golflengte van het stoorsignaal, kunnen we volstaan met eerste-ordebenaderingen van de impedanties. Bovendien wordt de capaciteit van een geleider naar zijn omgeving verwaarloosd. Indien ook nog het skin-effect wordt verwaarloosd, kan een geleider worden gekarakteriseerd door $R_{dc} + j\omega L_d$, waarbij L_d als vuistregel 1 $\mu\text{H}/\text{m}$ bedraagt.

- Systeemopbouw

Bij het gebruik van het model uit fig. 3 dient men nog enkele vragen te beantwoorden die bepalend zijn voor de systeemopbouw.

1. Is het signaalcircuit wel of niet met de doos doorverbonden? Dit is bepalend voor de waarde van Z_{a1} en Z_{a2} .
2. Is de doos wel of niet met de referentie doorverbonden? Dit is bepalend voor de waarde van Z_{a3} en Z_{a4} .
3. Is het signaalcircuit symmetrisch of asymmetrisch opgebouwd?

Veelal is de opbouw ook bepalend voor de grootte van de common-mode-stroom, i_2 , die door de signaalkabel gaat ten gevolge van de stoorbron u_{stoor} . Deze stroom kan met behulp van de netwerktheorie uit het schema van fig. 3 worden berekend. De totale configuratie bepaalt uiteindelijk de doorwerking van de stoorbron naar de ongewenste spanning over de belasting [2,3,9]. In de praktijk is de common-mode-stroom direct te meten met een stroomtang om de gehele signaalkabel.

- Interactiemodel

Om de grootte van de ongewenste spanning als gevolg van de stoorbron te bepalen moeten we een algemeen model opstellen, waarin ook de wisselwerking van het signaalcircuit met het uitwendig circuit wordt meegenomen.

We bekijken het model uit fig. 3 in de toestand waarbij het signaalcircuit is doorver-

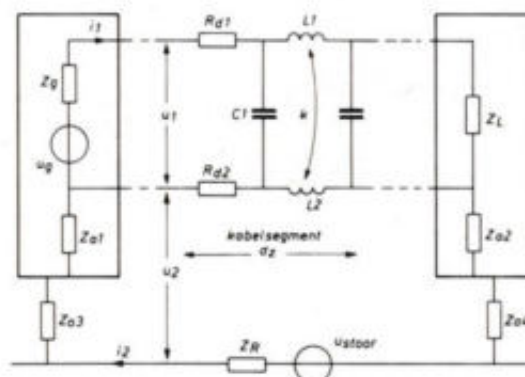


Fig. 3. Uitbreiding van het in fig. 2 gegeven EMI-model tot een netwerkmodel dat alle verbindingsimpedanties representeert; de signaalkabel is hier voorgesteld door een equivalent netwerk.

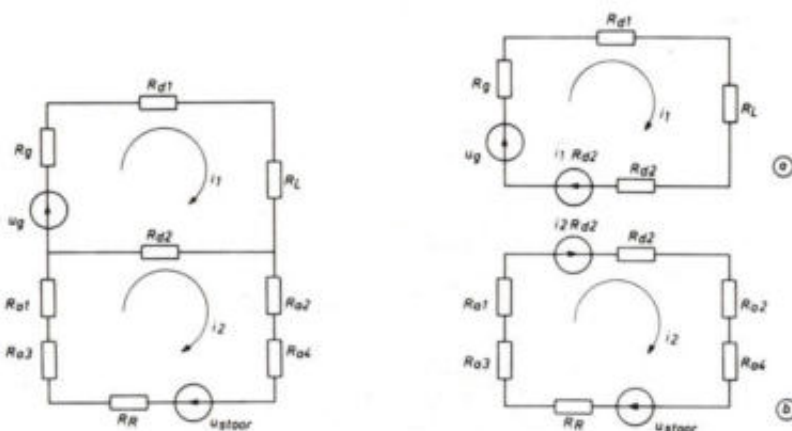


Fig. 4. Netwerkmodel bij lage frequenties.

Fig. 5. Netwerkmodel bij lage frequenties, equivalent aan het in fig. 4 gegeven model.

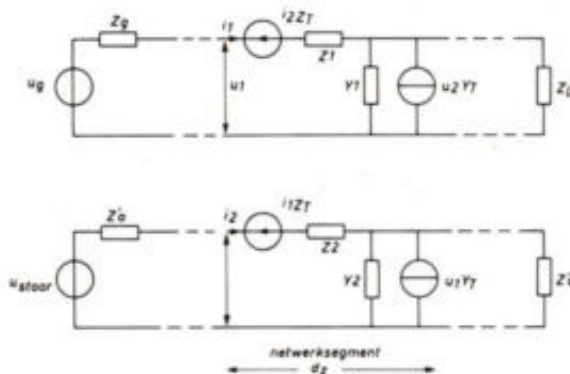


Fig. 6. Netwerkmodel volgens volledige transmissielijntheorie.

bonden met de dozen en de dozen doorverbonden zijn met de referentie. Dan volgt, in een laagfrequent benadering, het model in fig. 4. Het stelsel vergelijkingen dat bij dit model hoort, luidt als volgt:

$$u_g = i_1(R_g + R_{d1} + R_L + R_{d2}) - i_2 R_{d2} \quad (2)$$

$$u_{\text{stoor}} = i_2(R_{a1} + R_{a3} + R_{d2} + R_{a2} + R_{a4} + R_R) - i_1 R_{d2} \quad (3)$$

Dit stelsel beschrijft ook de combinatie van

de twee circuits in fig. 5, namelijk (a) het signaalcircuit waarin een stoorbron, $i_2 \cdot R_{d2}$, is opgenomen die de koppeling weergeeft met het uitwendig circuit, en (b) het uitwendig circuit dat via de bron, $i_1 \cdot R_{d2}$, is gekoppeld met het signaalcircuit. De onderlinge koppeling wordt dus bepaald door de impedantie R_{d2} . Deze noemen we nu de *transferimpedantie* Z_T (Ω).

Indien we niet de vergaande vereenvoudigingen hadden doorgevoerd in het model

U mag gerust Radikor zeggen als u componenten bedoelt.

Het aanbod in componenten van Radikor groeit met de dag.

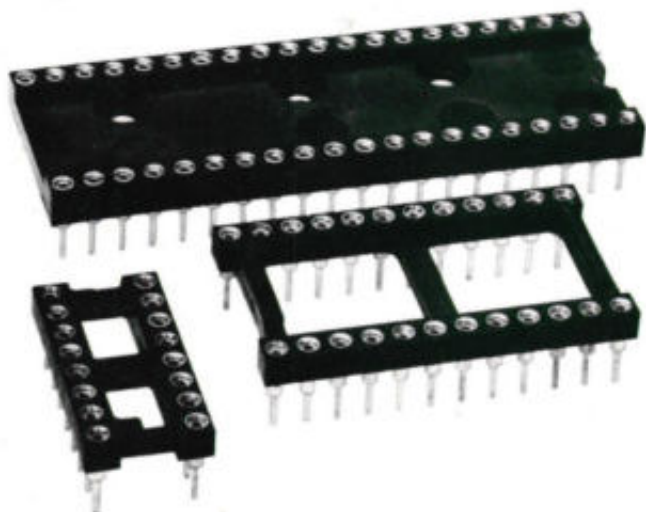
Componenten zoals connectoren en IC-sockets, flatcables, printrelais en solid state, codeerschakelaars en keyboards, LED's, trafo's en tellers, noem maar op.

Kwaliteitsprodukten in vele uitvoeringen en waarden. En zo nodig custom made.

Snel geleverd en uniek in prijsstelling, ook voor kleinere aantallen.

Vraag eens documentatie aan voor...

Bijvoorbeeld IC-sockets:



... met speciale hoogwaardige contacten in tin/tin, goud/tin of goud/goud, die volledig vergelijkbaar zijn met een gedraaid contact. Een professioneel kwaliteitsprodukt van het wereldfabrikaat EMC. (Ook in "low cost" uitvoering met dubbelzijdige contacten).

RADIKOR

Equivalent voor componenten

Radikor Electronics b.v., Postbus 50006, 1305 AA ALMERE.
Telefoon 03240 - 12554, Telex 70209.

RINGKERNTRAFO'S



I.L.P.-RINGKERNTRAFO'S BIEDEN VEEL VOORDELEN t.o.v. de oude rechthoekige blikpakket types:

1. GEWICHT IS DE HELFT. Het chassis wordt minder zwaar belast en draagbare apparatuur wordt veel lichter.
2. HOOGTE IS DE HELFT. De kasthoogte kan nu minder worden, dus goedkopere kast. Kompakte samenbouw is mogelijk.
3. MAGNETISCH STROOIVELD VEEL KLEINER. Hierdoor veel minder brominductie naar gevoelige schakelingen.
4. NULLASTSTROOM ZEER LAAG. Met I.L.P.-ringkerntrafo's is deze ca. 10x zo klein, dus minder energieverstopping.
5. SNEL TE MONTEREN. Er is slechts 1 centraal gat nodig. Meegeleverd worden 3 ringen en een lange bout.
6. LAGE TEMPERATUUR door groot wikkeldraad-oppervlak en hoogwaardig kernmateriaal.
7. VEEL STANDAARD types, dus snel te leveren en goedkoper dan speciaal gemaakte. Vraag gratis lijst.
8. HOGE BETROUWBAARHEID. I.L.P. gebruikt wikkeldraad en isolaties van zeer hoge kwaliteit, prim./sec. isolatielaag voor 4000 V.
9. LAGE PRIJZEN. Veel pluspunten met I.L.P.-ringkerntrafo's en toch is de prijs opvallend laag.

Meer dan 130 types uit voorraad leverbaar van 15 tot 2000 VA. Speciale types op aanvraag: bijv. met statische afscherming, meerdere wikkelingen, ingegoten, enz.

NIEUW: ringkern-voedingstrafo's voor microcomputers uit voorraad, lijst op aanvraag.

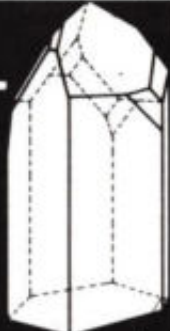
RODEL
GELUIDSTECHNIEK

I.L.P. IMPORTEUR VOOR DE BENELUX
STEINWEGSTRAAT 37
7491 KJ DELDEN, TEL. 05407 - 20 24



K.V.G./HESTEL

KRISTALLEN KRISTALFILTERS KRISTAL OSCILLATOREN



**Kristallen
Microprocessor kristallen
Kristalfilters**

800 Hz - 200 Mhz
1,3 Mhz - 150 Mhz.
Gangbare frequentie
bereiken 9 Mhz - 30 Mhz.
Monolitische filters
9 Mhz - 30 Mhz.

**Kristaldiscriminatoren
Kristal Oscillatoren
Oscillator I.C.
V.C.X.O.'s
T.C.X.O.'s**

1 Mhz - 90 Mhz.
1 Mhz - 60 Mhz.
1 Mhz - 60 Mhz.
4 Mhz - 30 Mhz.
4 Mhz - 20 Mhz frequen-
tie tolerantie 0,5 ppm -
5 ppm

Ultrasonore Kwartsplaten 500 KHz - 30 Mhz.

Benelux Agent:

Nieuw adres:

HESTEL ELECTRONICA B.V.

Postbus 289 - 3730 AG De Bilt - Tel. 030-762180 - Telex 40751.
Bezoekadres: Groen van Prinstererweg 17 - 3731 HA De Bilt.

van fig. 2, doch het overspraakgedrag volledig zouden hebben beschreven met de transmissielijtheorie, dan waren de twee circuits van fig. 6 ontstaan. Dit netwerkmodel is geldig voor een oneindig kort stukje van de signaalkabel en de referentie, en volgt uit de volgende differentiaalvergelijkingen:

$$-\frac{du_1}{dz} = Z_1 i_1 + Z_T i_2 \quad (4)$$

$$-\frac{du_2}{dz} = Z_T i_1 + Z_2 i_2 \quad (5)$$

$$-\frac{di_1}{dz} = Y_1 u_1 + Y_T u_2 \quad (6)$$

$$-\frac{di_2}{dz} = Y_T u_1 + Y_2 u_2 \quad (7)$$

Waarbij :

$u_{1,2}$ = spanning tussen de twee geleiders van transmissielijn 1, resp. 2 (V);

$i_{1,2}$ = stroom in transmissielijn 1 resp. 2 (A);

$Z_{1,2}$ = serie-impedantie van transmissielijn 1 resp. 2 (Ω/m);

$Y_{1,2}$ = parallel-admittantie van transmissielijn 1 resp. 2 (S/m);

Z_T = transferimpedantie tussen transmissielijnen 1 en 2 (Ω/m);

Y_T = transferadmittantie tussen transmissielijnen 1 en 2 (S/m);

d/dz = afgeleide naar de coördinaat in de lengterichting.

We zien nu dat er een transferimpedantie Z_T en een transferadmittantie Y_T zijn die de koppeling tussen het signaalcircuit en het uitwendige circuit weergeven. Hierbij is $Z_T \neq Y_T^{-1}$. Indien de kabellengte kort is ten opzichte van de golflengte van het stoor-signaal, zijn de transmissielijngelijkingen bij benadering ook geldig voor de gehele kabellengte.

Z_T en Y_T zijn door middel van metingen te bepalen indien :

$$d_1 \ll L \text{ en } d_2 \ll L$$

waarbij L de lengte is van de kabel en d_1, d_2 de afstanden zijn tussen respectievelijk de signaalgeleiders onderling en tussen de signaalgeleiders en de referentie(geleider). Er volgt dan:

$$Z_T = \frac{u_{bi} - u_{ei}}{i_2 L} \quad (\Omega/m) \quad (8)$$

$$Y_T = \frac{i_{bi} - i_{ei}}{u_2 L} \quad (S/m) \quad (9)$$

waarin

u_{bi}, u_{ei} = poortspanning aan begin en einde van het signaalcircuit, onder de voorwaarde dat het signaalcircuit stroomloos is, dus $i_1 = 0$ in fig. 6.

en

i_{bi}, i_{ei} = stroom aan begin en einde van het signaalcircuit, onder de voorwaarde dat het signaalcircuit spanningsloos is, dus $u_1 = 0$ in fig. 6.

De transferimpedantie Z_T en transferadmittantie Y_T zijn lokale grootheden voor een netwerkmodel, evenals de andere grootheden uit de transmissielijngelijkingen, waarvoor geldt :

$$Z_{01,2} = \sqrt{\frac{Z_{1,2}}{Y_{1,2}}}$$

$Z_{01,2}$ is de karakteristieke impedantie van het inwendige, 1, of uitwendige circuit, 2. Het in fig. 6 gegeven netwerkmodel is geldig voor een signaalgeleiderpaar in de nabijheid van een referentiegeleider of -vlak. Dit geleiderpaar kan bestaan uit parallelle geleiders, al dan niet getwist, of een coaxkabel met een geweven of gevlochten scherm. Bij signaalkabels zoals bandkabel, meeraderige kabel, of coaxkabel met een aantal schermen die galvanisch van elkaar zijn gescheiden, dient men voor elke extra geleider een extra netwerkcircuit op te stellen [4,5,6] dat met de andere netwerkcircuits is gekoppeld. De totale configuratie, dus de afsluitingen van de signaalkabel, het uitwendige circuit en de even-

tuele tussenliggende circuits, zijn bepalend voor de totale overspraak van de stoorbron, u_{stoor} , naar een ongewenste spanning over de belasting van het signaalcircuit.

TRANSFERIMPEDANTIE EN -ADMITTANTIE

In de figuren 7 en 8 zijn voor verschillende signaalkabels de transferimpedantie en -admittantie gegeven die zijn berekend volgens [6] met de geometrie die hierna wordt gedefinieerd in de subparagraaf *Rekenvoorbeelden*.

We merken de volgende punten op:

- Voor een parallel geleiderpaar (1), een coaxkabel met een enkel scherm (3) (*single braided*) en een coaxkabel met een enkel scherm bestaande uit aluminiumfolie (2), waarbij de folie bij overlap geen of slecht contact maakt, blijkt dat het transferimpedantiegedrag is te beschrijven door
- Voor semi-rigid coaxkabel (6) zien we dat de transferimpedantie afneemt naarmate de frequentie toeneemt. Dit wordt veroorzaakt door het skin-effect. De theorie voor het gedrag van semi-rigid is beschreven door Vance [6].
- Coaxkabel met een geoptimaliseerd scherm (4) of met een dubbel scherm (5) vormt een combinatie van a en b.

Met uitzondering van de semi-rigid kabel blijkt voor alle kabels, dat de transferadmittantie is te beschrijven is met:

$$Y_T = j\omega C_T$$

De grootten van Z_T en Y_T zijn op basis van de kabelstructuur en de geometrie te berekenen, [6]. De term R_T van de transferimpedantie is bij lage frequenties bepalend voor de overspraak. Deze is voor de ver-

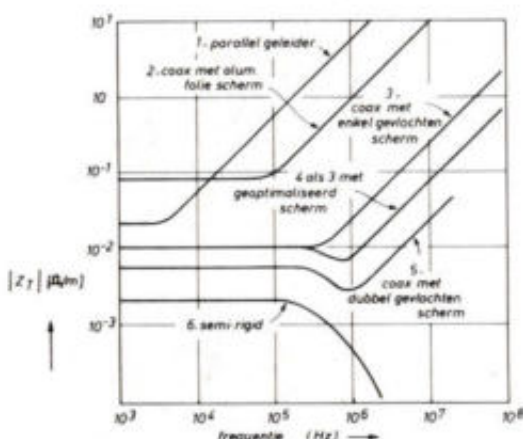


Fig. 7. Transferimpedanties voor verscheidene kabeltypen.

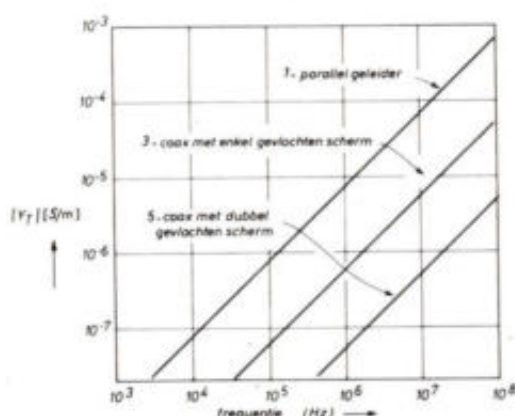


Fig. 8. Transferadmittanties voor parallel geleiderpaar en coaxiale kabel met enkel resp. dubbel gevlochten scherm.

schillende typen kabel als volgt te berekenen:

parallel geleiders $R_T = 1/(N \cdot \sigma \cdot A)$ (Ω/m)

gevlochten scherm $R_T = 1/(N \cdot \sigma \cdot A \cdot \cos \alpha)$ (Ω/m)

gewikkelde folie $R_T = 1/(\sigma \cdot W \cdot T \cdot \cos \alpha)$ (Ω/m)

semi-rigid $R_T = 1/(\sigma \cdot T \cdot 2\pi \cdot a)$ (Ω/m)

waarbij:

N = aantal aders

σ = soortelijke geleiding van de ader ($\Omega \cdot m$)⁻¹

A = doorsnede van de ader (m^2)

α = wikkelhoek van folie of vlechtwerk t.o.v. de lengterichting

W = foliebreedte (m)

T = dikte van de folie (m)

a = straal van het scherm (m)

Ten gevolge van misaanpassing in het signaalcircuit, het uitwendige circuit of de tussenliggende circuits kunnen er resonanties (staandegolf-effecten) optreden in de overspraak van de stoorbron naar de ongewenste spanning over de belasting. In het IEC-96 document [7] wordt een meetmethode gegeven voor het meten van de overspraak van de stoorbron U_{stoort} naar de ongewenste spanning $U_{\text{ongewenst}}$ over de karakteristieke belasting, in een gedefinieerde omgeving met gedefinieerde impedanties voor alle afsluitingen (n.b.: in dit document wordt voor de overspraak ten onrechte de term „transferimpedantie” gebruikt). Resultaten van deze meetmethode zijn gegeven in fig. 9. Merk de bovengenoemde resonanties op die optreden bij gebruik van triaxiale kabel waarbij de geïsoleerde schermen aan de connectorzijde zijn doorverbonden.

Uit de resultaten van de overspraakmetingen zijn de transferimpedantie en -admittantie terug te rekenen.

Alle gegevens uit de figuren 7, 8 en 9 gelden voor „nieuwe” kabel. Ten gevolge van oxydatie kan een aanzienlijke degradatie van de kabeleigenschappen optreden, vooral bij coaxkabels met een gevlochten scherm of een gewikkelde folie [8]. Deze degradatie treedt voornamelijk op in de termen L_T en C_T .

– Rekenvoorbeelden

We gaan uit van het in fig. 3 gegeven netwerkmodel, waarbij ten gevolge van de stoorbron U_{stoort} een stroom i_2 gaat lopen in het uitwendige circuit. Door het invullen van de parameters behorende bij de diverse kabels kunnen we berekenen wat de ongewenste spanning wordt over de belasting.

Stel: $i_{\text{uitwendig}} = i_2 = 1 \text{ A}^*$

$U_{\text{uitwendig}} = U_2 = 0 \text{ V}$

$R_g = R_L = Z_0$ = karakteristieke impedantie van de signaalkabel

frequentie = 27 MHz

kabellengte = 1 m

kabelhoogte = 10 mm boven referentie

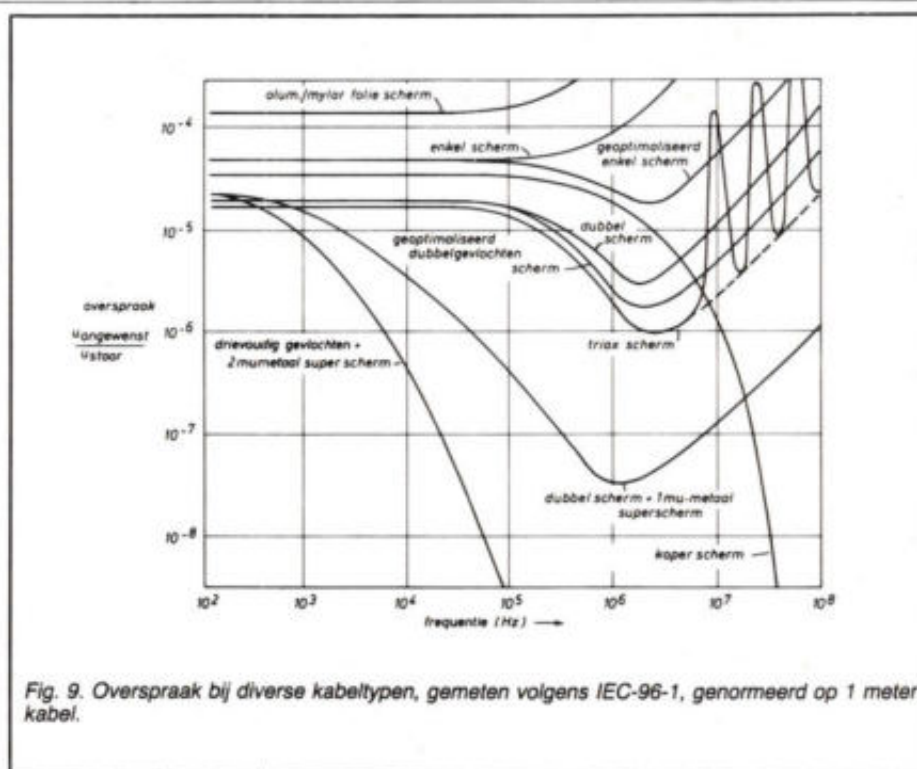


Fig. 9. Overspraak bij diverse kabeltypen, gemeten volgens IEC-96-1, genormeerd op 1 meter kabel.

Gebruiken we een parallel geleiderpaar ($2 \times 0,75 \text{ mm}^2$) waarvoor geldt [11]:

1. $R_T = 23 \text{ m}\Omega/m$
 $L_T = 800 \text{ nH/m}$
 $C_T = 0,95 \text{ pF/m}$

zodat

$$Z_T \cdot i_2 = 135 \text{ V}$$

$$Y_T \cdot U_2 = 0$$

dan volgt hieruit met gebruikmaking van de formules (4 ... 7) een ongewenste spanning met een amplitude

$$U_{\text{ongewenst}} = 67 \text{ V.}$$

Vervangen we het parallel geleiderpaar door een coaxkabel met een enkel scherm (bijv. RC-58) dan vinden we [6]:

2. $R_T = 10 \text{ m}\Omega/m$
 $L_T = 4 \text{ nH/m}$
 $C_T = 91 \text{ fF/m}$

zodat

$$Z_T \cdot i_2 = 0,68 \text{ V}$$

$$Y_T \cdot U_2 = 0$$

De ongewenste spanning wordt nu gereduceerd tot:

$$U_{\text{ongewenst}} = 0,28 \text{ V}$$

Gaan we echter nog een stap verder, en vervangen we de RG-58 door een RG-223 (dit is een coaxkabel met een dubbel vlechtwerk als scherm) dan vinden we [6]:

3. $R_T = 5 \text{ m}\Omega/m$

$$L_T = 0,4 \text{ nH/m}$$

$$C_T = 9 \text{ fF/m}$$

zodat

$$Z_T \cdot i_2 = 0,068 \text{ V}$$

$$Y_T \cdot U_2 = 0$$

De ongewenste spanning wordt nu nog verder gereduceerd tot:

$$U_{\text{ongewenst}} = 0,028 \text{ V.}$$

Merk op dat indien de frequentie laag is, waarbij R_T overheerst, de ongewenste spanning slechts in geringe mate afhankelijk is van de kabelkeuze (deze afhankelijkheid bedraagt ongeveer een factor 4). Ook zij benadrukt dat een bij „alle frequenties” ideaal afgeschermd transmissiegeleider niet bestaat.

AFMONTAGE

Een lage waarde van de transferimpedantie en -admittantie komt in de praktijk, als gevolg van de afmontage van de kabel, zelden tot zijn recht. Dit vindt dan zijn oorzaak in:

- slechte connectoren;
- verkeerd afmonteren.

Evenals de kabel bezit ook de combinatie „afmontage/connector” een transferimpedantie en -admittantie. Deze combinatie kan worden voorgesteld als een netwerk

* Door een systeemopbouw, waarbij wordt aangenomen dat Z_{41} , Z_{42} , Z_{43} , Z_{44} en Z_{45} zijn te verwaarlozen, volgt dat $U_{\text{uitwendig}} \approx 0$. Door de gekozen configuratie is de invloed van de transferadmittantie nihil. De uitwendige stroom van 1 A zal in de praktijk niet vaak worden gevonden, doch enkele tientallen milliamperes wel.

dat aanwezig is tussen de kabel (netwerken) en de afsluitingen. De wijze van afmonteren moet erop zijn gericht dat de overspraak van het uitwendige circuit naar het signaalcircuit niet noemenswaardig toeneemt. Een consequentie hiervan is dat de toepassing van een betere kabel ook het gebruik van betere connectoren vereist.

Voor coaxiale connectoren geldt dat een contact moet zijn gewaarborgd over 360° , zowel aan de voorzijde als aan de kabelzijde. Een „goede” nieuwe BNC-connector heeft een contactweerstand $R_T \leq 1 \text{ m}\Omega$. Ten gevolge van oxydatie worden in de praktijk echter waarden gemeten groter dan $100 \text{ m}\Omega$ en deze waarde is in veel gevallen groter dan de R_T van 1 meter kabel!

Het niet gebruiken van connectoren resulteert bij coaxkabels vaak in een afmontage door middel van varkensstaartjes, zie fig. 10. Dit geeft niet direct aanleiding tot de

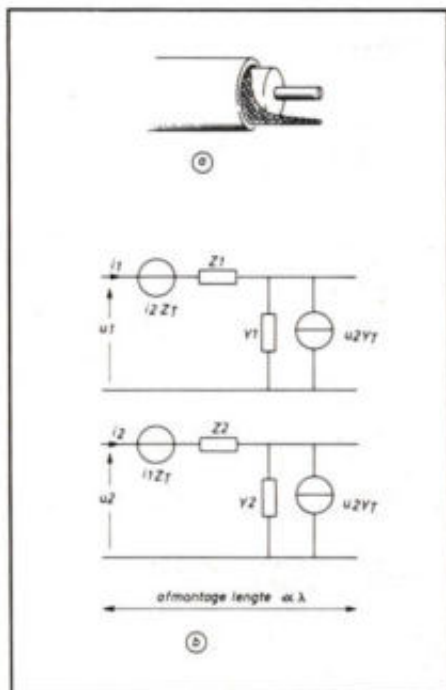


Fig. 10. Afmontage via een varkensstaartje (a) en equivalent netwerk van de afmontage (b).

toeneming van R_T in de transferimpedantie, echter wel van de termen L_T en C_T . Dit komt omdat een stukje open kabel wordt gebruikt tussen de coaxkabel en de afsluiting. Deze open kabel heeft een transferimpedantie en -admittantie die gelijk is aan (of nog slechter is dan) die van een parallel geleiderpaar. In het „worst-case”-geval bedraagt L_T ongeveer 1 nH/mm , wat overeenkomt met de zelfinductie van een draad. Bij afmontage van de coaxkabel op een printpaneel, waarbij de verbinding van het scherm van de coax met de EM-afscherming van het systeem wordt gerealiseerd via een printspoor, kan hetzelfde effect optreden als bij de afmontage via een varkensstaartje. Verder is het eigenlijk overbodig om op te merken dat men ten gevol-

ge van de varkensstaartjes misaanpassing krijgt aan de transmissielijnen, hetgeen zich vooral zal manifesteren bij hogere frequenties.

– Rekenvoorbeelden

We nemen weer de situatie uit de voorgaande rekenvoorbeelden en stellen dat zich aan beide zijden van de kabel varkensstaartjes bevinden, met ieder een lengte van 15 mm . De bijdrage van de varkensstaartjes wordt nu :

$$\begin{aligned} R_T &= 0,15 \text{ m}\Omega \\ L_T &= 24 \text{ nH} \\ C_T &= 28 \text{ fF} \end{aligned}$$

zodat

$$\begin{aligned} Z_{T12} &= 4 \text{ V} \\ Y_{T12} &\approx 0 \end{aligned}$$

In het eerder gegeven rekenvoorbeeld 1. heeft dit, zoals te verwachten was, geen invloed terwijl in de voorbeelden 2. en 3. de totale kwaliteit van de kabel wordt teniet gedaan. De overspraak in 2. en 3. neemt dan toe met een factor ≈ 5 respectievelijk ≈ 50 .

REGELS VOOR KABELKEUZE

De kabelkeuze dient uit het oogpunt van EMC te worden bepaald door :

- systeemopbouw, zie par. NETWERK-MODEL en [9];
- gevoeligheid van de schakeling voor stoorsignalen [1];
- aanwezigheid van stoorbronnen in een normale bedrijfsomgeving;
- geëiste bedrijfszekerheid en tolerantie van het systeem;
- kosten.

Enige belangrijke regels voor een juiste keuze en toepassing van kabels zijn:

- Kies een kabel met een zo klein mogelijke transferimpedantie/-admittantie voor het frequentiegebied waarvoor het systeem gevoelig is en waarin mogelijk stoorbronnen aanwezig zijn.
- Let op de verouderingsspecificaties van de kabel; door veroudering kunnen de transfereigenschappen drastisch degraderen.
- Zorg voor een juiste afmontage van de kabel.
- Kies een kabel-layout en een aardingsmethode, zodanig dat de signaalkabel een zo klein mogelijke common-mode-stroom zal voeren.
- Zorg ervoor, in het bijzonder als een aangesloten schakeling gevoelig is voor laagfrequente stoorsignalen, dat de signaalgeleiders geen potentiaalvereffeningsgeleiders worden tussen de diverse (sub)systemen.
- Zorg voor een separatie tussen geleiders

waardoor mogelijk stoorsignalen vloeien en geleiders die zijn verbonden met schakelingen die gevoelig zijn voor dat stoorsignaal.

- Zorg ter voorkoming van resonanties voor een juiste afsluiting van de transmissielijn, zowel voor het signaalcircuit als voor het uitwendig circuit.

Met behulp van een stroomtang en een selectieve voltmeter of spectrumanalysator kunnen common-mode-stromen door signaalkabels of referentiekabels direct worden gemeten. Hiermee kan men een schatting maken van de ongewenste stoorsignalen die ontstaan aan begin en einde van de signaalkabel, daar de configuratie van het systeem bekend mag worden verondersteld. Met behulp van een signaalgenerator kan men common-mode-stromen simuleren door tussen twee (sub)systemen een potentiaalverschil aan te brengen. Eventueel kan men, met een signaalgenerator en het inverse gebruik van een stroomtang, op zelf gekozen plaatsen stroomstromen in het systeem genereren.

Dit simuleren van stoorbronnen kan in de ontwikkelfase van het systeem worden toegepast zodat men een mogelijke incompatibiliteit vooraf kan constateren. In deze fase is het invoeren van modificaties in het systeem of een andere kabel nog realiseerbaar.

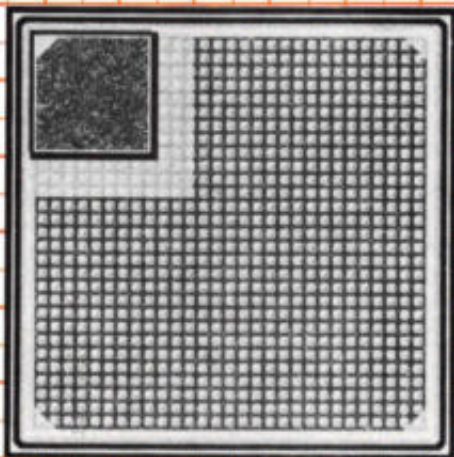
Immers: Voorkomen is beter dan genezen!

Literatuur:

- [1] J. J. Goedbloed, K. Riemens, B. Stienstra: „Verbetering HF-immuniteit van versterkers met tegenkoppeling”, Elders in dit nummer.
- [2] J. J. Goedbloed: „Analysemethode stoorsproblemen”, PT Elektrotechniek en Elektronica, Maart 1984.
- [3] M. J. Coenen: „Enige aspecten van EMC”, Seminar Storingsmeting, Koning en Hartman, mei 1983.
- [4] C. R. Paul: „Transmission-line modelling of shielded wires for cross-talk prediction”, IEEE Transactions on EMC, Vol. EMC-23, nr. 4, november 1981, p. 345 ... 351.
- [5] C. R. Paul: „Useful matrix chain parameter identities for the analysis of multiconductor transmission lines”, IEEE trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-23, nr. 9, september 1975, p. 756 ... 760.
- [6] E. F. Vance: „Coupling to shielded cable”, J. Wiley, New York, 1978.
- [7] IEC-publikatie 96-1: „Radio-Frequency Cables, Part 1, General requirements and measuring methods”, Genève.
- [8] K. L. Smith: „Drop cable R.F. leakage throughout 20 years of service”, EMC technology & interference control news, D. R. J. White, Gainesville, VS, juli 1982, p. 80 ... 88.
- [9] D. R. J. White: „EMI Control Methodology and Procedures”, DWCI, Gainesville, VS.
- [10] Einstrahlstörungen, Funkschau, themanummer, juni 1978.
- [11] Meinke, Gundlach: Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, 1968.

SIEMENS

Nieuwe mogelijkheden met de Sipmos Power Transistoren



Talloze parallel-geschakelde MOS FET's vormen een SIPMOS-transistor-chip

De MOS-technologie voor vermogenhalfgeleiders is door Siemens verder ontwikkeld. Met de nieuwe SIPMOS (Siemens Power MOS) transistoren is het mogelijk tot 5 kW te schakelen.

En omdat zij kunnen worden gestuurd met een ingangsniveau van 1 mA/5V zijn deze vermogentransistoren direct compatibel met de moderne micro-elektronica, zoals microprocessor IC's, TTL enz.

Eigenschappen

Naast het hoge schakelvermogen hebben de SIPMOS transistoren de volgende kenmerkende eigenschappen:

- zeer hoge ingangsweerstand
- zeer korte schakeltijd
- zeer hoge grensfrequentie
- laag stuurvermogen
- hoge vermogensversterking
- geen second break down
- hoge thermische stabiliteit.

Bovendien is het schakelvermogen nog te verhogen door meerdere SIPMOS transistoren ongelimiteerd parallel te schakelen.

Toepassingen

Ideaal is de toepassing bijvoorbeeld in de moderne vermogens-elektronica: schakelende voedingen, DC/DC omvormers, netgestuurde voedingen, horizontale en verticale afbuigingen in

televisietoestellen, stroomregeling in motoren. In de datatechniek bijvoorbeeld voor printers en stappenmotoren.

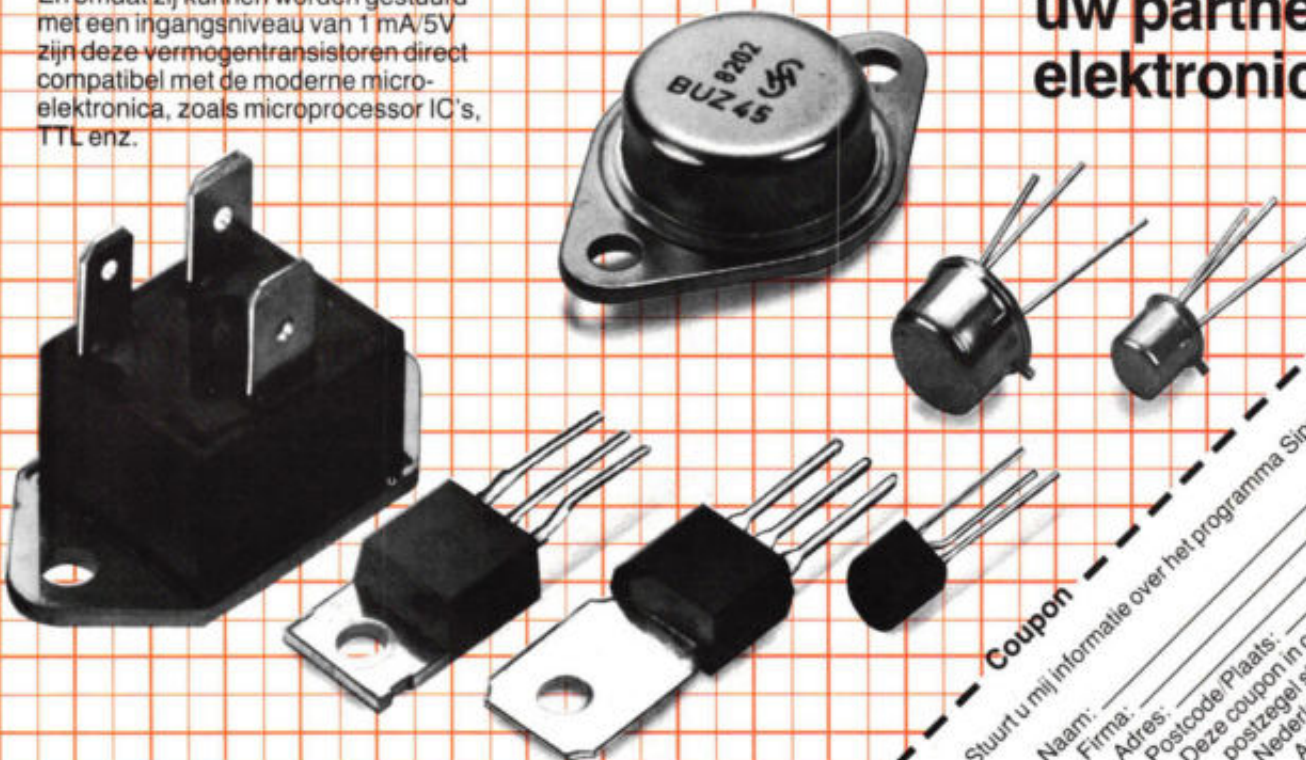
Leveringsprogramma

De SIPMOS serie in N-kanaal is momenteel leverbaar in spanningen van 50 tot 1000 V met stroomwaarden tot 45 A.

Ook zijn SIPMOS low power transistoren in het programma opgenomen. Deze zijn te leveren in N- en P-kanaal met spanningen tot 200 V en stromen tot 1,5 A.

Voor nadere informatie:
Siemens Nederland N.V.
Postbus 16068, 2500 BB Den Haag
Tel. 070-78 2076 (doorkiesnummer)
Verkoopafdeling Elektronica

Siemens: uw partner in elektronica



Coupon

Stuurt u mij informatie over het programma Sipmos Power Transistoren:

Naam: _____
Firma: _____
Adres: _____
Postcode/Plaats: _____
Deze coupon in open envelop zonder postzegel sturen naar Siemens Nederland N.V.,
Antwoordnummer 716,
2500 VG Den Haag.

Als het over regelen gaat dan is er goed nieuws voor u.

Ieder instrument wordt voor uitlevering uitgebreid gekeurd.

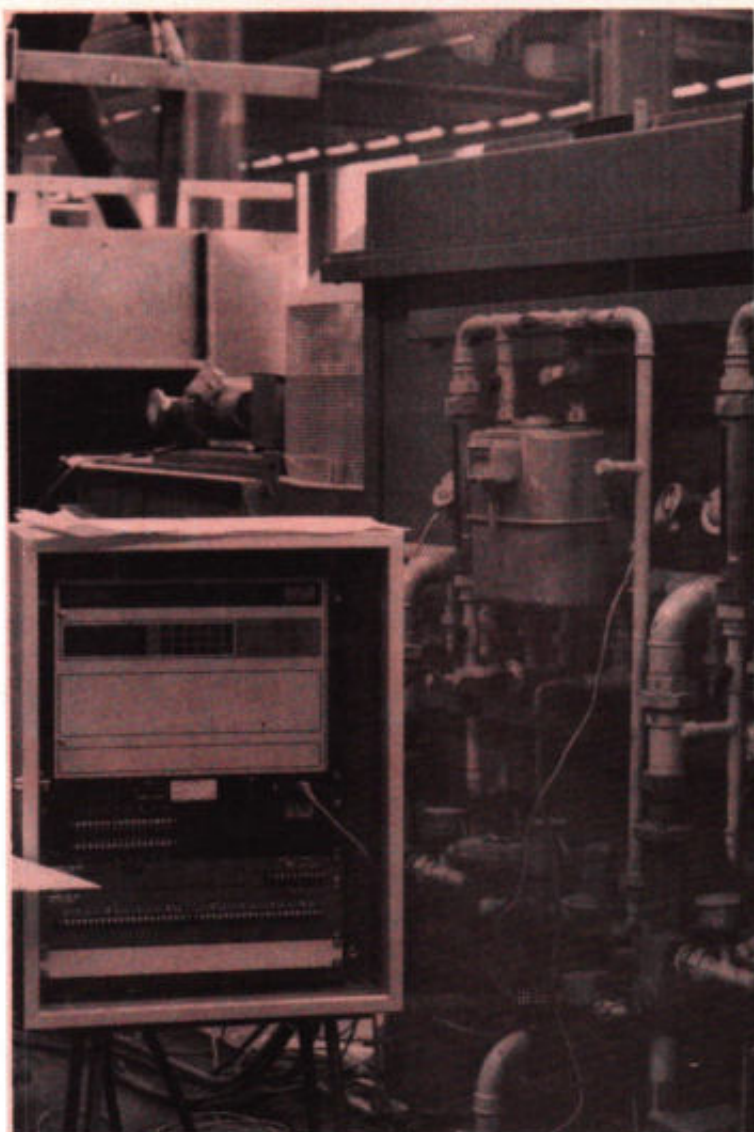


Een uitgebreide serviceondersteuning zodat u nooit lang zonder zit.



Speciale ontwikkelingen voor u verzorgd.

 **simac**
electronics



Veenstraat 20, 5503 HR Veldhoven. Tel.: 040-533725
Vooruitgangstraat 52, Bus 3, 1000 Brussel. Tel.: 02-219.24.53

Nieuws over als er iets geregeld

Veenstraat 20, 5503 HR Veldhoven. Tel.: 040-533725
Vooruitgangstraat 52, Bus 3, 1000 Brussel. Tel.: 02-219.24.53



Proces controle c.q. data-acquisitie via remote stations.

Het nieuwe systeem van Mess & System Technik is een uitvloeisel van het reeds beproefde systeem 65 ADP. Opvallend hierbij echter is dat er van „plant” situaties is uitgegaan. Via een RS 232/C.L. is het namelijk

mogelijk om 19 zelfstandige remote stations te besturen of aan te roepen, terwijl deze elk 1000 m uit elkaar mogen staan. Ieder station of module is voorzien van een microprocessor voor de communicatie en de data-handling zoals bijvoorbeeld alarm uitgangen sturen, zowel digitaal als analoog. Er zijn 12 verschillende uitvoeringen voor (gelineariseerde) thermokoppels, pt-100 sensoren, rekstrook ingangen enz. Zelfs een functiegenerator module. Via de digitale en analoge uitgangen kunnen zowel aan/uit als PID regelingen verwezenlijkt worden.



Single-loop regelaars.

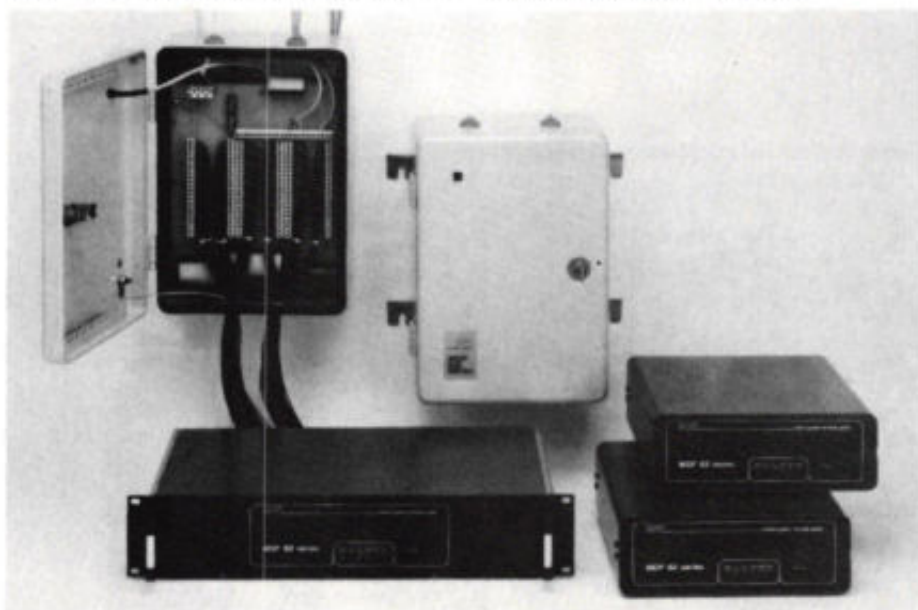
In principe zijn er twee manieren om de meest voorkomende variabele in de industrie (temperatuur) te regelen namelijk: open-loop en closed-loop.

Open-loop.

Open-loop is de eenvoudigste manier. Een operator kan met de hand bijregelen om via een uitlezing de proces-variabele op de gewenste waarde te houden. Dit is tegenwoordig meestal niet voldoende nauwkeurig en duur.

Closed-loop.

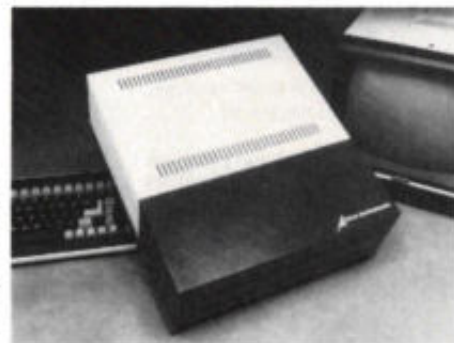
Hierbij is de operator van de open-loop regeling vervangen door een controller. De te regelen grootte (meestal temperatuur) wordt teruggekoppeld en vergeleken met de ingestelde gewenste waarde. Dan wordt via een uitgang van de controller de proces variabele op de gewenste waarde gehouden. Met deze methode is de nauwkeurigheid van de regeling afhankelijk van het gekozen regelprincipe. Een aan/uit regeling kan bijvoorbeeld voor een aantal processen nauwkeurig genoeg zijn, terwijl bij andere processen een proportionele regeling noodzakelijk kan zijn. Misschien zelfs afhankelijk van de traagheid van het proces tezamen met een integrerende actie en een derivative actie (PID). Athena heeft alle hierboven omschreven mogelijkheden en binnenkort zelfs met auto-tune.



Een microcomputer met een software pakket ideaal afgestemd op industriële regeltoepassingen.

Action Instruments heeft een industriële microcomputer; de nieuwe A-PAC BC-3. De A-PAC is speciaal ontworpen voor ruwe industriële omgevingen om te voldoen aan eisen in middelgrote plants van petrochemische- tot papierfabrieken. Een van de grote voordelen is het software pakket dat een groot aantal op regeltoepassingen georiën-

teerde instructies heeft: ABLE (Action Basic Language Enhancement). Bovendien wordt de door de gebruiker te schrijven software geminimaliseerd door een aantal applicatie programmapakketten (APP's) voor functies



moet worden.

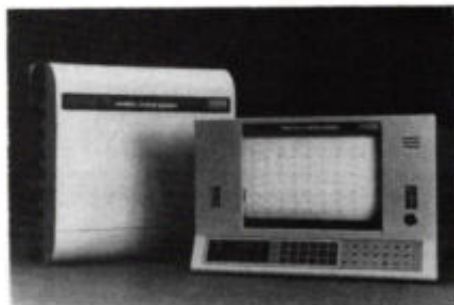


Simac Electronics
voor de allernieuwste
ontwikkelingen,
Uw vertrouwen meer
dan waard.

als datalogging, alarm en control units, multi-loop PID regelaar, batch controle en gedistribueerde processing.

Bovendien maakt ABLE het mogelijk om met een programma een ander programma te activeren door deze van een naam te voorzien, zodat dezelfde parameters voor verschillende programma's kunnen worden gebruikt. Deze uitgedachte „single board” computer is voorzien van de mogelijkheid om plug-in of plug-on modules toe te passen om op die manier tot 256 inputs te accepteren, zoals thermokoppels, pt-100, rekstrookbruggen, spanningen, stromen en digitale logische signalen. Echter ook output kaarten voor het sturen van motoren, kleppen relais en andere industriële units zoals bijvoorbeeld robots voor automatisering. Deze Action Process Automatiserings Computer (A-PAC) onderscheidt zich dus o.a. duidelijk van de bekende personal computers, door zijn uitgebreide input/output mogelijkheden.

Scannen, bewaken, berekenen, het lijkt wel een procesmanager



Zelfs als in een proces controle-toepassing de bewaking het belangrijkste gedeelte is, kan het voorkomen dat die het liefst gecombineerd wordt met enkele controle loops. Dit begint te lijken op management. Behalve de uitgebreide mogelijkheden om proces grootheden te scannen en te bewaken, heeft de Digi IV serie van Kaye Instruments de mogelijkheid om hieraan te rekenen om bijvoorbeeld gemiddelde waarden te krijgen, minima, maxima maar ook shift of dag totalen om materiaalverbruik of produktie te registreren. Bovendien kan men door middel van 4 speciaal te programmeren print-outs een overzichtelijke presentatie realiseren, waarbij zelfs een rekening geprint kan worden. En dat alles terwijl de controlefuncties onverstoorde het proces blijven regelen via PID, cascade PID of sequencer functies.

Complete procesbeheersing met programmable controllers

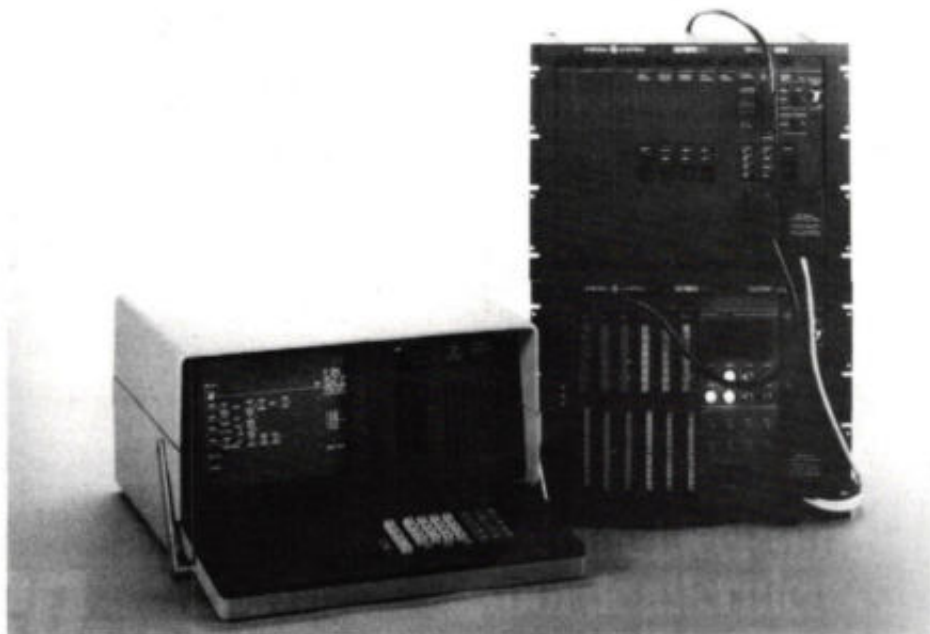
Voor complete procesbeheersing is meer nodig dan een regelcircuit alleen. Met de General Electric programmable controllers kan een proces volledig in de hand worden gehouden en met een computer met of zonder kleurenscherm tot een management systeem worden verheven.

De Serie Six PC's vormt het meest intelligente en geavanceerde deel van het General Electric programma. Deze systemen zijn modulair opgebouwd en voldoen volledig aan de eisen die een industriële omgeving stelt. Men onderscheidt drie basissystemen. Een keuze uit het 60, 600, of 6000 basissysteem wordt bepaald uitgaande van de volgende criteria:

- Hoeveel in- en outputcapaciteit is nu nodig en wat kan er in de nabije toekomst aan uitbreiding worden verwacht.

- Hoeveel zal de capaciteit van het programmeergeheugen moeten bedragen.

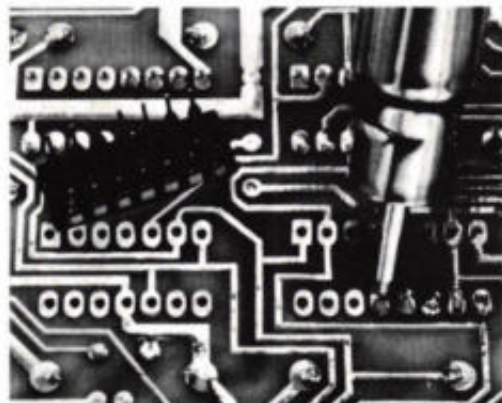
- Wat is er aan rekenwerk en data-manipulatie te verwachten; met andere woorden hoe groot moet het registergeheugen zijn. Het 600 basissysteem heeft bijvoorbeeld 8K programmeergeheugen, een registergeheugen van 1024 (16 bits) woorden, en de mogelijkheid voor 1024 inputs en 1024 outputs. In deze systemen kan een Data Processing Unit (DPU) worden opgenomen. De DPU maakt het mogelijk om alarm boodschappen te genereren, gegevens over een bepaalde tijd in een bestand op te slaan en PID loops te creëren. Het 6000 basissysteem heeft de mogelijkheid voor 2048 inputs en 2048 outputs. Een totaal I/O-netwerk met een straal van circa 4 km (met behulp van modems zelfs nog verder) kan worden opgebouwd. I/O-adressering vindt plaats in het 19" rack zodat I/O modules gemakkelijk kunnen worden uitgewisseld zonder kans op fouten in de adressering. Een uitgebreid pakket I/O modules staat u ter beschikking voor allerlei soorten statussignalen (zelfs high density, 32 in- of outputs per kaart) en analoge signalen. Deze modules voldoen volledig aan de industriële eisen. Meer PC systemen (60, 600 of 6000) kunnen worden opgenomen in één data highway gekoppeld aan een computer. Elke PC heeft dan een eigen identificatienummer en gestructureerd datatransport kan plaatsvinden.



REPAREER PCB's OVERAL



PAGE
Micro Portable
Systems for PCB Repair Anywhere™



HET EERSTE ECHT DRAAGBARE DÉSOLDEERSTATION VOOR SERVICE DOELEINDEN

- 12 Volt vacuummotor en désoldeerbout
- Opwarmtijd slechts 45 seconden
- Regelbare tiptemperatuur
- C/Mos beveiligd
- Vacuumschakelaar in handvat
- 220 Volt A.C. en 12 Volt D.C. aansluiting

RADIKOR

Radikor Electronics b.v., Postbus 50006, 1305 AA ALMERE.
Telefoon 03240 - 12554. Telex 70209.

Aarding en afscherming

Denken op systeemniveau belangrijk uitgangspunt

Het voorkomen en oplossen van EMI-problemen moet worden gerealiseerd door toepassing van een totaal-pakket van maatregelen. Aarding en afscherming zijn belangrijke onderdelen uit dit totaal-pakket. Zowel aarding als afscherming zullen pas dan een optimaal effect hebben als ook andere maatregelen van het totaal-pakket op de juiste manier zijn toegepast (filteren, scheiden van signalen enz.). Ter verduidelijking de volgende vergelijking: Wanneer van een regenton één duig wordt ingekort zal de ton nooit de maximaal mogelijke hoeveelheid water kunnen bevatten. Zo geldt bij het treffen van anti-EMI maatregelen dat als men één onderdeel van het totale pakket niet optimaal uitvoert, het gewenste resultaat niet wordt bereikt. In dit artikel wordt aangegeven waarop moet worden gelet als men systemen wil aarden en afschermen.

Om misverstanden te voorkomen: als in het kader van dit artikel over een „systeem” wordt gesproken dan wordt hiermee niets meer en niets minder bedoeld dan het geheel waarbinnen zich de ongewenste interactie afspeelt. Een systeem kan dan zowel een schakeling zijn die is ondergebracht op een gedeelte van een Eurokaart, als bestaan uit een aantal eenheden, verspreid opgesteld over verschillende gebouwen.

Voor theoretische achtergronden van rekenmodellen, gehanteerd voor EMI-analyse, en specifieke zaken als het aarden van afgeschermd kabels en van netfilters wordt verwezen naar andere artikelen in dit themanummer.

AARDING

Het aarden van systemen gebeurt om twee redenen:

- uit veiligheidsoverweging;
- ter onderdrukking van EMI.

In het kader van dit artikel moet worden volstaan met een paar opmerkingen over het aarden uit veiligheidsoverweging. Door verschillende oorzaken kunnen metalen delen van een systeem spanning voeren ten opzichte van aarde. Een aantal van deze oorzaken zijn: het gebruik van netfilters (door capacatieve spanningsdeling staat de halve netspanning op het chassis), kortsluiting en elektrostatische oplading (ondermeer door blikseminslag). Door het systeem te aarden wordt voorko-

men dat personen die het systeem aanraken gevaar lopen. Ook wordt voorkomen dat in het systeem schade ontstaat aan componenten ten gevolge van statische (ont)ladingen.

Men moet niet uit het oog verliezen dat het aanbrengen van een veiligheidsaarde gevolgen kan hebben voor het EMI-gedrag van het systeem. In dit verband zij benadrukt dat de geel-groene draad in het netsnoer uitsluitend is bedoeld voor veiligheidsaarding.

Bij aarding ter onderdrukking van EMI gaat het erom dat men op systeemniveau denkt. Dit is een zeer belangrijke stelregel waarvan vooral de ontwerpers van systemen zich bewust moeten zijn. Er bestaan namelijk drie basisprincipes volgens welke een aardingsstelsel kan worden ontworpen. Aarding volgens elk van deze drie principes levert specifieke voordelen op. Wanneer men niet op systeemniveau blijft denken, ontstaat meestal een hybride aardingsstelsel dat niet goed werkt.

Voordat elk van deze drie aardingsprincipes wordt besproken moet eerst duidelijk zijn wat aarde, elektrisch gezien, nu eigenlijk is.

Een aarde, in elektrische zin, is bedoeld om er voor te zorgen dat alle erop geaarde systemen ten opzichte van elkaar geen ongewenste spanning voeren. Een ideale aarde is een lichaam met een oneindig kleine impedantie en nulpotential, dat kan worden gebruikt als referentie voor onverschillig welk signaal en bovendien kan dienen voor het afleiden van elk ongewenst signaal.

Wetnu, een ideale elektrische aarde bestaat niet. Zelfs een koperen grondvlak heeft voor elektrische signalen bij het toemenemen van de signaalfrequentie op den duur geen verwaarloosbaar kleine impedantie meer. Tabel 1 geeft een overzicht van de impedantie in Ω voor een willekeurige oppervlakte van vierkante metalen grondvlakken bij verschillende dikten en frequenties.

Als vuistregel kan men aanhouden dat de geschiktste aarde de grootste metalen massa in de omgeving moet zijn. Dat kan het chassis zijn van een eenheid, het frame van een 19-inch rek, maar ook het betonijzer van een gebouw. Om ervoor te zorgen dat de impedantie van de aarde zo laag mogelijk is, moet ernaar worden gestreefd om alle metaaldelen zo goed mogelijk met elkaar in contact te brengen. Voor het betonijzer betekent dit dat het doorgelast moet zijn en voor een chassis in een instrumentenkast betekent dit dat het metaal (meestal is dit een aluminium legering) niet

Tabel 1. Impedantie van koperen en stalen grondvlakken in Ω /vierkant bij verschillende dikten en frequenties.

N.B.: Deze tabel niet gebruiken voor frequenties (in MHz) boven 5/L, daar de afstand L (in m) tussen twee aardpunten dan groter wordt dan 0,05 λ , boven welke waarde afwijkingen significant worden.

frequentie	Koper;			Staal;		
	Conductiviteit: 1, Permeabiliteit: 1			Conductiviteit: 17, Permeabiliteit: 200		
	d = 0,03 mm	d = 0,3 mm	d = 3 mm	d = 0,03 mm	d = 0,3 mm	d = 3 mm
10 Hz	574 $\mu\Omega$	57,4 $\mu\Omega$	5,77 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	338 $\mu\Omega$	40,7 $\mu\Omega$
50 Hz	574 $\mu\Omega$	57,4 $\mu\Omega$	5,90 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	341 $\mu\Omega$	67,0 $\mu\Omega$
100 Hz	574 $\mu\Omega$	57,4 $\mu\Omega$	6,07 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	344 $\mu\Omega$	94,6 $\mu\Omega$
500 Hz	574 $\mu\Omega$	57,6 $\mu\Omega$	7,48 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	371 $\mu\Omega$	238 $\mu\Omega$
1 kHz	574 $\mu\Omega$	57,7 $\mu\Omega$	9,19 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	407 $\mu\Omega$	354 $\mu\Omega$
5 kHz	574 $\mu\Omega$	59,0 $\mu\Omega$	19,0 $\mu\Omega$	3,41 m Ω	670 $\mu\Omega$	847 $\mu\Omega$
10 kHz	574 $\mu\Omega$	60,7 $\mu\Omega$	29,7 $\mu\Omega$	3,44 m Ω	946 $\mu\Omega$	1,21 m Ω
50 kHz	576 $\mu\Omega$	74,8 $\mu\Omega$	74,6 $\mu\Omega$	3,71 m Ω	2,38 m Ω	2,78 m Ω
100 kHz	577 $\mu\Omega$	91,9 $\mu\Omega$	108 $\mu\Omega$	4,07 m Ω	3,54 m Ω	3,95 m Ω
500 kHz	590 $\mu\Omega$	199 $\mu\Omega$	252 $\mu\Omega$	6,70 m Ω	8,47 m Ω	8,90 m Ω
1 MHz	607 $\mu\Omega$	297 $\mu\Omega$	360 $\mu\Omega$	9,46 m Ω	12,1 m Ω	12,6 m Ω
5 MHz	748 $\mu\Omega$	746 $\mu\Omega$	817 $\mu\Omega$	23,8 m Ω	27,8 m Ω	28,2 m Ω
10 MHz	919 $\mu\Omega$	1,08 m Ω	1,15 m Ω	35,4 m Ω	39,5 m Ω	39,9 m Ω
50 MHz	1,99 m Ω	2,52 m Ω	2,60 m Ω	84,7 m Ω	89,0 m Ω	89,4 m Ω
100 MHz	2,97 m Ω	3,60 m Ω	3,68 m Ω	121 m Ω	126 m Ω	126 m Ω
500 MHz	7,46 m Ω	8,17 m Ω	8,24 m Ω	278 m Ω	282 m Ω	282 m Ω
1 GHz	10,8 m Ω	11,5 m Ω	11,6 m Ω	395 m Ω	399 m Ω	400 m Ω
5 GHz	25,2 m Ω	26,0 m Ω	26,0 m Ω	890 m Ω	894 m Ω	894 m Ω
10 GHz	36,0 m Ω	36,8 m Ω	36,8 m Ω	1,26 Ω	1,26 Ω	1,26 Ω



schakelaars...



industrieel en miniatuur

Of u nu industriële of miniatuur schakelaars gebruikt APR heeft een schakelaar voor praktisch elke toepassing.

De industriële uitvoeringen zijn leverbaar als toggle- of drukknopschakelaar in 10 verschillende uitvoeringen afhankelijk van contactbelasting, aansluiting en waterdichtheid. Het programma miniatuurschakelaars is nog uitgebreider met o.a. toggle- en drukknopschakelaars in subminiatuur-, microminiatuur- of waterdichte uitvoeringen.

In beide hoofdgroepen heeft APR schakelaars, welke VDE, UL, SEV of CSA keur hebben.

Wilt u meer informatie?
Bel voor inlichtingen of dokumentatie:



S.E.B. SOURIAU

Kanaalweg 25-27, Postbus 174, 2900 AD Capelle a/d IJssel,
Tel: 010-501322

CARTWRIGHT

EMI



EMC
CONSULTANT

Wij adviseren
op het gebied van:

- _aarding
- _afscherming
- _(net)filters
- _systeem ontwerp

Want...

**Uw emi probleem
is onze zorg!**

CARTWRIGHT
CONSULTANT

Postbus 108
6700AC Wageningen
08370 - 17033

mag zijn afgewerkt met een, weliswaar fraaie, niet geleidende laag.

Het nuttig effect van de verschillende aardingsystemen wordt voor een belangrijk deel bepaald door de frequentie van de signalen waarmee men te maken heeft. Dit kunnen gewenste en ongewenste signalen zijn. Men spreekt van *relatief lage frequenties* als de grootste lengte van een stroomkring kleiner is dan ca. $0,15\lambda_{\text{max}}$ (λ_{max} is de golflengte van de hoogste frequentie die in het systeem voorkomt). Door het aanhouden van het criterium $0,15\lambda_{\text{max}}$ kan men er voor zorgen dat zulke potentiële antennes niet al te effectief worden. Bij stroomkringen langer dan $0,15\lambda_{\text{max}}$ kan het stoorsignaal worden uitgestraald en mogelijk in wijde omtrek EMI veroorzaken.

Let op: Ook een functioneel en dus gewenst signaal kan door uitstraling tevens als een stoorsignaal optreden.

Dat men de afmetingen in verhouding tot de frequenties nauwlettend in de gaten moet houden, heeft te maken met de volgende belangrijke stelregels:

- Een aarding vormt een weg voor stroom.
- Iedere stroomvoerende geleider werkt als antenne.

Men moet hier bij „geleider” denken aan elk metaal onderdeel van het systeem, dus niet alleen aan een draad.

AARDINGSPRINCIPES

De eerder aangeduide principes voor het ontwerp van een aardingsysteem zijn:

- zwevende aarde, zie fig. 1a;
- éénpuntsaarde (sterpuntsaarde), zie fig. 1b;
- meerpuntsaarde, zie fig. 1c.

In het volgende zullen we deze aardingsprincipes afzonderlijk toelichten.

– Zwevende aarde

Een zwevende aarde houdt in dat het sys-

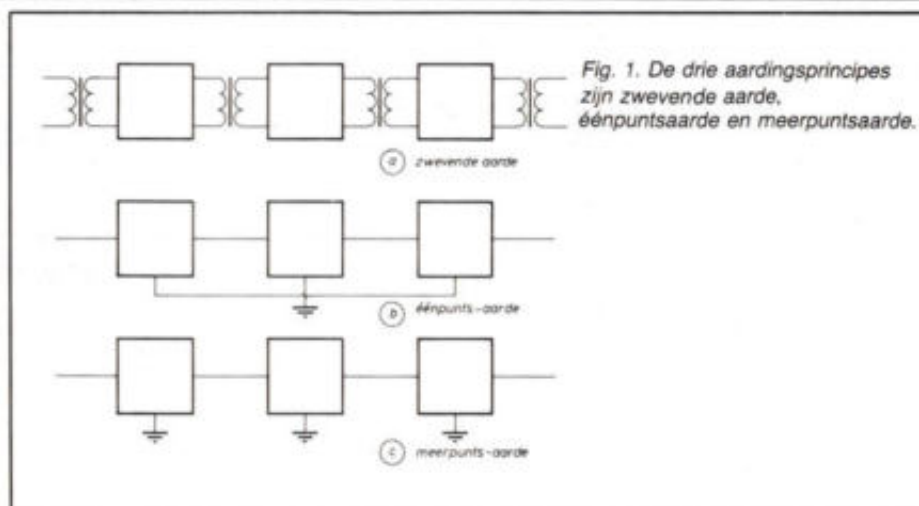


Fig. 1. De drie aardingsprincipes zijn zwevende aarde, éénpuntsaarde en meerpuntsaarde.

teem, of delen van het systeem, niet worden geaard.

Het voordeel van zwevende aarde, of beter gezegd: het isoleren van delen van een systeem ten opzichte van elkaar, is dat het ontstaan van kringstromen wordt tegengegaan. Het is duidelijk dat aan de kwaliteit van een eventueel aardvlak in het geval van zwevende aarde geen kwaliteitseisen behoeven te worden gesteld. Het accent moet bij dit aardingsysteem liggen op het in stand houden van het principe: Tussen geen enkel deel van het systeem mag een geleidende verbinding met een ander deel van het systeem bestaan.

Niet mag worden vergeten dat altijd capacatieve koppeling aanwezig is, ook met aarde. Via deze parasitaire capaciteiten kan een stroomstroom ontstaan die EMI veroorzaakt. Het gewenste resultaat is in de praktijk alleen bereikbaar bij relatief lage frequenties.

Het laten zweven van de verschillende circuits ten opzichte van elkaar kan worden bereikt door het toepassen van ondermeer

transformatorkoppeling, glasvezelverbindingen en optokoppelaars. Het nadeel van deze manier van aarding is dat het systeem een hoge spanning kan voeren die bij aanraking gevaar oplevert.

– Éénpuntsaarding

Het toepassen van éénpuntsaarding berust op het idee dat alle schakelingen die op het aardpunt worden aangesloten de potentiaal van dit aardpunt als referentie hebben. Maar ook worden ongewenste signalen via dit aardpunt afgevoerd.

Ook éénpuntsaarding heeft het voordeel dat het ontstaan van kringstromen wordt voorkomen. Een goede proef voor de juiste werking van een éénpuntsaarde als referentiepunt is dat men dit sterpunt moet kunnen losnemen van het aardvlak, zonder dat dan storing optreedt. Deze goede werking blijft in de praktijk, evenals bij zwevende aarde, beperkt tot het relatief lage frequentiegebied. Bij hogere frequenties gooien de onontkoombare parasitaire koppelingen roet in het eten. Er ontstaan dan namelijk weer oncontroleerbare stroomkringen.

Bij éénpuntsaarding is de kwaliteit van de aardverbinding van belang. Korte, laagimpedante verbindingen met een duurzaam

Tabel 2. Impedantie van rond koperdraad bij verschillende diameters en frequenties. N.B.: de waarden in deze tabel zijn afgeleid van de zelfinductie in vrije ruimte, bij grote afstand tussen geleider en retourgeleider c.q. aardvlak, en gelden uitsluitend voor rechte draad! De vet-omlijnde waarden representeren niet-geldige gebieden waarvoor de draadlengte overeenkomt met of groter is dan $0,25\lambda$.

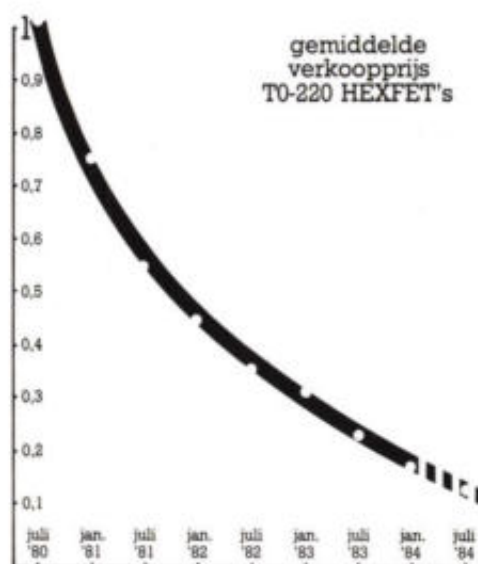
frequentie	diameter: 6,54 mm			diameter: 2,59 mm			diameter: 0,64 mm		
	<i>l</i> = 1 cm	<i>l</i> = 10 cm	<i>l</i> = 1 m	<i>l</i> = 1 cm	<i>l</i> = 10 cm	<i>l</i> = 1 m	<i>l</i> = 1 cm	<i>l</i> = 10 cm	<i>l</i> = 1 m
10 Hz	5,13 $\mu\Omega$	51,4 $\mu\Omega$	517 $\mu\Omega$	32,7 $\mu\Omega$	327 $\mu\Omega$	3,28 m Ω	529 $\mu\Omega$	5,29 m Ω	52,9 m Ω
50 Hz	5,20 $\mu\Omega$	55,5 $\mu\Omega$	624 $\mu\Omega$	32,8 $\mu\Omega$	329 $\mu\Omega$	3,30 m Ω	530 $\mu\Omega$	5,30 m Ω	53,0 m Ω
100 Hz	5,41 $\mu\Omega$	66,7 $\mu\Omega$	877 $\mu\Omega$	32,9 $\mu\Omega$	332 $\mu\Omega$	3,38 m Ω	530 $\mu\Omega$	5,30 m Ω	53,0 m Ω
500 Hz	10,1 $\mu\Omega$	219 $\mu\Omega$	3,59 m Ω	35,3 $\mu\Omega$	425 $\mu\Omega$	5,28 m Ω	530 $\mu\Omega$	5,31 m Ω	53,2 m Ω
1 kHz	18,1 $\mu\Omega$	429 m Ω	7,14 m Ω	42,2 $\mu\Omega$	632 $\mu\Omega$	8,91 m Ω	531 $\mu\Omega$	5,34 m Ω	53,9 m Ω
5 kHz	87,3 $\mu\Omega$	2,13 m Ω	35,6 m Ω	137 $\mu\Omega$	2,72 m Ω	41,5 m Ω	571 $\mu\Omega$	6,39 m Ω	72,9 m Ω
10 kHz	174 $\mu\Omega$	4,26 m Ω	71,2 m Ω	268 $\mu\Omega$	5,41 m Ω	82,9 m Ω	681 $\mu\Omega$	8,89 m Ω	113 m Ω
50 kHz	871 $\mu\Omega$	21,3 m Ω	356 m Ω	1,33 m Ω	27,0 m Ω	414 m Ω	2,20 m Ω	36,1 m Ω	504 m Ω
100 kHz	1,74 m Ω	42,6 m Ω	712 m Ω	2,66 m Ω	54,0 m Ω	828 m Ω	4,31 m Ω	71,6 m Ω	1,00 Ω
500 kHz	8,71 m Ω	213 m Ω	3,56 Ω	13,3 m Ω	270 m Ω	4,14 Ω	21,4 m Ω	357 m Ω	5,01 Ω
1 MHz	17,4 m Ω	426 m Ω	7,12 Ω	26,6 m Ω	540 m Ω	8,28 Ω	42,8 m Ω	714 m Ω	10,0 Ω
5 MHz	87,1 m Ω	2,13 Ω	35,6 Ω	133 m Ω	2,70 Ω	41,4 Ω	214 m Ω	3,57 Ω	50,1 Ω
10 MHz	174 m Ω	4,26 Ω	71,2 Ω	266 m Ω	5,40 Ω	82,8 Ω	428 m Ω	7,14 Ω	100 Ω
50 MHz	871 m Ω	21,3 Ω	356 Ω	1,33 Ω	27,0 Ω	414 Ω	2,14 Ω	35,7 Ω	501 Ω
100 MHz	1,74 Ω	42,6 Ω	712 Ω	2,66 Ω	54,0 Ω	828 Ω	4,28 Ω	71,4 Ω	1,00 k Ω
500 MHz	8,71 Ω	213 Ω	3,56 k Ω	13,3 Ω	270 Ω	4,14 k Ω	21,4 Ω	357 Ω	5,01 k Ω
1 GHz	17,4 Ω	426 Ω	7,12 k Ω	26,6 Ω	540 Ω	8,28 k Ω	42,8 Ω	714 Ω	10,0 k Ω

HEXFET's kosten steeds minder

Toegegeven! HEXFET's van International Rectifier waren niet altijd goedkoop.

Dat is nu anders! In veel gevallen betaalt u niets meer dan voor een gewone power mosfet van de konkurent.

Maar u krijgt veel meer!



HEXFET's bieden u een failure rate van 0.6% per miljoen uur bij $T_j = 77^\circ\text{C}$ oftewel 20.000 jaar MTBF. En u weet het: hoe langer een komponent goed functioneert, hoe minder het u kost. Overigens HEXFET's worden standaard geleverd met een AQL van 0.04%.

IOR

En over de prijs gesproken vraagt u ons eens om een offerte. U zult het ontdekken.

HEXFET's kosten steeds minder!

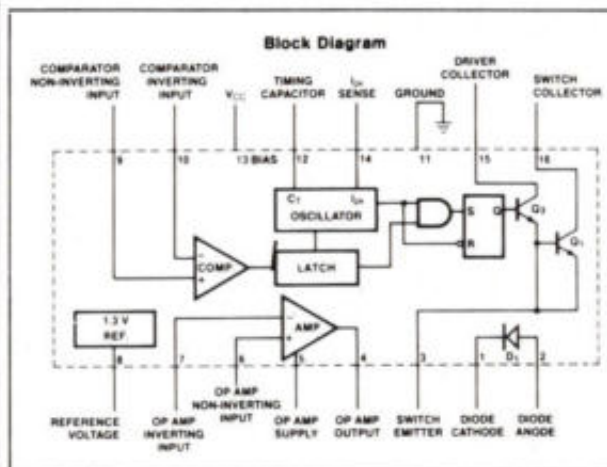
DIODE

**AURIEMA
NEDERLAND b.v.**

**officiële FAIRCHILD
distributeur**

μ A78S40 UNIVERSAL SWITCHING REGULATOR SUBSYSTEM

- STEP-UP, STEP DOWN OR INVERTING SWITCHING REGULATORS
- OUTPUT ADJUSTABLE FROM 1.3 TO 40 V
- PEAK CURRENTS TO 1.5 A WITHOUT EXTERNAL TRANSISTORS
- OPERATION FROM 2.5 TO 40 V INPUT
- LOW STANDBY CURRENT DRAIN
- 80 dB LINE AND LOAD REGULATION
- HIGH GAIN, HIGH CURRENT, INDEPENDENT OP AMP
- PULSE WIDTH MODULATION WITH NO DOUBLE PULSING



Voor meer informatie
en natuurlijk uit voorraad leverbaar



AURIEMA NEDERLAND B.V.

Doornakkersweg 26 5642 MP EINDHOVEN
Telefoon: 040-816565 Telex: 51992 auri nl

goed contact met het aardvlak zijn hier noodzakelijk.

Tabel 2 geeft een overzicht van de impedantie van rond koperdraad bij een drietal diameters en lengten voor verscheidene frequenties. Merk op dat de waarden in deze tabel uitsluitend voor *rechte draden* gelden. Een paar bochten, eventueel „voor het mooi” haaks uitgevoerd, zijn fruikend voor het voldoen aan de eis van lage impedantie!

Binnen een systeem komen verschillende soorten circuits voor. Circuits voor de voeding, circuits voor zwakke signalen van transducenten, circuits voor logische signalen enz. Al deze circuits kunnen op één en hetzelfde aardpunt worden aangesloten maar dan moet dit wel gebeuren via aparte verbindingen. Immers, in het ene geval is de aarde bedoeld als referentie en in het andere geval als verdwijnpunt van stoor signalen. Het zwakke transducent-sig naal „ziet” geen nul volt referentiespanning meer als een sterke stoorstroom over dezelfde aarddraad een spanning opwekt.

Soms zijn de aardstromen zo sterk en is de aardverbinding relatief zo lang dat deze, zoals in fig. 2, moet worden afgeschermd om stoorstraling te voorkomen. Deze situatie doet zich veel voor in hoge gebouwen waar zich op de hoogste verdieping de machines voor liften, luchtbehandeling en dergelijke bevinden. Deze machines zijn via een lange verbinding in de kelder aan aarde gelegd.

Het is bij het toepassen van éénpuntsaarding van groot belang dat geen enkel circuit of deelsysteem toevallig ook nog ergens anders is geaard.

– Meerpuntsaarding

In de praktijk heeft men meestal met *meerpuntsaarding* te maken. Wanneer bijvoorbeeld in een fabriekshal verscheidene installaties aanwezig zijn, is er zondermeer sprake van meerpuntsaarde. Al was het maar via de veiligheidsaarding! Men moet bij het ontwerpen van een installatie, meelsysteem of dataverwerkingssysteem van goeden huize komen om het aardingssysteem in de hand te houden. Als elektronica bij diverse fabrikanten is gekocht moet men er vanuit gaan dat de kans dat iedere fabrikant dezelfde aardingfilosofie volgt nihil is. En daarmee is dan tevens het hybride aardingssysteem geboren dat niet goed blijkt te werken.

Bij meerpuntsaarding moet men er in elk geval voor zorgen dat tussen de verschillende aardpunten een *geleidende verbinding* bestaat. Er moet naar worden gestreefd om alle aardpunten in een zo groot mogelijk frequentiegebied door een zo klein mogelijke impedantie van elkaar te scheiden. Veiligheidsaarde en referentie-aarde moeten beslist ergens aan elkaar liggen, maar nooit op meer dan op één plaats.

Als via signaalkabels, capacitieve koppe-

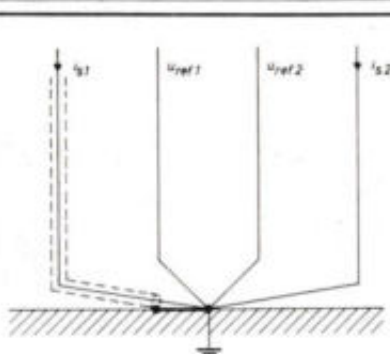


Fig. 2. Eénpuntsaarding. Aarding van verschillende stroomkringen via afzonderlijke verbindingen aan één punt. Lange aardverbindingen en sterke aardstromen vereisen een afgeschermd aardverbinding om stoorstraling te voorkomen.

Fig. 3. Storende kringstromen (I_k), ontstaan door signaalkabels, capacitieve koppelingen (C_p) e.d., moeten worden onderdrukt door verhoging van de kringimpedantie voor de frequentie van het stoorsig naal.

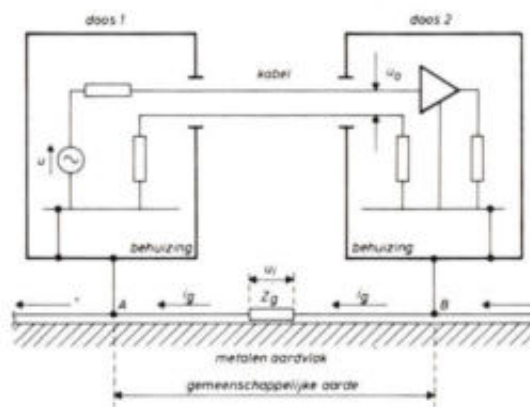
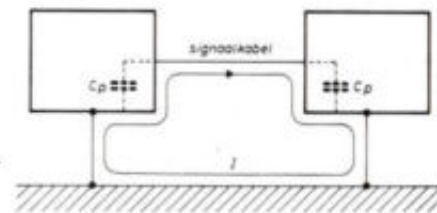


Fig. 4. Ongewenste koppeling tussen twee delen van hetzelfde systeem door retourverbinding via twee aardpunten. Tengevolge van I_g ontstaat via de aardlus tussen de punten A en B een common-mode-spanning U_g over de aardimpedantie Z_g , die in serie staat met de stuurspanning in doos 1 en tot uiting komt als een differential-mode-spanning U_d aan de ingang van doos 2.

lingen enz. kringstromen ontstaan dan moeten deze worden onderdrukt, zie fig. 3. Dit kan met maatregelen die zijn aangepast aan de frequentie van het stoorsig naal. Bij hoge frequenties kan men ringkernen in de stroomkring aanbrengen. Bij lage frequenties kan transformatorkoppeling of een andere vorm van scheiding worden toegepast, inclusief het toepassen van filters die alleen het gewenste sig naal doorlaten.

VUISTREGELS VOOR JUISTE AARDING

Een kant-en-klaar receptenboek voor het oplossen van EMI-problemen die het gevolg zijn van een slechte aarde bestaat niet. Nogmaals, het is het beste om steeds op systeemniveau te blijven denken. Wel kunnen daarbij een aantal vuistregels worden gehanteerd.

- Kies voor aarde de grootste metalen massa.
- Verbind zo veel mogelijk metaaldelen met elkaar door.

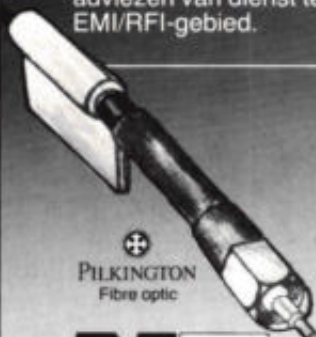
- Aard een sig naal op het gevoeligste punt van de schakeling, dat is daar waar het gewenste sig naal het zwakst is.
- Als de eenheden van een systeem over diverse gebouwen of ruimten zijn verdeeld moet men de signaalverbindingen galvanisch scheiden.
- Alle chassis en instrumentenrekken moeten zoveel mogelijk op dezelfde potentiaal worden gebracht.
- Nooit één verbinding voor meer dan één sig naal gebruiken.
- Een aarde, in welke vorm dan ook, is niet bedoeld als gemeenschappelijke retourverbinding voor signalen. Consequenties daarvan zijn schematisch weergegeven in fig. 4.
- Gebruik de veiligheidsaarde alleen als veiligheidsaarde.

EMI OPLOSSINGEN ALLE KOMPONENTEN VOOR EMI

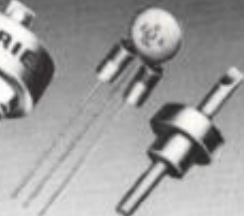
HEEFT U EEN EMI/RFI PROBLEEM

Murata-Erie, aanvoerder op de wereldranglijst van EMI/RFI filterfabrikanten biedt u een complete reeks EMI-filters. Men levert in verschillende konstrukties hoogbetrouwbare EMIFIL's voor toepassing in tal van sectoren: van de moeilijkste ruimtevaartkonstrukties tot en met de eenvoudige huishoudelijke elektronika zoals televisie, radio, net-ontstoring, etc.

Wij, als Nijkerk Elektronika B.V., zijn gaarne bereid u met technische adviezen van dienst te zijn, wanneer er bij u problemen optreden op EMI/RFI-gebied.



PILKINGTON
Fibre optic



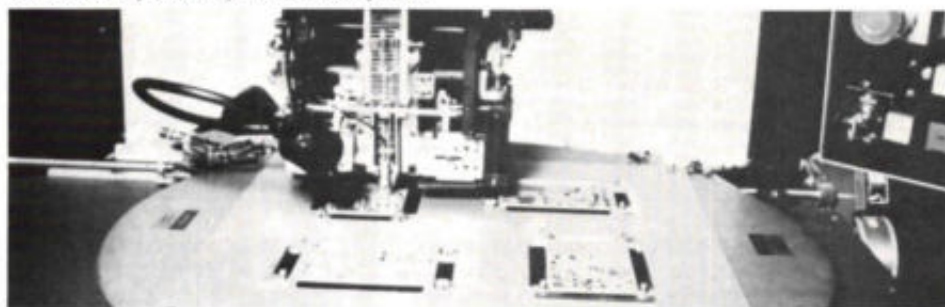
NE

NIJKERK ELEKTRONIKA B.V.

Drentestraat 7 1083 HK Amsterdam Tel. (020) 46 22 21 Telex 11625 Nesco

volautomatische en hand-assemblage van uw printed circuits

bestukken, testen, inbranden, enz.



snel, nauwkeurig, goedkoop

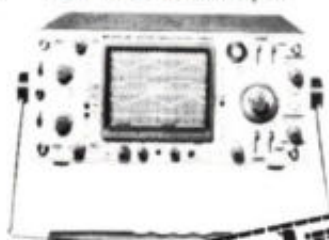
Oldelft Leeuwarden is een modern productiebedrijf van het Oldelft concern, speciaal ingericht voor de fabricage en assemblage van fijnmechanische componenten en apparatuur.

Oldelft

nv Optische Industrie De Oude Delft, Postbus 395, 8901 BD Leeuwarden, Tel. (058) 131016, afdeling Inbesteding

IHK

Dual Trace oscilloscopes



LBO-518	100 MHz	4 ch
LBO-517	50 MHz	4 ch
LBO-524	35 MHz	
LBO-522	20 MHz	
LBO-514A	15 MHz	
enz.		

Digital Frequency Counter

LDC-825
LDC-824
LDC-823A
LDC-822A
enz.



• Folders + prijzen op aanvraag •

Internationaal Handelskantoor bv
Pr Hendrikpl. 3 2502 ER Den Haag Tel 070-644835

C.C.I. voor België Tel 03/232.78.64.
Frankrijklei 115 B-2000 Antwerpen.

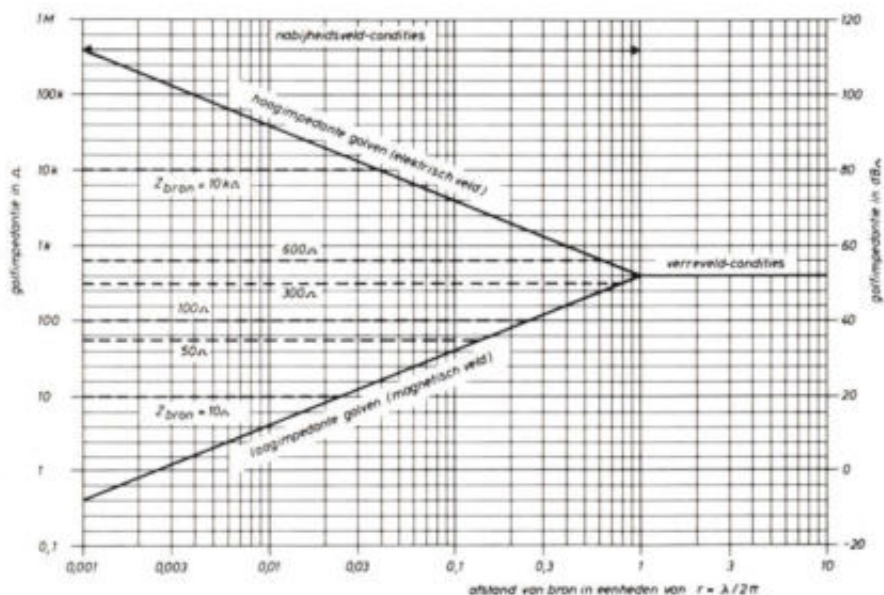


Fig. 5. Golfimpedantie in Ω en dB Ω voor verschillende bronimpedanties, als functie van de afstand vanaf de bron (in eenheden van $r = \lambda/2\pi$).

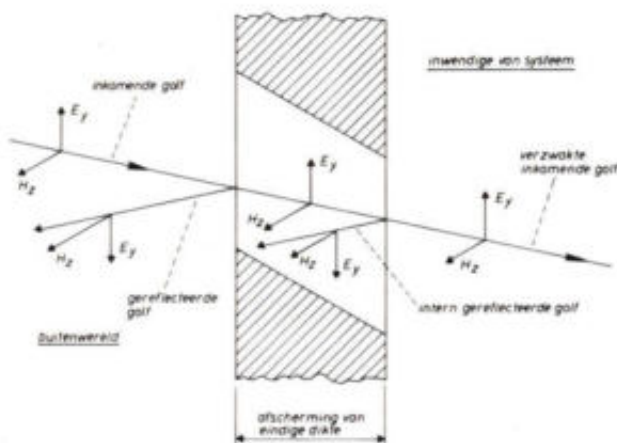


Fig. 6. Schematische voorstelling van de verschijnselen die verantwoordelijk zijn voor de afscherming van vlakke golven.

van het stoorsignaal is, dan is er sprake van elektromagnetische straling met een impedantie van $120\pi \Omega$ (377 Ω). Een en ander is in grafiekvorm samengevat in fig. 5. Opmerking: in het voorafgaande is er vanuit gegaan dat de bron klein is ten opzichte van λ .

PRINCIPES VAN AFSCHERMING

Het principe van afschermen berust op drie verschijnselen, zie fig. 6:

- **Absorptie.** Absorptie houdt in dat de veldenergie in het afschermmateriaal wordt omgezet in warmte.
- **Reflectie.** Reflectie wil zeggen dat de energie van het veld terugkaatst van het schermoppervlak.
- **Meervoudige reflectie.** Meervoudige reflectie treedt op in het schermmateriaal, waarin de energie tussen de oppervlakken wordt heen en weer gekaast. Uiteraard vindt hierbij voortdurend omzetting plaats van energie in warmte.

De verhouding tussen de impedantie van het veld en de impedantie van het schermmateriaal bepaalt of de afschermende werking berust op reflectie, absorptie of beide. Bestaat tussen de impedanties een grote misaanpassing dan wordt veel energie gereflecteerd. Zijn echter de impedanties gelijk dan verdwijnt alle energie in het scherm. Het hangt dan af van de dikte van het scherm hoeveel energie aan het andere oppervlak weer het scherm verlaat.

– Absorptie- en reflectiedemping

Vrijwel altijd zal schermmateriaal laagimpedant zijn. Derhalve is de bijdrage van de reflectiedemping meestal groot. Laagimpedant schermmateriaal laat het wat reflectiedemping betreft echter afweten bij laagimpedante magneetvelden. In dit geval moeten de absorptieverliezen uitkomst brengen. De bijdrage van de meervoudige reflectie aan de demping wordt verwaarloosbaar als de absorptieverliezen groter worden dan 15 dB.

Met eenvoudige formules kan men de absorptie- en reflectiedemping berekenen.

De **absorptiedemping** (A) is voor alle drie veldtypen gelijk

$$A = 0,131 \sqrt{\mu_r \sigma_r f} \quad (\text{dB/mm})$$

De **reflectiedemping** voor elektrische nabijheidsvelden is:

$$R_E = 323 + 10 \log \left(\frac{\sigma_r}{\mu_r} \cdot \frac{1}{f^2 r^2} \right) \quad (\text{dB})$$

Voor magnetische nabijheidsvelden volgt de reflectiedemping uit:

$$R_M = 20 \log \left[\frac{1,17 \cdot 10^{-2}}{r} \sqrt{\frac{\mu_r}{\sigma_r f}} + 5,36r \sqrt{\frac{\sigma_r f}{\mu_r}} + 0,354 \right] \quad (\text{dB})$$

Voor afstanden $\gg \lambda/2\pi$:

- Probeer bij meerpuntsaarding de afstand tussen twee aardpunten kleiner te houden dan $0,15\lambda_{\text{max}}$.

AFSCHERMING

Afscherming dient een tweeledig doel:

- het beschermen van systemen tegen *instralen* van elektromagnetische velden;
- het voorkomen dat stoorbronnen elektromagnetische velden *uitstralen*.

Bij het ontwerpen van een afscherming moeten een aantal vragen worden beantwoord:

- welk karakter heeft het stoorsignaal?
- moet het gevoelige systeem worden beschermd, of dient men beide doelstellingen te realiseren?

Van het antwoord op deze vragen hangt af welk materiaal moet worden gekozen en op welke manier te werk wordt gegaan.

Het valt buiten het bestek van dit artikel om in te gaan op de theorie van elektromagnetische golven. Volstaan kan worden met de opmerking dat het karakter van het stoorsignaal kan zijn: een *magnetisch veld*, een *elektrisch veld* of een *elektromagnetisch veld*. In het laatste geval spreekt men van *straling*.

Dicht bij de stoorbron is het veld magnetisch en laagimpedant als in de bron sterke stromen de storing veroorzaken; ook de bron is dan laagimpedant.

Is er sprake van hoge spanningen en hoge impedanties in de stoorbron dan is het veld elektrisch en hoogimpedant. Is de afstand tot de bron $r > \lambda/2\pi$, waarbij λ de golflengte

$$R_v = 108 + 10 \log \frac{\alpha_r \cdot 10^6}{\mu_r \cdot f} \text{ (dB)}$$

Steeds is hierbij μ_r de relatieve permeabiliteit.

α_r de relatieve geleidbaarheid t.o.v. koper, f de frequentie in Hz, en r de afstand tot de bron in m.

Fig. 7 toont voor koper en ijzer de reflectiedemping als functie van de frequentie voor elektrische velden (fig. 7a) respectievelijk magnetische velden en op verschillende afstand van de bron (fig. 7b). In fig. 8 is het afschermrendement (in dB) aangegeven voor zowel elektrische als magnetische velden voor koper en ijzer van verschillende dikten.

CONSTRUCTIE VAN AFSCHERMINGEN

Wanneer op grond van de resultaten van de berekeningen het juiste materiaal voor de afscherming is gekozen, is daarmee nog niet een goed resultaat gewaarborgd. Slecht werkende afschermingen zijn namelijk in 90% van de gevallen niet te wijten aan verkeerd materiaal maar aan constructiefouten!

Een afscherming moet aan een paar vuistregels voldoen; de mogelijkheid dat er iets fout gaat is vrij groot. In de eerste plaats mag de impedantie zo weinig mogelijk variëren. Dit houdt in dat naden en openingen in een afscherming zoveel mogelijk dienen te worden vermeden. Ook moet zoveel mogelijk één metaalsoort worden gebruikt.

Noodzakelijke openingen moeten worden voorzien van een filter dat alleen datgene doorlaat waarvoor de opening is bedoeld. Is de opening bestemd voor het doorlaten van een elektrisch signaal, dan moet een doorvoerfilter worden gebruikt dat slechts de signaalfrequentie doorlaat.

Is de opening bedoeld voor ventilatie dan moet men een metalen rooster toepassen. De flenzen van dit rooster moeten rondom worden vastgelast of gesoldeerd. Gebruikt men bouten om het rooster te bevestigen dan mag de onderlinge afstand tussen die bouten maximaal 5 cm bedragen. Fig. 9 geeft het verband weer tussen afschermrendement en onderlinge afstand van bouten in een 2,3 mm dikke aluminium afscherming bij een frequentie van 200 MHz. Verder moeten de metaaldelen van het rooster duurzaam goed contact maken (gaas moet bijvoorbeeld zijn doorgesoldeerd).

Voor het dichten van naden kunnen afscherm pakkingen (zgn. „gaskets”) worden gebruikt. Deze gaskets kunnen bijvoorbeeld strippen zijn die bestaan uit geleidend siliconenrubber en mogen nooit over de volle lengte worden vastgelijmd (de meeste geleidende lijmsorten zijn goed genoeg om statische ladingen af te voeren).

Openingen in het scherm kunnen worden

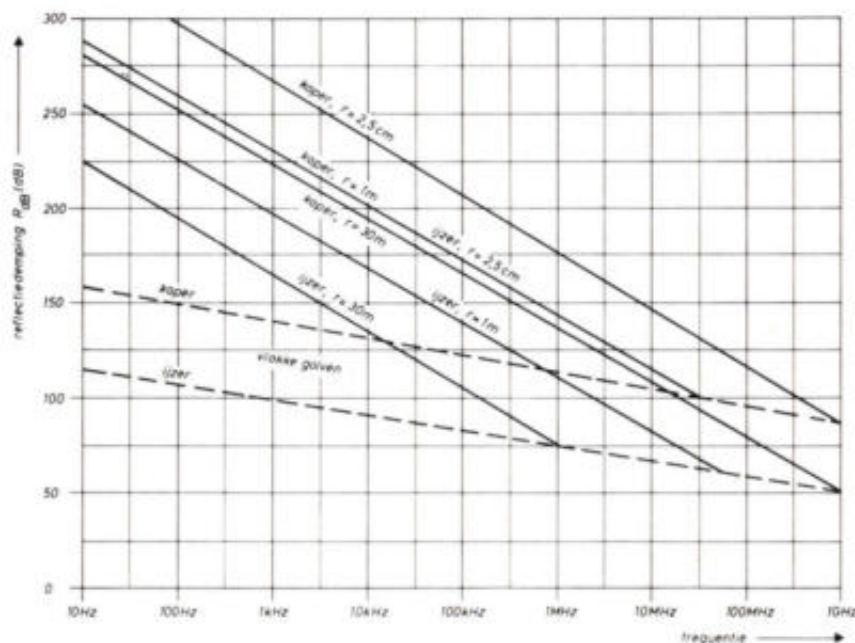


Fig. 7a. Reflectiedemping van koper en ijzer voor elektrische velden op verschillende afstanden r vanaf de bron.

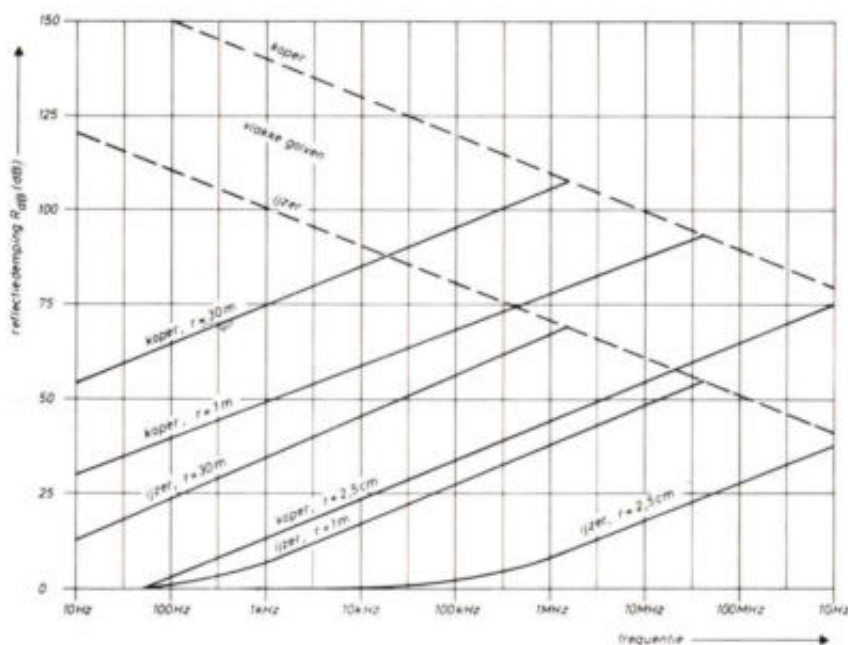


Fig. 7b. Reflectiedemping van koper en ijzer voor magnetische velden op verschillende afstanden r vanaf de bron.

opgevat als een golfpijp. Voor een rechthoekige opening met lengte L volgt de golf-lengte λ_a behorend bij de afsnijfrequentie uit:

$$\lambda_a = 2L$$

Ronde openingen geven minstens 100 dB demping zo lang de lengte van de golfpijp groter is dan 3 maal de diameter van de pijp. Het verband tussen diameter en golf-lengte is:

$$d_a = \frac{\lambda_a}{3,4}$$

Als men een ronde opening gebruikt als doorvoer dan moet worden bedacht dat elk medium dat zich elektrisch anders gedraagt dan lucht de golfpijp verandert in een coaxiaal systeem. Het tegendeel van afschermen wordt dan bereikt. Een goed voorbeeld vormt in dit verband het frontpaneel van een elektronisch apparaat. Regel- of schakelorganen (schakelaars, potentio-

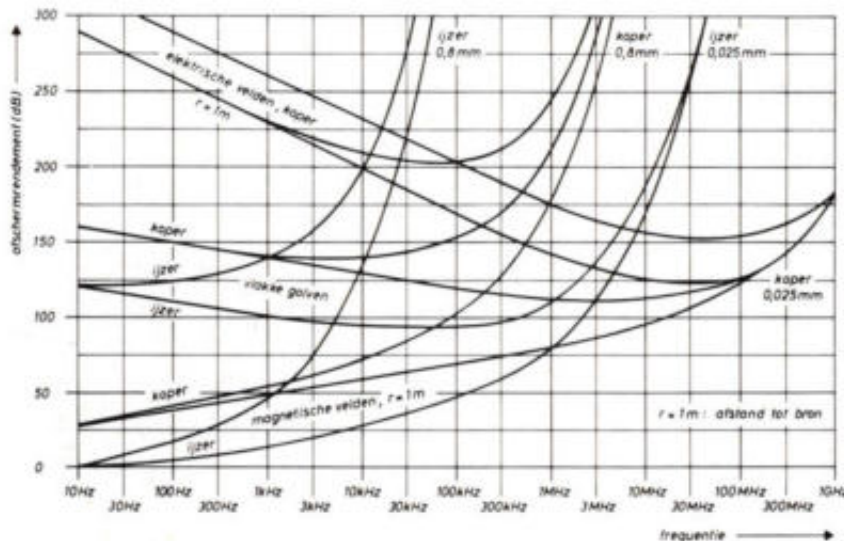


Fig. 8. Afschermrendement (in dB) van koper en ijzer van verschillende dikten, voor elektrische en magnetische velden.

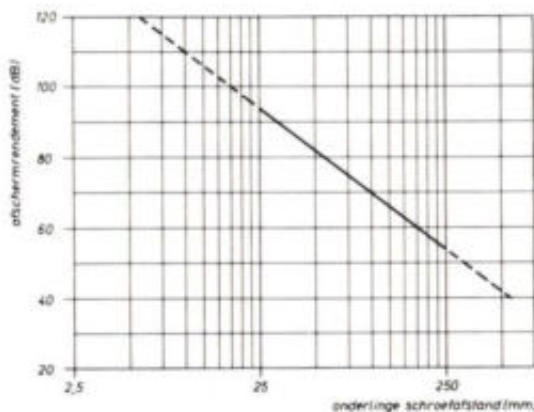


Fig. 9. Invloed van de onderlinge afstand van bouten op het afschermrendement. Deze grafiek geldt voor een 2,3 mm dikke aluminiumplaat bij een frequentie van 200 MHz.

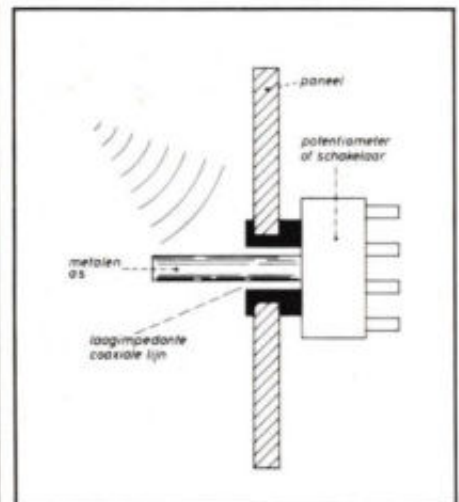


Fig. 10. Inkoppeling van stoorsignalen via een coaxiaal systeem, gevormd door de ronde opening van een frontpaneel en de metalen as van een potentiometer of schakelaar.

060-5). (Noot van de redactie: Een uitvoerige recensie van dit laatste boek is opgenomen in de rubriek „Literatuur” van dit nummer).

Int.: Cartwright EMI/EMC Consultant, Postbus 108, 6700 AC Wageningen (08370) 17033.

Databus

maandblad voor microcomputer-techniek

IN HET APRILNUMMER ONDER MEER:

- De stand van zaken op micro-robot gebied in Nederland aan de hand van de C-S 111 robot.

- Testverslag van de Texas Instrument Professional Computer.

- Na de serie over de 8086 processor nu een reeks over de Motorola 68000. In het eerste deel een inleiding.

- De Behaflex 6809-kaart leent zich uitstekend voor het uitbreiden van de Apple computer. Ook andere toepassingen zijn denkbaar.

- Met behulp van SIL-behuizingen zijn ontwerpers in staat de geheugencapaciteit van een schakeling fors uit te breiden zonder dat dit ten koste gaat van print-ruimte.

En verder:

- Picojournaal.
- Sinclair QL.
- Advance 16-bitter.
- Silicon Valley.
- Micro-CAD/CAM symposium.
- Beursagenda.
- Produktnieuws.

In de kiosk los te koop voor F 8,50.
Of bel:
05700 - 91488 voor een abonnement.

meters) zijn vaak voorzien van metalen assen die door het frontpaneel naar buiten zijn gevoerd, zie fig. 10. Zulke assen vormen in combinatie met de opening in het paneel een coaxiaal systeem waarbij de as als ongewenste antenne fungeert. Remedies zijn hier het gebruik van diëlektrische assen of, bij metalen assen, opvulbusjes in combinatie met een geleidende pasta. Bij zeer hoge frequenties is het effect van laatstgenoemde oplossing echter dubieus.

Contactvlakken moeten ontdaan zijn van verf en andere niet geleidende lagen (bijvoorbeeld aluminiumoxyde!). Gebruik schroeven en bouten alleen om contactvlakken tegen elkaar te drukken maar niet als signaalgeleiders.

De voorgaand gegeven formules kunnen snel uitsluitsel geven over de afschermwerking van behuizingen van geleidend kunststof. Bij tegenvallend resultaat kan vaak het beplakken van de behuizing met aluminium folie verbetering geven. Ver-

geet dan echter niet de folie te aarden.

Houd er rekening mee dat bepaalde metalen niet met elkaar in contact moeten komen in verband met corrosiegevaar. Dit is vooral bij de keuze van gaskets belangrijk.

CONCLUSIE

Uitgaande van eenvoudige regels kan men goede aarding en afscherming verkrijgen. Het vergeten van één detail kan het effect van alle andere maatregelen teniet doen. Door op systeemniveau te ontwerpen of storing te onderdrukken wordt vermeden dat tegenstrijdige maatregelen worden genomen.

Voor wie meer wil weten over de in dit artikel behandelde materie, verdienen twee boeken zeker de aandacht: „*Electromagnetic Compatibility Design Guide*”, van Ernest R. Freeman en Michael Sachs (Artech House, ISBN 0-89006-114-9) en „*EMC Elektro-Magnetische Verträglichkeit*”, van Dieter Stoll (Elitera-Verlag, ISBN 3-87087-

Vraag:

Waar staan de innovaties op het gebied
van de elektronica en elektrotechniek ?
Nieuwe oplossingen
voor economischer produceren ?
Geavanceerde communicatie-
technieken ?
Bedrijfszeker installeren ?
Een zinvoller energiegebruik ?
Waar elders krijgt u een dergelijk volledig
overzicht, een glashelder gepresenteerd
aanbod ? En dat alles op één beurs ?

Antwoord:

**Op de Wereldmarkt
Elektrotechniek
en Elektronica,
van de Hannover-Messe**

Dé technologie-beurs no.: 1

Voor nadere informatie:
Nederlands-Duitse Kamer
van Koophandel
Nassauplein 30
2585 Ec's-Gravenhage
Tel.: 070-651955 · Telex: 32138 Nedgilde

woensdag 4 t/m woensdag 11 april

 **Hannover
Messe'84**

ICW

Ringkern-Transformatoren

met
ingegoten
bevestiging



NIEUW!



Vraag folder aan bij:

BELPA BV

Postbus 800, 3840 AV Harderwijk,
telefoon (03410) 13254, telex 47472

Gedrukte Schakelingen

FA. PRIMA

Prinsenvolderstraat 84,
4921 KZ MADE
Postbus 40, 4920 AA MADE.
Tel. 01626-3244.

Gespecialiseerd in kleine
aantallen.
Korte levertijd.
Lay-outs: Positieven of
negatieven alleen schaal 1:1.
Geen aparte fotokosten.
Ook verkoop van een klein
assortiment Brady
plakmaterialen.

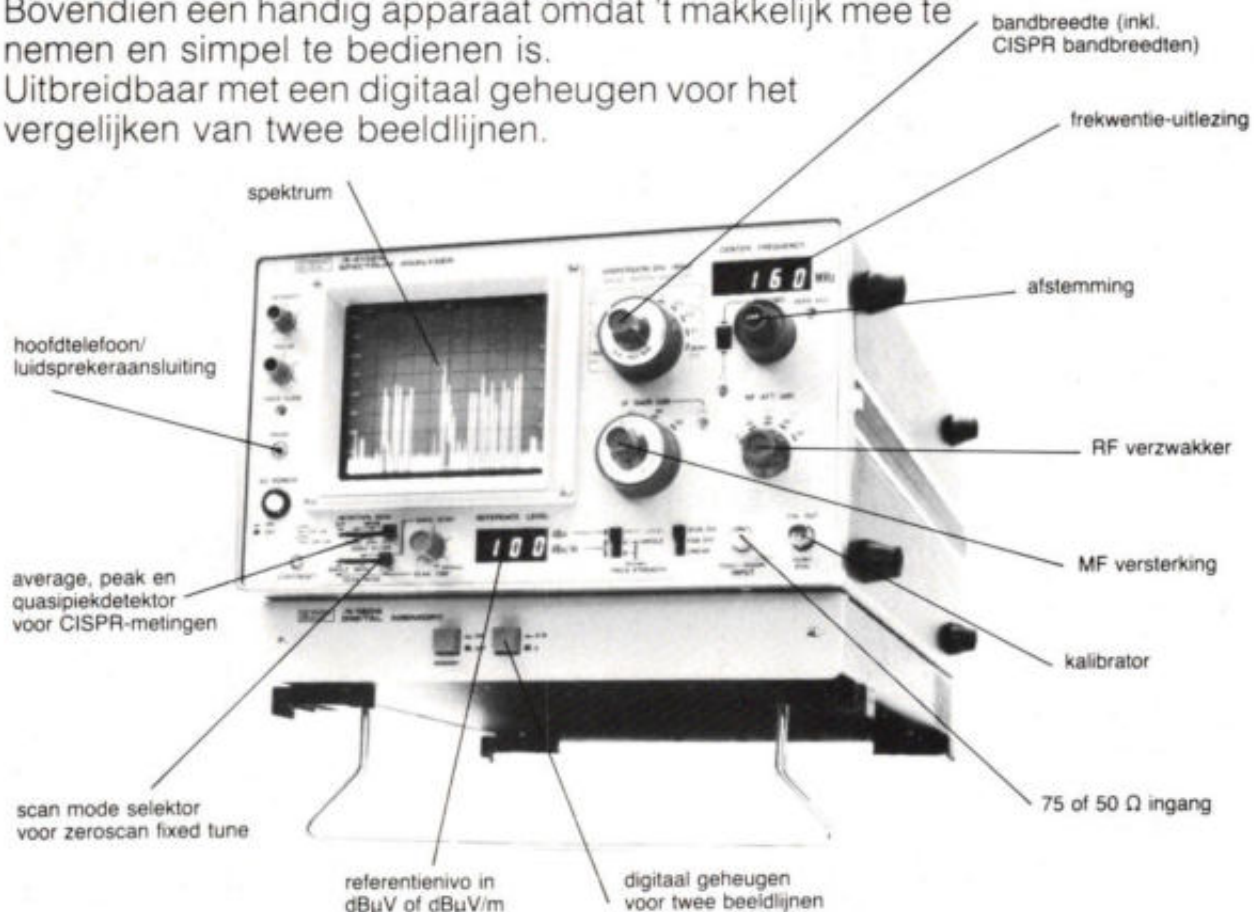
Vraag vrijblijvend onze prijzen.
Voor industrie en amateur.

SNEL INZICHT IN STOORSTRALING

Takeda Riken's spektrumanalyser TR4132N is het instrument bij uitstek om uw storingsproblemen mee te lijf te gaan.

Bovendien een handig apparaat omdat 't makkelijk mee te nemen en simpel te bedienen is.

Uitbreidbaar met een digitaal geheugen voor het vergelijken van twee beeldlijnen.



- ☐ de TR4132N is geschikt voor het meten van
 - * stoorspanning
 - * stoorstraling
 - * frekwentiespektrum
 - * veldsterkte (inclusief CISPR/FCC/VDE)
 - * kabel-tv-netten
- ☐ frekwentiebereik 100kHz-1000MHz
- ☐ ingangsgevoeligheid beter dan 5dBμV
- ☐ analoge rekorder-uitgang voor registratie
- ☐ batterij-optie
- ☐ leverbaar met raam-, dipool- en iog-periodische antennes
- ☐ leverbaar met kunstnetwerken, stroomtangen en absorbing clamps
- ☐ uitvoering 75 of 50 ohm
- ☐ prijs TR4132N f 17.995,- ex. btw. (koersafhankelijk)



KONING EN HARTMAN

koperwerf 30, postbus 43220, 2504 AE den haag telefoon 070-21 01 01*

BON

stuurt u mij meer informatie over
het meten van stoorstraling met de
TR4132N spektrumanalyser

naam: _____

bedrijf: _____

afdeling: _____

adres: _____

plaats: _____

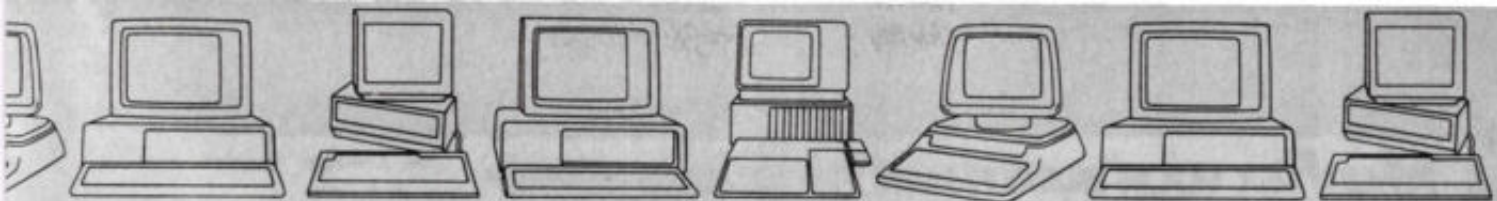
telefoon: _____

in open envelop zonder postzegel sturen aan Koning en
Hartman, antwoordnummer 764, 2500 VV den haag



SOFTKEY MAAKT MICRO IEDEREEN B





RO-SOFTWARE VOOR EGRIJPELIJK

De tijd is voorbij, dat u eerst een cursus „computer jargon” moest volgen om met een programma te kunnen werken. Veel Softkey programma's zijn namelijk in het Nederlands geschreven.

Toch is gebruiksgemak niet eens het voornaamste. De grootste verdienste zit 'm in de programma's zelf. In de volledigheid, de logische opbouw en de totale structuur. Voor alle duidelijkheid: Softkey schrijft zelf geen programma's.

Wij maken een selectie uit het internationale software aanbod, interpreteren de programma's en maken ze geschikt voor Nederlands gebruik. Softkey fungeert dus eigenlijk als uitgever. Net als het Kluwer concern waartoe wij behoren. Softkey zorgt echter ook voor het onderhoud van de programma's.

Gedurende een jaar na aanschaf, ontvangt u alle verbeteringen, die de oorspronkelijke leverancier aanbrengt (de zogenaamde „updates”). Hier staat slechts een vergoeding van de kostprijs tegenover.

Geheel gratis is het gebruik van de Softkey Info-lijn. Een rechtstreekse verbinding

met onze software specialisten, die al uw vragen deskundig beantwoorden. Via onze nieuwsbrief „Micro-Software” informeren wij u zes maal per jaar over de laatste ontwikkelingen op micro-gebied.

Softkey programma's zijn er voor alle merken en typen microcomputers. Softkey programma's zijn bestemd voor zakelijke, semi-zakelijke en/of technische toepassingen en worden uitsluitend geleverd op diskette.

U vindt ze bij enige tientallen dealers in heel Nederland. Als u de bon opstuurt, ontvangt u vrijblijvend onze uitgebreide catalogus met bijbehorende prijslijst.



Stuurt u mij vrijblijvend de Softkey catalogus met prijslijst.

Naam: _____

Adres: _____

Postcode: _____ Plaats: _____

Mijn interesse gaat uit naar programma's voor:

- ☐ tekstverwerking ☐ bestandsbeheer ☐ administratie
☐ communicatie ☐ ander, nl.: _____

Stuur de ingevulde bon in een envelop
zonder postzegel naar:
Softkey, Antwoordnummer 7,
7400 VB DEVENTER.
Telefoon: 05700-11313.

02 EL 1284

DUIDELIJKE TAAL OVER MICRO SOFTWARE

Amersfoort: HBA Electrotechniek, tel. 033-726555. **Amsterdam:** VV Holland, tel. 020-268862. Capilux Computer Centre, tel. 020-643526. Solution Data Systems b.v., tel. 020-727757. Comsoft, tel. 020-120200/128787. **Amstelveen:** Capilux Computer Centre, tel. 020-436719. **Arkel:** Aster Computer b.v., tel. 01831-3311. **Arnhem:** Struik Computer Centrum, tel. 085-436574. **Badhoevedorp:** Data '81 automatisering b.v., tel. 02968-7247. **Bergen op Zoom:** Compu Systems, tel. 01640-56597. **Bodegraven:** Infotext Holland b.v., tel. 01726-19346. Mini Micro Services b.v., tel. 01726-11171. **Coevorden:** Asysco, tel. 05240-5386. **Eindhoven:** Data Union b.v., tel. 040-451235. Micro Dynamics Nederland b.v., tel. 040-451186. **Enschede:** Infotext Holland b.v., tel. 053-306537. **Gouda:** Calcom b.v., tel. 01820-12888. **'s-Gravenhage:** A.S.O. b.v., tel. 070-655814. Mega Services b.v., tel. 070-607074. **Groningen:** ES en Ka Automatisering b.v., tel. 050-133811. **Hardinxveld-Giessendam:** C.A.B. Holland b.v., tel. 01846-6638. **Heerlen:** ICAM, tel. 045-716381. **Hengelo:** Hobbelinek computers, tel. 074-427275. Richmond Elektronica Techniek, tel. 074-916752. **Leiden:** Mikro-Ware b.v., tel. 071-122450. **Nijmegen:** Codiva b.v., 080-562486. **Noordwijk:** Professionele Computer Toepassingen, tel. 01719-19209 na 15/3 tel. 01719-18600. **Oldenzaal:** Boekhandel Verhaag, tel. 05410-15620. **Rotterdam:** VV Holland, tel. 010-117057/117058. **Schiedam:** Micros b.v., tel. 010-739111. **Soesterberg:** Manorex b.v., tel. 03463-3467. **Terschuur:** Baan Automatisering b.v., tel. 03426-1516. **Utrecht:** Capilux Computer Centre, tel. 030-311413. **Weesp:** A.S.O. b.v., tel. 02940-18807.

MAXIREX VOOR BIJDETIJDSE PROCESBESTURING!

Elektronische schakelklok - opbouw en/of inbouwuitvoering

- digitale aflezing (LCD, 6 mm)
- geheel in te stellen programma afleesbaar d.w.z. in- en uitschakeltijd, dag en kontakt van schakeling
- 100 uur loopreserve
- kortste schakeltijd 1 min.
- met handschakelaar
- schakelvermogen 4 A/250 V cos phi = 1
- 20 geheugenplaatsen (d.w.z. 10 complete in- en (week) schakelprogramma's)
- frontafmeting 72 x 72 mm, afm. (h x b x d) 100 x 72 x 45 mm



MaxiRex B Di 1



Ons leveringsprogramma omvat o.a.:

- ABL 17 CEE kontaktmateriaal rubber-, PVC- Perilex installatiemateriaal, meervoudige tafel- en wandkontaktdozen
- EKS buitendeur-spreekinstallaties
- E.T. aansluitstrippen
- E/W Rüter waterdichte kabeldozen en armaturen
- Rex schakelklokken/tijdrelais
- Schill kabelhaspels

**Agent voor Nederland:
Koopman b.v.**

Electrotechn. agenturen
Postbus 150
3960 BD Wijk bij Duurstede
Tel. 03435-72275



SNEL PRINTS NODIG? BINNEN 5-8 DAGEN HEEFT U ZE IN HUIS.

Lange levertijden kosten geld en brengen de planning in gevaar. Juist als het gaat om prototypes. Snelheid en kwaliteit, daar is Protoprint sterk in.

In slechts 5-8 werkdagen is uw opdracht perfect uitgevoerd en heeft u uw prints in huis. Prints voor prototypes, enkelzijdig of dubbelzijdig door-gemetaliseerd, al dan niet met soldeermasker of componenten opdruk.

Protoprint maakt ze exact volgens specificatie, of het nu gaat om één of meerdere stuks.

Als snelheid en kwaliteit telt, bel dan meteen Protoprint.

Protoprint

Wij houden ons aan uw afspraak



Ambachtstraat 5, 2861 EW Bergambacht.
Postbus 70, 2860 AB Bergambacht. Tel.: 01825-2905.

DE EMI VEILIGE KAP VAN CANNON ELECTRIC



- Beschikbaar in 3 maten.
- DA, DB en DC.
- 15, 25 en 37 Polig.
- Ingebouwde kabelklem en 45° kabeluitgang bieden mogelijkheid tot:
- Vrij kleine connector hoogte
- Korte buigstraal voor de kabel
- Materiaal: ABS Polymer voorzien van gemetaliseerde buitenkant (2 helften).
- Uw bescherming tegen ongewenste electromagnetische interferentie.

*Gunstige prijzen en korte levertijden.
Bel voor informatie: 070-400766 of 400769*

avio-diepen bv



vliegveld ypenburg - rijswijk (z-h)

tel. 070-400922

telex 32030

Verbetering HF-immuniteit van versterkers met tegenkoppeling

Creatief gebruik van condensatoren

Het verschijnsel van de audio-installatie die behalve het geluid van een grammofoonplaat ook ongevraagd de klanken van een radiozender produceert, is in maar al te bekend. In vakkringen is ook het fenomeen bekend van de elektronicus die in zo'n geval de soldeerbout ter hand neemt en poogt om de zaak te ontstoren door het aanbrengen van condensatoren van een proefondervindelijk bepaalde waarde op al even experimenteel gevonden punten in de schakeling.

Niet-lineaire effecten in halfgeleiders vormen een belangrijke oorzaak van dergelijke hoogfrequent-storingen, die zich helaas niet tot audio-apparaten beperken doch eveneens van invloed kunnen zijn op laagfrequent-schakelingen voor zeer uiteenlopende toepassingen. Dit artikel wil ertoe bijdragen deze problematiek uit de empirische sfeer te halen en te verleggen naar de plaats waar ze thuis hoort: de werktafel van de ontwerper.

Bij het ontwerpen van schakelingen voor consumentenelektronica, zoals audioversterkers, regelschakelingen enz., zijn de verscheidene verhandelingen over het voorspellen van hoogfrequente stooreffecten in zulke schakelingen [1,2,3,4] nauwe-

lijks toe te passen. Dit komt, in het algemeen gesteld, doordat de hierin aangedragen oplossingen nogal duur zijn [3], doordat sprake kan zijn van tamelijk grote verschillen tussen theorie en experiment [4] of doordat het HF-stoorsignaal de schakeling op meer dan alleen één poort kan binnendringen. Nu is langs experimentele weg gevonden dat condensatoren „op de juiste plaatsen aan de schakeling toegevoegd” [5] hoogfrequente interferentie-effecten aanzienlijk kunnen reduceren. Dit artikel beschrijft een theoretische achtergrond voor het toepassen van zulke condensatoren in het geval van versterkers met tegen-

koppeling, rekening houdend met het effect van de condensatoren op het gewenste signaalgedrag en, in het bijzonder, met de stabiliteit van de schakeling [6].

Toegepast op bijvoorbeeld audioversterkers die OpAmp's bevatten, is de hier beschreven theorie een bruikbaar hulpmiddel gebleken om te voldoen aan de stringente eisen ten aanzien van HF-storingsimmuniteit, vervat in het Westduitse Amtsblatt 69 [7].

UITGANGSPUNTEN EN DEFINITIES

Als vertrekpunt voor de volgende beschouwing dient fig. 1. De versterker is gekarakteriseerd door de gelijkspanningsversterking A_0 , de integratietijdconstante τ_0 en de uitgangsimpedantie Z_{uit} . Z_L is de belastingsimpedantie waarin ook de impedantie van de bedrading is geconcentreerd en R_1 en R_2 zijn de tegenkoppelweerstand. Condensator C_3 zal achteraf aan de schakeling worden toegevoegd. De -3 dB-bandbreedte van het gewenste uitgangssignaal wordt aangenomen B Hz te bedragen.

Het gewenste ingangssignaal is aangesloten op hetzij de niet-inverterende (u_{in}^+) hetzij de inverterende ingang (u_{in}^-).

Hoogfrequente stoorsignalen kunnen de schakeling op diverse punten binnendringen. In het volgende zullen echter uitsluitend differentiële interferentiesignalen in serie met ingang en uitgang worden beschouwd. Andere mogelijke interferentiesituaties, zoals stoorspanningen op de voedingsklemmen, vallen buiten het bestek van dit artikel daar deze met standaard EMC-technieken zijn op te lossen, zonder beïnvloeding van het gewenste signaalgedrag. De interferentiebronnen u_{HF}^+ en u_{HF}^0 (zie fig. 1) worden beschouwd voor het geval dat u_{in}^+ actief is en u_{in}^- en u_{HF}^0 voor het geval dat u_{in}^- aan de ingang wordt toegevoerd. Om de af te leiden vergelijkingen zo eenvoudig mogelijk te houden wordt aangenomen dat de inwendige impedanties van de HF-interferentiebronnen nul zijn.

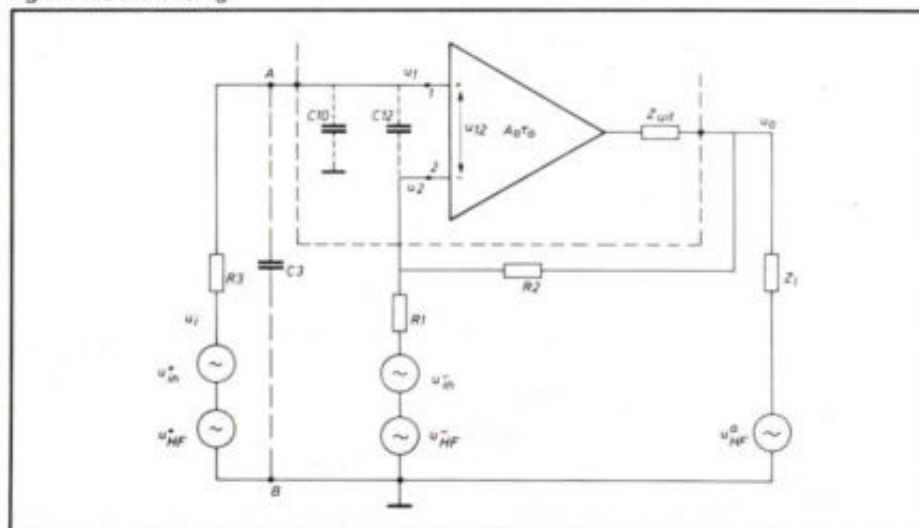
De eerste overwegingen volgen rechtstreeks uit onderzoeken zoals gepubli-

Ter gelegenheid van het internationale EMC-symposium worden per traditie de vijf beste uit de vele ingezonden verhandelingen met een prijs beloond. In 1983 werd het Symposium voor de vijfde maal gehouden en wel in Zürich, en selecteerde de jury voor de hoofdprijs de Nederlandse bijdrage van J. J. Goedbloed, K. Riemens en A. J. Stienstra, getiteld „Increasing the RF Immunity of Amplifiers with Negative Feedback”.

In deze verhandeling slagen de auteurs erin stapsgewijs de mogelijkheden te kwantificeren tot verbetering van de immuniteit van versterkerschakelingen voor ongewenste hoogfrequente signalen met behulp van condensatoren. Daar de auteurs hierbij gebruik maken van elementaire wiskundige verklaringen, meent de redactie dat deze verhandeling van belang kan zijn voor een grote groep in dit onderwerp geïnteresseerde elektronici. Vandaar deze Nederlandse vertaling, waarvoor de Symposium-organisatie vriendelijk toestemming verleende.

Dr. J. J. Goedbloed en de heer K. Riemens zijn verbonden aan de EMC-afdeling van het Philips Natuurkundig Laboratorium; ir. A. J. Stienstra is werkzaam op het Advanced Audio Project Laboratory van Philips' Hoofdfabriekgroep Audio.

Fig. 1. Basisschakeling.



SAFT

batterijen en voedingen voor industrieel en professioneel gebruik

SAFT maakt samen met CEAC, de fabrikant van loodaccu's, deel uit van de groep ELECTROCHEMIE van het CGE-concern en is niet alleen Europa's grootste batterijproducent maar ook de producent met het meest uitgebreide programma.

SAFT lithium batterijen hebben vele toepassingsmogelijkheden zoals memory back up, telecommunicatie, registratie-

apparatuur, pacemakers, maar ook in een zaklantaarn, waardoor deze in nood-situaties altijd brandt.

Ook onder extreme omstandigheden zijn SAFT lithium batterijen betrouwbaar.

Lithium-mangaandioxyde (Li-MnO_2)
Lithium-zilverchromaat ($\text{Li-Ag}_2\text{CrO}_4$)
Lithium-koperoxyde (Li-CuO)
Lithium-thionylchloride (Li-SOCl_2)



7023

SAFT Lithium batterijen

Voor elk batterij-probleem een oplossing.

CGE ALSTHOM
NEDERLAND BV

Koninginnegracht 64, Den Haag,
telefoon (070) 60 88 10; Postbus 85.860,
2508 CN Den Haag. Telex 31045.

CGE ALSTHOM Nederland b.v. behartigt sinds 1928 de belangen in Nederland van vele bedrijven, behorende tot de Compagnie Générale d'Electricité en Alsthom-Atlantique groepen op het gebied van Energieopwekking, -transport, -distributie, industriële toepassingen, telecommunicatie, datatransmissie, informatie en industriële electronica. Nadere gedetailleerde informatie wordt u gaarne verstrekt.

ceerd in [1,2]: Over de gehele band van interferentiefrequenties moet de spanning u_{12} ($= u_1 - u_2$) tussen de ingangsklemmen „+“ en „-“ (fig. 1) zo klein mogelijk worden gehouden. Bovendien moeten ook beide spanningen u_1 en u_2 zo klein mogelijk blijven omdat, in het algemeen, de common-mode-onderdrukking van de versterker gering is bij hoge frequenties.

Verdere basis-overwegingen gelden voor niet-inverterende versterking. In dat geval is $u_{in}^- = u_{HF}^- = 0$ en is R1 doorverbonden met punt B in fig. 1. Hiervoor geven de curven I en II in fig. 2 een typerend voorbeeld van het verloop van u_{12}/u_{HF}^+ en u_{12}/u_{HF}^0 als functie van de frequentie. In deze figuur is de terugkoppelfactor $k_0 = R1/(R1 + R2)$.

$f_0 = 1/(2\pi\tau_0)$ en f_1 de frequentie waarbij de versterking 1 wordt. Merk op dat de verhouding u_{12}/u_{HF}^+ de bekende zeer lage waarde uitsluitend vertoont indien $f < f_0$. Voor $f > k_0 f_1$ is deze verhouding 1, wat betekent dat dan het volle HF-sigitaal over de ingangsklemmen staat.

Indien $f > f_2$ neemt u_{12}/u_{HF}^+ af, waarbij f_2 wordt bepaald door de interne ingangscapaciteiten C10 en C12 van de operationele versterker. Met betrekking tot curve II is m een factor ≤ 1 , die zal worden toegelicht in de volgende paragraaf.

Curven I en II, die een grote overeenkomst vertonen, suggereren dat een eerste reductie van u_{12} , veroorzaakt door u_{HF}^+ , be-

reikbaar is door verlaging van f_2 . Dit kan worden gerealiseerd door vergroting van C10 met een parallelcapaciteit C3, aangebracht tussen de punten A en B in fig. 1. In dat geval werkt de combinatie R3/C3 als laagdoorlatend filter, zoals behandeld in [3], hetgeen resulteert in curve III in fig. 2 met een bandbreedte B volgend uit

$$B = 1/(2\pi R3C3).$$

In de praktijk heeft deze benadering echter een paar nadelen:

- C2 heeft geen invloed op de door u_{HF}^0 veroorzaakte interferentie;
- bij hoge waarden van f_1 kan de parasitaire zelfinductie van C3 tot instabiliteit van de schakeling leiden;
- in een feitelijke schakeling zou een hoogfrequent stoorveld een niet verwaarloosbare spanning kunnen induceren in de lus C3-C12-R1 en daarmee het effect reduceren van R3/C3.

Fig. 2. Genormaliseerde spanning u_{12} als functie van de frequentie.

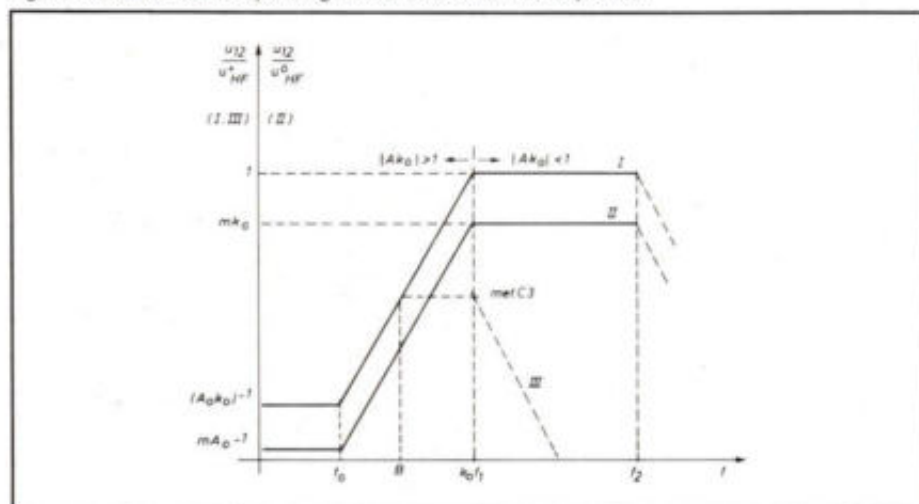
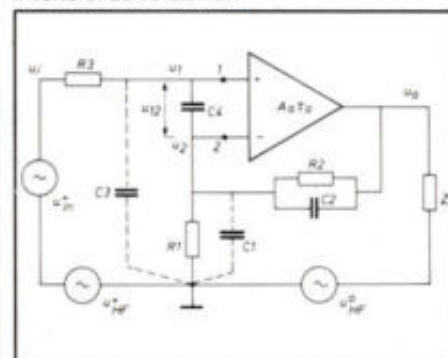


Fig. 3. Onderdrukking van hoogfrequente interferentie aan ingang en uitgang van de niet-inverterende versterker.



Niet-lineaire effecten in halfgeleiders

Zoals bekend, verloopt bij dioden en transistoren de relatie tussen ingangsspanning en uitgangsstroom in eerste benadering volgens een exponentiële functie. Bestaat het ingangssigitaal uit een gelijkspanning U_0 met daarop gesuperponeerd een sinusvormige spanning $\hat{u} \cos \omega t$, dan wordt de diodestroom i_D , bijvoorbeeld die van een basis-emitterdiode, goed benaderd door

$$i_D = I_{D0} \exp(\gamma \hat{u} \cos \omega t)$$

waarbij I_{D0} de door U_0 veroorzaakte diodestroom is en γ een constante. Dit niet-lineaire gedrag zorgt dus voor een niet-sinusvormige uitgangsstroom, hetgeen ook is in te zien als we de e-macht in een reeks ontwikkelen:

$$i_D = I_{D0} \left(1 + \hat{u} \cos \omega t + \frac{\gamma^2 \hat{u}^2}{2} \cos^2 \omega t + \frac{\gamma^3 \hat{u}^3}{6} \cos^3 \omega t + \dots \right).$$

Beschouwen we de gemiddelde waarde I_0 van de diodestroom, en wel gemiddeld over een periodeluur $T = 2\pi/\omega$, dan volgt uit bovenstaande dat alle oneven machten in de

reeksontwikkeling wegvallen en alleen de even machten overblijven, zodat

$$I_D = I_{D0} \left(1 + \frac{\gamma^2 \hat{u}^2}{4} + \dots \right).$$

De „gelijkstroom“-bijdrage $\gamma^2 \hat{u}^2/4$, die veelal veel groter is dan de daaropvolgende bijdragen, wordt de kwadratische detectieterm genoemd. De aanhalingstekens in de voorgaande zin geven aan dat het hier niet om een echte gelijkstroombijdrage gaat, maar een bijdrage gemiddeld over de periode T .

Door het hier besproken verschijnsel kunnen laagfrequentyschakelingen voor uiteenlopende functies worden gestoord door ongewenste hoogfrequente signalen die op enigerlei manier in de schakeling doordringen. Voor de laagfrequent-schakelingen is de periodeluur T al snel zo kort dat de kwadratische detectieterm een effectieve verschuiving van het werkpunt teweeg brengt. Een constant-toerentalregeling, als voorbeeld, is dan met behulp van een hoogfrequent signaal in te stellen.

Is de gesuperponeerde sinus bovendien in amplitude gemoduleerd dan leert ons een

vergelijkbare beschouwing dat de amplitude-modulatie als laagfrequent signaal in de schakeling tevoorschijn komt. Is, bijvoorbeeld, de modulatie sinusvormig met frequentie Ω dan is de kwadratische detectieterm evenredig met $\hat{u}^2 \cos^2 \Omega t$.

Bij audio-apparaten kan dit tot gevolg hebben dat de eigenaar bij het beluisteren van een grammofoonplaat onaangenaam wordt verrast door het geluid van een radiozender. Een amplitude-modulatie, veroorzaakt door aan en uitzetten van het hoogfrequente signaal, kan vooral op digitale schakelingen een ongewenste invloed hebben: bij analoge schakelingen een „klikje“, bij digitale schakelingen het omzetten van een bit.

Bijgaand artikel behandelt een aantal maatregelen die de immuniteit van laagfrequent-schakelingen voor dergelijke HF-stoorbronnen kunnen verbeteren. Men bedenke wel dat deze maatregelen alleen hun volle effect kunnen hebben als de gehele schakeling (resp. het gehele systeem) zodanig wordt opgebouwd dat alleen de te bespreken stoorbronnen overblijven: als men een emmer water moet halen en er zitten twee gaten in de bodem, dan helpt het dichten van slechts één gat maar in zeer beperkte mate.

Deze problemen kunnen in belangrijke mate worden opgelost door verlaging van f_2 door het toevoegen van C_4 , zie fig. 3. Hierdoor kan de genoemde lus heel klein zijn terwijl C_4 tevens de invloed van u_{HF}^0 reduceert.

Het complexe verband tussen de invloeden van de overwogen maatregelen zij als volgt aangetoond: Om de stabiliteit van de schakeling te handhaven moet C_2 worden toegevoegd. Dit vergroot echter de invloed van u_{HF}^0 . Indien noodzakelijk kan men dit probleem overwinnen door toevoeging van C_1 , die bovendien de waarden van u_2 en u_1 verkleint en dus de common-mode-interferenties reduceert. Mogelijke stabiliteitsproblemen kunnen dan worden aangepakt met C_3 , die doorgaans een kleinere waarde heeft dan C_4 . Elke negatieve invloed van C_3 op de stabiliteit wordt nu gecompenseerd door de aanwezigheid van C_4 .

Van de hiervoor behandelde principes geeft de volgende paragraaf een wiskundige uitwerking; ook zal daarin de inverterende versterker aan de orde komen.

ONTWERPOVERWEGINGEN

Om de invloed van de toegevoegde condensatoren te kennen, moeten de volgende grootheden worden berekend als functie van de frequentie:

- de spanningsversterking u_0/u_{in}^+ , in verband met de voorgeschreven bandbreedte;
- de spanning u_{12} , veroorzaakt door de interferentiebronnen;
- de terugkoppelfactor k en de openlusversterking $A \cdot k$ in verband met de vereiste stabiliteit en het gewenste signaalgedrag (bijvoorbeeld vervorming).

Omdat hier een versterker met slechts één tijdconstante wordt beschouwd, is de versterkingsfactor A gedefinieerd door

$$A = \frac{A_0}{1 + jf/f_0} \quad (1)$$

In de praktijk kunnen bij hogere frequenties additionele tijdconstanten optreden die een extra faseverschuiving veroorzaken en aanleiding kunnen zijn tot instabiliteit.

Als eerste volgt nu een beschouwing van de niet-inverterende versterker. Voor deze schakeling, inclusief de in de vorige paragraaf behandelde onderdrukkingscondensator C_3 (zie fig. 1), kan gemakkelijk worden afgeleid dat

$$\frac{u_{12}}{u_i} = \frac{u_0}{A u_i} = \frac{1}{1 + A k_0} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R_3 C_3} \quad (2)$$

als $u_{HF}^0 = 0$, en

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^0} = k_0 \frac{u_0}{u_{HF}^0} \frac{k_0}{1 + A k_0} m \quad (3)$$

als $u_i = 0$,

waarin $u_i = u_{in}^+$ voor het gewenste signaal en $u_i = u_{HF}^0$ voor het stoorsignaal.

De factor m (≤ 1) wordt bepaald door de verhouding van de impedanties $Z_{uit}/(R_1 + R_2)$ en Z_L . Voor frequenties buiten de band is m in het algemeen onbekend daar hiervoor de waarden van Z_{uit} en Z_L onbekend zijn. In het ongunstigste geval is m gelijk aan 1. Z_{uit} kan toenemen met de frequentie, maar wordt hier aangenomen van verwaarloosbare invloed te zijn op u_{12}/u_i .

Uit verg. (2) volgt dat C_3 zo groot kan worden gekozen dat de bandbreedte alleen afhangt van de tijdconstante $R_3 C_3$. Verder volgt uit verg. (3) dat C_3 geen effect heeft op de invloed van u_{HF}^0 . Vervolgens wordt de complete schakeling van fig. 3 beschouwd. Als speciaal geval volgt daarna een bespreking van de vereenvoudigde schakeling met $C_1 = C_3 = 0$. Voor fig. 3 kan worden berekend dat geldt:

$$\frac{u_{12}}{u_i} = \frac{u_0}{A u_i} \cdot \frac{1}{1 + A k_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R_3 C_3} \quad (4)$$

als $u_{HF}^0 = 0$, en

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^0} = k_1 \frac{u_0}{u_{HF}^0} \frac{k_1}{1 + A k_1} m \quad (5)$$

als $u_i = 0$.

Hierin is $k_1 = r Z_1 / (Z_1 + Z_2)$; (6)

$$r = Z_4 / (Z_3 + Z_4 + Z_v);$$

$$Z_n = R_n / C_n \quad (n = 1, 2, 3, 4);$$

$$Z_v = Z_1 / Z_2.$$

Merk op dat de terugkoppelfactor k_1 in verg. (5) het naar de klemmen „+“ en „–“ (1 en 2) teruggekoppelde gedeelte van u_0 bepaalt.

Uit bovenstaande vergelijkingen volgt dat

$$\frac{1}{A k_1} = \left\{ \frac{(1 + R_2/R_1)(1 + j\omega R_v C_v)}{A(1 + j\omega R_2 C_2)} \right\} \times \left\{ \frac{1 + j\omega R_3 C_3}{1 + j\omega R_3 C_3} + \frac{j\omega R_v C_4}{1 + j\omega R_v C_v} \right\} \quad (7)$$

waarin $R_v = R_1 // R_2$; $C_v = C_1 + C_2$ en $C_s = C_3 + C_4$.

Uit stabiliteitsoogpunt biedt het voordelen om het aantal polen en nulpunten in verg. (7) te reduceren. Dit kan men bereiken door het kiezen van de volgende dimensionering:

$$R_v C_v = R_2 C_2 \quad (8)$$

of

$$R_v C_v = R_3 C_3 \quad (9)$$

waardoor een pool door een nulpunt wordt gecompenseerd.

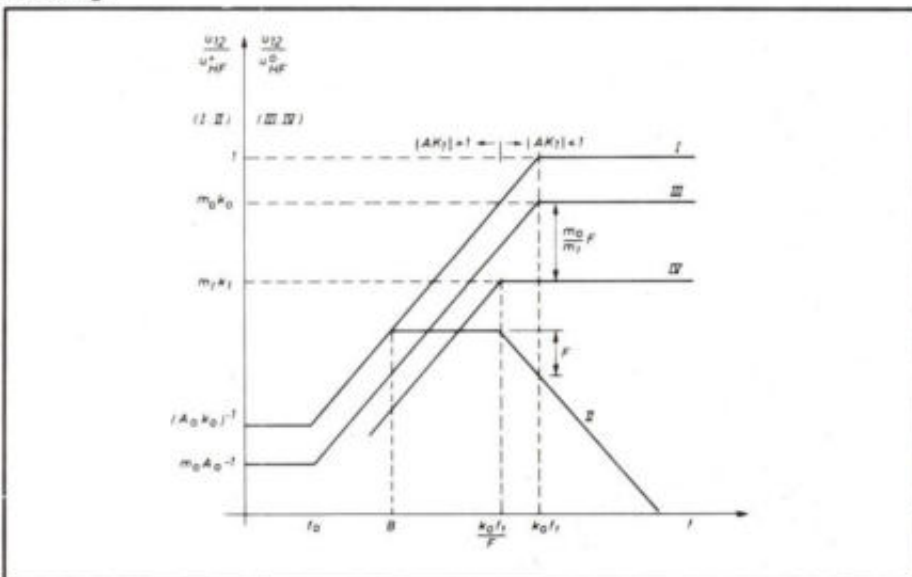
Bij gebruik van verg. (8) in verdere berekeningen vindt men dikwijls dat de meeste voorwaarden voor de toegevoegde condensatoren tot onpraktische of tegenstrijdige resultaten leiden. Daarom zijn de volgende berekeningen gebaseerd op verg. (9). Aannemend dat $A \cdot k_1 \gg 1$, wat het geval is voor het gewenste signaal, kunnen nu de vergelijkingen (6) en (4) worden vereenvoudigd tot:

$$k_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1 + j\omega R_2 C_2}{1 + j\omega (R_3 C_s + R_v C_4)}; \quad (10)$$

$$\frac{u_0}{u_i} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R_2 C_2} \quad (11)$$

Uit verg. (11) volgt dat de bandbreedte nu

Fig. 4. Genormaliseerde spanning u_{12} als functie van de frequentie voor de in fig. 3 gegeven schakeling.



wordt bepaald door R2C2. De verhouding R2/R1 verschaft een zekere vrijheidsgraad om R2 zodanig te bepalen dat dit voor C2 tot een waarde leidt die (in combinatie met R1 en R2) resulteert in een relatief lage waarde van m voor frequenties buiten de band van gewenste signalen.

Als volgende stap beschouwen we de spanning u_{12} , veroorzaakt door de hoogfrequente stoorbronnen. Krommen I en III in fig. 4 tonen nogmaals de in fig. 2 gegeven verhoudingen u_{12}/u_{HF}^+ en u_{12}/u_{HF}^0 bij afwezigheid van de condensatoren. Krommen II en IV vertegenwoordigen de verhoudingen als de condensatoren aan de schakeling zijn toegevoegd, aangenomen dat de factor F , bepaald door

$$F = \frac{R3C_3 + R_4C_4}{R2C2} = \frac{R3(C_3 + C3C4/C_4)}{R2C2} \quad (12)$$

groter is dan 1, zie vervolg. Het verloop van de krommen II en IV kan gemakkelijk worden gevonden na substitutie van verg. (9) of (10) in de vergelijkingen (4) en (5). Bijvoorbeeld: indien $|A \cdot k_1| \ll 1$, vinden we

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^+} = \frac{1}{1 + j\omega(R3C_3 + R_4C_4)} \quad (13a)$$

voor $u_{HF}^0 = 0$, of ook

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^+} = \frac{1}{1 + j\omega FR2C2} \quad (13b)$$

en

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^+} = k_1 m_1 \quad (14)$$

voor $u_i = 0$.

De factor m_1 komt overeen met m in verg. (3) en m_0 komt overeen met m bij afwezigheid van de onderdruckscondensatoren. Duidelijk blijkt uit fig. 4 de reductie van de genormaliseerde waarden van u_{12} bij aanwezigheid van de condensatoren. Uit vergelijkingen (10) en (12), met $B = 1/(2\pi R2C2)$, volgt dat

$$k_1 = k_0 \cdot \frac{1 + jf/B}{1 + jf_1/B} \approx \frac{k_0}{F}, \text{ voor } f \gg B, \quad (15)$$

zodat F de door de condensatoren veroorzaakte verkleining is van de oorspronkelijke terugkoppelfactor k_0 bij hoge frequenties. Deze verkleining is van belang voor de verhouding u_{12}/u_{HF}^0 bij de stoofrequenties (zie verg. 14). Overigens is de grootte van F beperkt en wel om de volgende redenen.

- de frequentie waarbij de openlus-versterking $|A \cdot k_1|$ gelijk is aan 1, moet groter zijn dan de bandbreedte B ;
- bij frequenties binnen de band veroorzaakt een afneming van k_1 een toename van de vervorming van het signaal; verg. (15) toont aan dat k_1 afneemt bij frequenties boven B/F ;
- te grote F kan instabiliteit veroorzaken;
- het uitgangsruisniveau binnen de band van het gewenste signaal neemt toe wanneer $F > 1$.

De stabiliteit van de schakeling wordt bepaald door de faseverschuiving in de openlus-versterking $A \cdot k_1$. Indien vergelijkingen (1) en (10) gelden, is de totale faseverschuiving in $A \cdot k_1$ theoretisch altijd kleiner dan 180° . In de praktijk kunnen in versterkers echter additionele tijdconstanten optreden in het frequentiegebied waarin $|A \cdot k_1| \approx 1$, zodat een faseverschuiving groter dan 180° mogelijk is. Bovendien moet men rekening houden met de toleranties van componenten en met inschakelverschijnselen. Om deze redenen moet een veiligheidsmarge worden gekozen.

Gaan we opnieuw uit van slechts één versterker-tijdconstante τ_0 , dan kan worden aangetoond dat indien $f_0 \ll k_1 f_1$ (waarbij de faseverschuiving van $A \cdot k_1$ bedraagt) de totale faseverschuiving in $A \cdot k_1$ kleiner is dan 135° , indien $F > 5,8$. Dit geldt voor het gehele frequentiegebied waarin $|A \cdot k_1| > 1$.

Op grond van voorgaande overwegingen verloopt nu de ontwerpprocedure als volgt.

- Bepaal C2 volgens het gegeven recept.
- Kies voor C1 een waarde die garant staat voor een voldoende lage spanning op punt 2 (fig. 3).
- Bepaal C3 met behulp van verg. (9), rekening houdend met het gegeven dat hierbij ook de keuze van R3 bepalend is.
- Tenslotte volgt dan de dimensionering van C4 uit de voorwaarden voor F .

In het uiteindelijke resultaat is een extra faseverschuiving in $A \cdot k_1$, veroorzaakt door capaciteve belasting van de versterker, aan een grens gebonden. Om verscheidene redenen mag de waarde van C3 niet te groot zijn, bijvoorbeeld om de ingangsimpedantie hoog te houden voor het gewenste signaal of om te verzekeren dat de inductieve component van C3 een te verwaarlozen invloed heeft. Daarom is C3 dikwijls veel kleiner dan C4.

Als bekend is dat interferentie vanuit de uitgang verwaarloosbaar is, kan de schakeling van fig. 3 worden vereenvoudigd door weglating van C1 en zelfs C3. Opnieuw bepaalt R2C2 dan de bandbreedte, terwijl C4 volgt uit de voorwaarde $R3C4 = R2C2$, aannemend dat $R1 \ll R2$ en $R1 \ll R3$. In dit geval is $F = 1$. Niet zelden kan men

door het opnemen van een weerstand met een kleine waarde in serie met C2 een extra reductie van u_{12}/u_{HF}^0 bereiken voor frequenties boven $k_1 f_1$.

Fig. 5 toont het prinsipschema van een inverterende versterker met verbeterde immuniteit voor HF-stoorsignalen. In analogie met de vergelijkingen (2) en (3) kan worden afgeleid dat:

$$\frac{u_{12}}{u_i} = \frac{u_0}{A u_i} \cdot \frac{k_2}{1 + A k_2} \cdot \frac{R2/R1}{1 + j\omega R2C2} \quad (16)$$

als $u_{HF}^0 = 0$, en

$$\frac{u_{12}}{u_{HF}^0} = k_2 \frac{u_0}{u_{HF}^0} = \frac{k_2}{1 + A k_2} m \quad (17)$$

als $u_i = 0$

Hierin is nu de terugkoppelfactor k_2 gegeven door

$$k_2 = Z1/(Z1 + Z2).$$

Het zal duidelijk zijn dat de stabiliteit van de schakeling niet wordt beïnvloed door de toegevoegde condensatoren indien is voldaan aan

$$R1C1 = R2C2 \quad (18)$$

Uit verg. (16) volgt voor $u_{HF}^0 = 0$ en $|A \cdot k_2| \gg 1$:

$$\frac{u_0}{u_i} = \frac{R2}{R1} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R2C2} \quad (19)$$

Voor $u_{HF}^0 = 0$ en $|A \cdot k_2| \ll 1$ geldt:

$$\frac{u_{12}}{u_i} = \frac{Z2}{Z1 + Z2} \cdot \frac{1}{1 + j\omega R1C1} \quad (20)$$

In voorgaande vergelijkingen is Z_{in} steeds verwaarloosbaar laag verondersteld. De vergelijkingen (19) en (20) tonen aan dat men de bandbreedte van de schakeling kan bepalen door R2C2 en dat de door u_{HF}^0 veroorzaakte stoorspanning u_{12} wordt verzwakt door R1, C1 en C2. Uit vergelijkingen (17) en (18) volgt dat een kleine verhouding u_{12}/u_{HF}^0 alleen mogelijk is bij een

Fig. 5. Onderdrukking van hoogfrequente interferentie aan ingang en uitgang van de inverterende versterker.

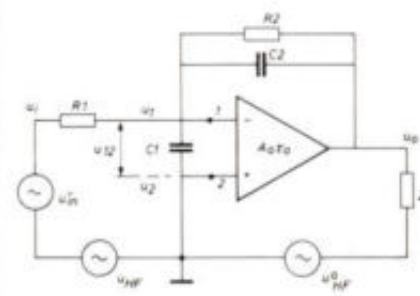
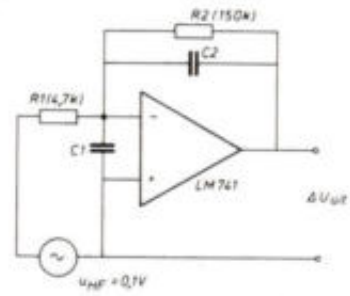
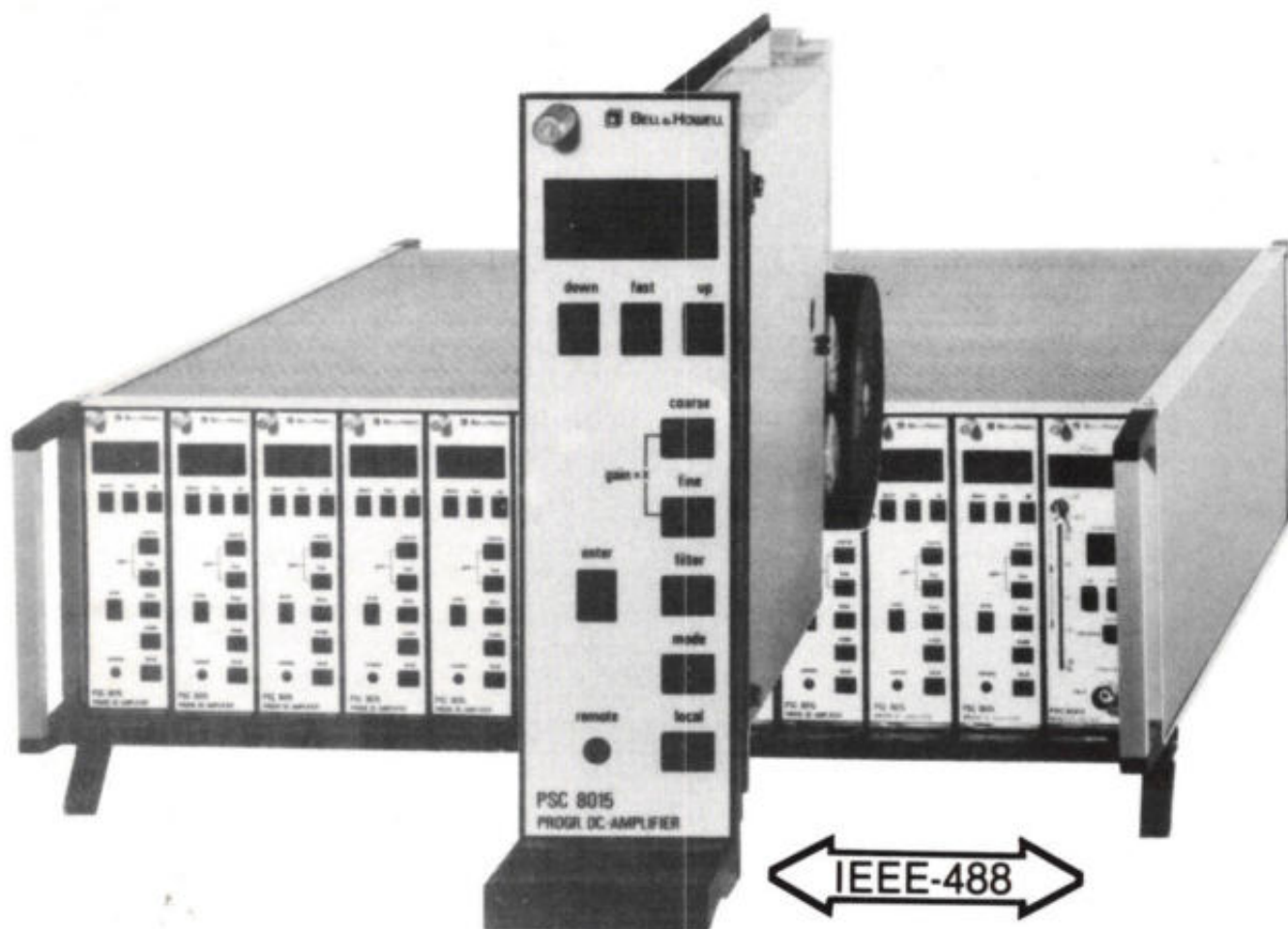


Fig. 6. Experimentele schakeling voor bepaling van de gelijkspanningsverandering ΔU aan de uitgang als functie van de frequentie van een ingangsstoorsignaal u_{HF}^0 .





Programmeerbaar DC meetversterker systeem type PSC-8000

- Volledig computer programmeerbaar via ingebouwde IEEE-488 bus interface
- Interface met micro processor voor eenvoudige programmering (Basic) en foutdetectie
- Automatische nul- en brugbalansinstelling voor rekstrookopnemers
- Aanpassingsmoduul per versterker naar keuze voor o.a. druk, kracht, weg en temperatuur opnemers
- Grote DC-stabiliteit, versterking max. 10.000x
- Bandbreedte voor meetsignalen van DC-100 KHz
- Alle versterkers ook met de hand programmeerbaar

Bel of schrijf voor documentatie met specificaties!



CEC INSTRUMENTATION

V/H BELL & HOWELL
ELECTRONICS & INSTRUMENTS DIVISION

Postbus 10054 - 3004 AB ROTTERDAM - Vlaardingweg 23
Telefoon 010-37 91 33 - Telex 26699

kleine waarde van m , dat wil zeggen als $C1$ en $C2$ relatief groot zijn. Dit kan echter niet in alle gevallen worden gerealiseerd. Moeten bijvoorbeeld zowel de ingangsimpedantie voor de gewenste-signaalfrequenties als de bandbreedte van de schakeling groot zijn, dan dienen $R1$ en $R2$ grote waarden te hebben waaruit dan kleine waarden volgen voor $C1$ en $C2$. In dat geval is een reductie van u_{12}/u_{HF}^0 te bereiken voor frequenties boven $k_2 f_1$ door in serie met $C2$ een weerstand met een kleine waarde op te nemen, zoals besproken bij de niet-inverterende versterker.

TOEPASSINGEN EN CONCLUSIES

Tenslotte worden twee toepassingsvoorbeelden gegeven. Het eerste voorbeeld betreft de door u_{HF}^- veroorzaakte gelijkspanningsverandering ΔU aan de uitgang van een inverterende versterker, zie fig. 6. In de meetopstelling is ervoor gezorgd dat de invloed van u_{HF}^- domineert door ontkoppeling van de voedingslijnen en een goed ontworpen layout van de schakeling.

Curve I in fig. 7 vertegenwoordigt de gelijkspanningsverandering als functie van de frequentie voor de oorspronkelijke schakeling ($C1 = C2 = 0$). De HF-onderdrukkingscondensator $C2$ is zo gekozen dat de bandbreedte van de schakeling is begrensd door $R2C2$. Om een goede stabiliteit te verzekeren is $C1$ zo gedimensioneerd dat wordt voldaan aan $R1C1 = R2C2$.

Curve III toont het voorspelde verloop, gevonden door vermenigvuldiging van de oorspronkelijke kromme in fig. 7 met een factor α^2 ; hierin is α de door $C1$ en $C2$ veroorzaakte reductiefactor van u_{12} bij de interferentiefrequenties. Gerekend wordt met α^2 omdat tussen u_{12} en ΔU een kwadratische relatie is verondersteld. Curve II vertegenwoordigt het door meting gevonden verloop van ΔU als functie van de frequentie. Hieruit blijkt een goede overeenstemming tussen theorie en experiment. De toeneming van ΔU in curve II bij hoge frequenties wordt veroorzaakt door de parasitaire zelfinductie van $C1$.

Wegens overspraakverschijnselen dringt het hoogfrequente stoorsignaal in praktische schakelingen de operationele versterker binnen via vele aansluitpennen, zelfs indien het stoorsignaal uitsluitend aan de ingang van het totale systeem wordt toegevoerd. Daardoor kan het effect van de onderdrukkingscondensatoren worden verkleind. Fig. 8 toont de verschillende curven voor het geval van een audioversterkertrap (zie fig. 9) die een deel vormde van een groot audiosysteem. Het voorspelde verloop (curve III) is berekend volgens de eerder gegeven methode. Hier is de overeenstemming tussen theorie en experiment kennelijk minder goed dan in het vorige geval, hoewel er nog steeds sprake is van een opvallende verbetering van de immuniteit. Bovendien hebben de toegepaste condensatoren geen invloed op het gewenste signaal en veroorzaken ze ook

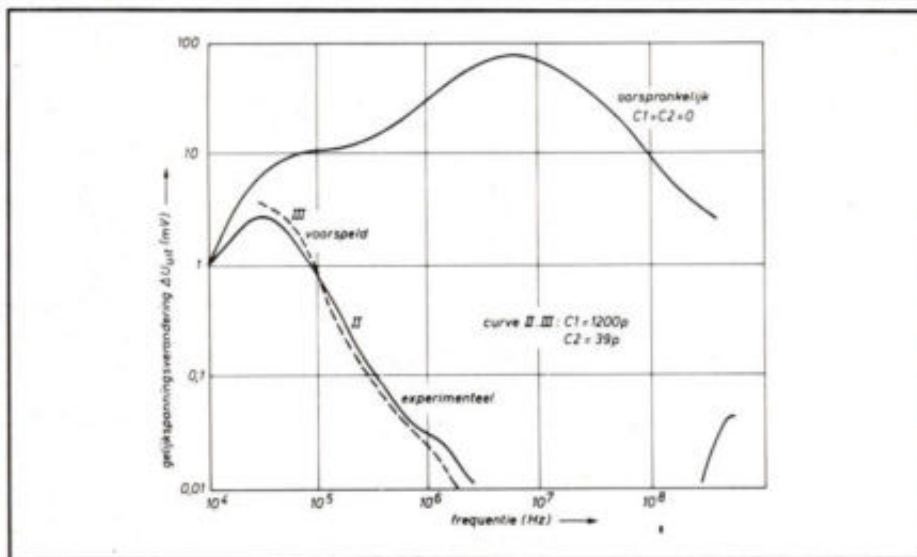


Fig. 7. Gelijkspanningsverandering als functie van de frequentie voor de schakeling in fig. 6.

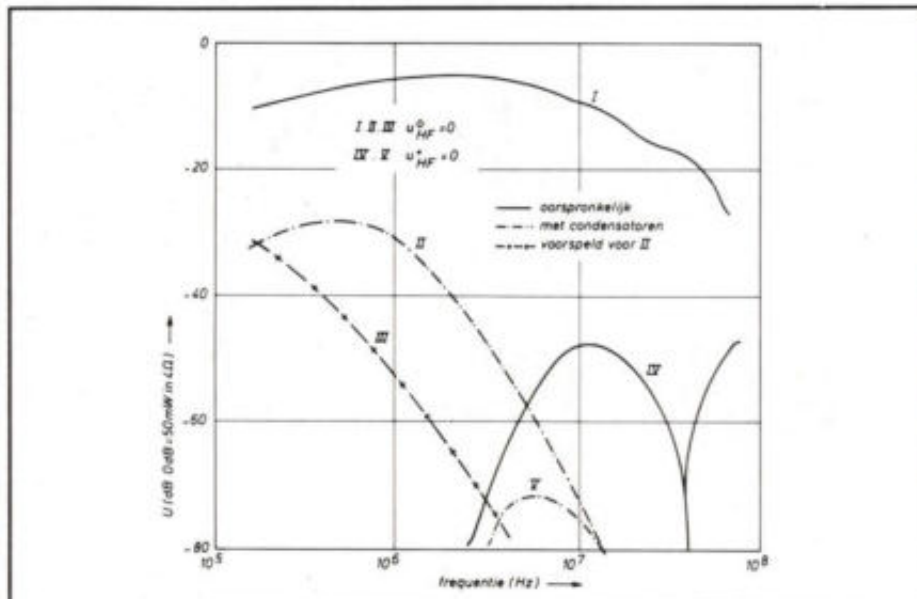


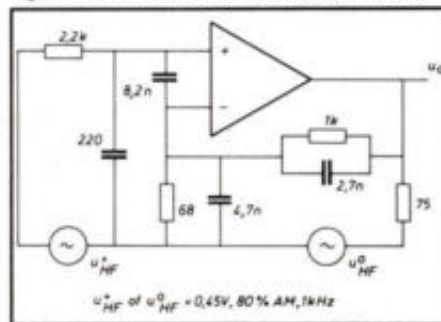
Fig. 8. Gedetecteerde 1 kHz-AM als functie van de draaggolffrequentie voor de schakeling in fig. 9.

geen instabiliteit. Uit dit voorbeeld kunnen soortgelijke conclusies worden getrokken ten aanzien van gedetecteerde AM, veroorzaakt door u_{HF}^0 , zie de curven IV en V in fig. 8.

Tenslotte zij vermeld dat de in dit artikel beschreven maatregelen voor susceptibiliteit

reductie voor hoogfrequente interferentie tevens een vermindering geven van de transiënt-intermodulatievorming (TIM) [8].

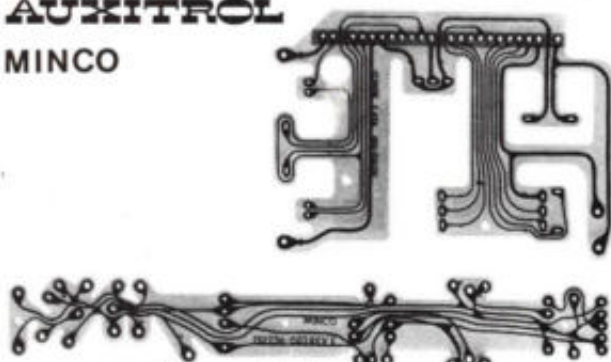
Fig. 9. Niet-inverterende audioversterkertrap.



Literatuur:

- [1] Integrated Circuit Electro-Magnetic Susceptibility Handbook, Report, MDC E 1929, McDonnell Douglas Astronautics, St. Louis.
- [2] Voordrachten over RFI in IC's en EMI in micro-elektronica, EMC-Symposia in Rotterdam (1979) en Zürich (1981).
- [3] D. R. J. White: „Audio Rectification“, EMC Technology nr.1, januari 1982.
- [4] K. N. Chen, G. K. C. Chen, J. J. Whalan: „Using macromodels to compute RFI in bipolar and FET-bipolar operational amplifiers“, p.157 ... 162, EMC-Symposium, Zürich, 1981.
- [5] „Einstrahlungstörungen“, Themanummer Funkschau nr.22, 1980.
- [6] Gray en Meyer: „Analyses and design of analog integrated circuits“, Wiley and Sons, Londen, 1977.
- [7] Amtsblatt für das Post- und Fernmeldewesen Nr. 69, 1981 (West-Duitsland).
- [8] M. Otala: „Circuit Design Modifications for minimizing Transient Intermodulation in Amplifiers“, Journal of the Audio Engineering Society, Vol. 20, juni 1972.

AUXITROL
MINCO



flex-schakelcircuits

Deze systemen zijn zeer compact en speciaal ontworpen voor bijzondere elektronische prestaties. De nauwkeurig geëtste precisie circuits bieden vele voordelen boven de gebruikelijke bedradingstechnieken en geven een besparing van 75% aan ruimte en gewicht.

Door akkurate fabrikagemethodes uitermate geschikt voor lucht-, ruimtevaart, pacemakers en andere kritische toepassingen. Wij leveren u ook "fine-line" meerdere lagen circuits tot 0,003" lines op 0,008" centers.

AUXITROL
NEDERLAND B.V.

Meet-, regel- en schakelapparatuur
voor procesautomatisering

Postbus 225 - 2700 AE Zoetermeer - Wattstraat 36
Tel. 079-410774* - Telex 32067



**UNITED
TECHNOLOGIES
MOSTEK**

**V
VME
E**

VME-SYSTEMEN

VME-MATRIX 68K
onder UNIX™ TM
VME-Baseline

VME-KAARTEN

VME-SBC (met monitor prog.)
VME-SBC
VME-DRAM
VME-SIO (4xRS232)
VME-SIO (2xRS232/2xRS422)
VME-SASI
VME-FDC (met DMA)
VME-MMCPU
VME-SYSCON



NIJKERK ELEKTRONIKA B.V.
Drentestraat 7 1083 HK Amsterdam Tel. (020) 46 22 21 Telex 11625 Nesco

NIEUW!

Power entry modules van Corcom

Naast de bekende RFI Net Filters



heeft Corcom nu ook een reeks "power entry modules" gefabriceerd met nevenstaande specificaties.



Mogelijkheden

Voordelen

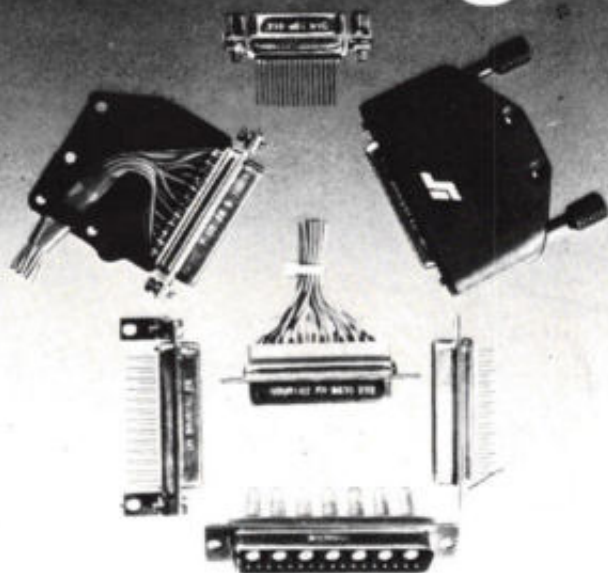
IEC connector _____	Internationaal geaccepteerd ontwerp.
Noord Amerikaans/ Europese zekeringhouder _____	Keuze uit drie zekerings-systemen: Amerikaans, Europees en dubbel Europees.
DPST ON/OFF switch _____	Onderbreekt beide power aansluitingen.
2 of 4 spanning selecties _____	één ontwerp voor wereldwijd gebruik.
Geheel bedraad en getest _____	100% zekerheid.
één onderdeel _____	Bespaart kosten, kwalificatie en voorraad.



components B.V.

C&K Components
V.Ryckevorselstraat 4
3972 ER DRIEBERGEN
Tel 03438-18724
Telex 70305

Voor de juiste verbinding...



...Souriau subminiatuur D konnektoren

uit voorraad

Series voor industriële toepassingen in 9 - 15 - 25 - 37 of 50 polige uitvoering met soldeer, krimp of wire wrap aansluitingen.

Aan de accessoires, zoals vergrendelingen, metalen - en kunststofkappen is een 1 - delige kap met scharnier, klipsluiting en lange vergrendelschroeven toegevoegd.

Een compleet programma met coaxcontacten en uitvoeringen volgens MIL.C.24308, waarvan diverse typen op de Q.P.L. (U.S.A.) staan.

Bel voor de juiste verbinding:



S.E.B. SOURIAU

Kanaalweg 25-27, Postbus 174, 2900 AD Capelle a/d IJssel,
Tel: 010-50 13 22
Werkhuizenkaai 8, 1020 Brussel, Tel: 02-242 33 70

Membraanschakelaars van Ghielmetti.



Niet alleen in standaarduitvoering maar juist op klantenspecificatie fabriceert GHIELMETTI GFT-membraanschakelaars. U bepaalt: grootte, kleuren en uitvoering. GFT's worden ook met drukgevoel en tastgevoel gemaakt.

GHIELMETTI® Membraanschakelaars:

- Hoge funktiezuiverheid
- Lange levensduur
- Direkt aan te sluiten
- Eenvoudig in onderhoud
- Bestand tegen de meeste chemicaliën en oplosmiddelen
- Krasvast en duurzaam
- Water- en stofdicht.

Interesse?

Vraag om toezending van documentatie en maak een afspraak voor een persoonlijk gesprek, waarvoor wij gaarne de tijd nemen.

Landis & Gyr B.V.,
Postbus 444,
2800 AK GOUDA.
Telefoon (01820) 2 77 77.

LANDIS & GYR

Laat Fluke u behoeden voor een zondvloed van mislukte printkaarten.



Dit jaar worden meer dan vier miljard microprocessors in produkten ingebouwd. Hoe moeten we die allemaal testen en servicen?

De Fluke 9010A Microsystem Troubleshooter biedt een aantal snelle en simpele oplossingen voor dit probleem.

- Door het indrukken van één toets worden Bus-, ROM-, RAM- en I/O circuits getest.
- Doordat de 9010A door Fluke is vóórgeprogrammeerd worden de meest voorkomende fouten automatisch gevonden en de diagnostische gegevens op een display weergegeven.
- Voor fouten buiten de Bus-structuur, kan de intelligente probe gebruikt worden, waarmee de fout gevolgd kan worden tot de "node".
- Met de support van 32 typen microprocessors kan de 9010A bijna alle apparatuur testen.
- Voor uitgebreide programmering kan de nieuwe "9010A off-line Language Compiler" gebruikt worden met een personal computer.

Voor meer informatie schrijf of bel naar:



Fluke (Nederland) B.V.
Gasthuisring 14
Postbus 115
5000 AC Tilburg
Tel.: (013) 352455 Telex: 52683



GEFILTREDE NET-ENTREES

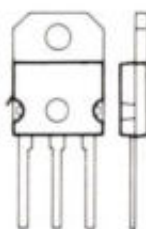
BELLING-LEE

- **CEE 22 (IEC 320)**
 - 1,2 en 6 amp 250 V 0-400 Hz
 - diverse aansluitmogelijkheden
 - med. uitvoering 5 uAmp
 - VDE, SEV, SEMKO, UL
- **L2400 serie 1-15 Amp**
 - 250 VDC/50/60 Hz
 - laagdoorlaat voor data en thyristor/telecom toepassing
- **VERMOGENS FILTERS**
 - 30-800 Amp 250/400 VDC/50/60 Hz
 - damping 10 Hz - 10 GHz (80-110dB)
 - ook 28 VDC 100 dB bij 10 Hz
 - EM behuizing (max 4 lijnen)
 - toepassing: Kool v. Faraday, computers

Postbus 64 5070 AB Udenhout
Spoorakkerweg 1 5071 NC Udenhout
Holland
Telefoon 04241-2480
Telex 52660



Transistoren



nieuw
SOT93

power (w.o. darlington)

2N - BD - BDW - BDX - BFX - BU
BUR - BUW - BUX - MJ - MJE - TIP
behuizing
TO3 - TO39 - TO126 - TO220 - SOT93

small signal

2N - BC - BCY - BF - BFX - BSX
behuizing
TO18 - TO39 - TO72 - TO92 - TO126

Transistoren van SGS zijn uit voorraad leverbaar.

Vraag documentatie van het complete SGS-programma.
Microtronica is exclusief SGS-distributeur voor Nederland.



microtronica

Kaap de Goede Hooplaan 11, 3526 AR Utrecht
☎ (030) 88 00 84

Digitale dataverwerking en EMC

Enkele kanttekeningen

Volgens de algemene definitie van EMC moeten elektrische en/of elektronische systemen in een elektromagnetisch milieu kunnen functioneren zonder dat door wederzijdse beïnvloeding de specificaties van die systemen degraderen. Helaas wordt, door verschillende oorzaken, dit ideaal bij computers en digitale systemen vaak slechts gedeeltelijk bereikt. Een van die oorzaken zou wellicht kunnen zijn dat ontwerpers van digitale systemen soms te veel vertrouwen op onaantastbaarheid van hun digitale „enen en nullen” en te weinig beseffen dat hoge bitfrequenties bijzondere problemen met zich meebrengen. Digitale schakelingen die een doorkneed kortegolf-amateur hoofdschuddend zou bekijken zijn geen zeldzaamheid. Dit artikel poogt een paar aspecten van deze omvangrijke materie te verduidelijken.

Het volgende verhaal geeft een extreem voorbeeld van de invloed van elektromagnetische storing, in dit geval in de vorm van een elektromagnetische puls (EMP).

In de herfst van 1981 sloeg de bliksem in een bouwkraan nabij het geheel geautomatiseerde Academisch Ziekenhuis in Leiden. De elektromagnetische signalen die daarbij optraden, beschadigden zo'n 130 van de in totaal 285 werkstations. De storingssignalen werden geïnduceerd in de netspanningskabels en de datalijnen tussen de verschillende apparaten. De beschermfilters in de werkstations waren blijkbaar niet tegen een puls van deze sterkte bestand. Het duurde één dag voordat de kritische applicaties weer werkten en na vier dagen waren alle storingen verholpen, deels omdat elders apparatuur kon worden geleend. De kosten om de schade te herstellen bedroegen zo'n 125 000 gulden.

Natuurlijk hebben we hier te maken met een zeer extreem geval. Het beveiligen van een systeem tegen dit soort invloeden kost vaak meer dan het verhelpen van de aangerichte schade. Op basis van dit laatste gegeven heeft men het ziekenhuis overigens niet opnieuw laten beveiligen. We zullen ons echter in het volgende niet bezighouden met de destructieve invloed van elektromagnetische storingen op de apparatuur zelf, maar op de invloed daarvan op de datastromen die moderne digitale apparaten verwerken. Ook hierbij zal men zich steeds moeten afvragen of de aan te nemen maatregelen verbonden kosten en inspanningen opwegen tegen de verwachte resultaten.

STOORBRONNEN

Om te weten hoe we elektromagnetische storingen in dataverwerkende systemen (zoals computers) kunnen voorkomen, zullen we eerst moeten onderzoeken waar

deze storingen vandaan komen. In principe onderscheiden we twee „hoofdwegen” waarlangs de storing zich voortplant:

1. *Geleiding.* In een computersysteem kan storing door geleiding (galvanische koppeling) binnendringen via voedingslijnen of signaallijnen.
2. *Elektromagnetisch veld.* De storing dringt in dit geval binnen door inductieve of capacatieve koppeling (*nabije veld*) of treedt op in de vorm van elektromagnetische straling (*verre veld*).

Daar deze punten elders in dit nummer worden belicht (zie de artikelen „Kabelkeuze...” en „Aarding en afscherming”) laten we een theoretische beschouwing hier achterwege. Wel volgt hieruit dat we op computergebied door vele oorzaken problemen kunnen verwachten. Vooral storing die zich voortplant via geleiding blijkt een belangrijke rol te spelen bij dataverwerkende apparatuur.

Elk modern computersysteem is beladen met vele kilometers signaalleiding en voedingsleiding. Alleen al de koppeling van slechts twee op tien meter van elkaar geplaatste PDP-11-computersystemen via de bekende Unibus (56 lijnen) bevat 560 m draad en kan problemen geven tengevolge van „niet-EMC”. Verderop in dit artikel zal blijken dat de hoge frequenties waarmee tegenwoordig wordt geschakeld een verhoogde gevoeligheid veroorzaken voor elektromagnetische storingen.

ONDERDRUKKING VAN STORING

Dikwijls treden EMC-problemen op als gevolg van externe oorzaken die men nauwelijks zelf in de hand heeft. In zulke gevallen zal men proberen de storing zo mogelijk te elimineren. Doorgaans blijkt dit ideaal onbereikbaar en zal het resultaat beperkt blijven tot een reductie van de storing. We

kunnen, afhankelijk van de wijze waarop de storing zich voortplant, verschillende maatregelen nemen:

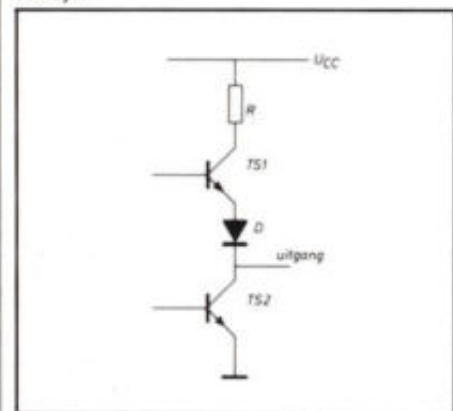
Een storing op een voedingslijn van een computer, veroorzaakt door een spanningsvariatie in het net, vraagt om stabilisatie van de netspanning. Indien regelmatig fluctuaties optreden met een zeer lage tot lage frequentie kan men overwegen om apparatuur voor netspanningsconditionering te installeren. Voor storingen van hogere frequentie en transiënten kunnen netontstoringfilters en ultra-isolatietransformatoren vaak een oplossing inhouden. Ook deze onderwerpen komen elders in dit nummer uitvoerig aan de orde.

TRANSIËNTEN

Voor zover tegen transiënten op de netspanning geen of onvoldoende maatregelen zijn genomen, kunnen deze voor grote problemen zorgen. Veelal is het regelcircuit van de gelijkspanningsvoeding veel te traag om steile pieken weg te regelen. De transiënt komt dan op de voedingslijn en plant zich voort door het gehele systeem. De gevolgen hiervan verschillen al naar gelang de aard van de schakeling. Vooral voor de goede werking van digitale schakelingen met hoge bitfrequenties kunnen dergelijke pieken fataal zijn.

Een storing op een datalijn heeft vaak directere gevolgen dan een storing op een voedingslijn. Wel volgt uit het voorgaande dat een storing op een voedingslijn een storing op een datalijn kan veroorzaken. Ter illustratie daarvan toont fig. 1 de „eindtrap” van een logische poort (7400 NAND). Het valt hier op dat de weg tussen de voeding en de uitgang slechts bestaat uit een transistor, een diode en een weerstand. De verbinding tussen massa en uitgang wordt zelfs gevormd door maar één transistor. In een dergelijke schakeling wordt het een storing bepaald gemakkelijk gemaakt. Is TS1 in geleidende toestand dan is de uitgang „hoog” en heeft de combinatie TS1/R een lage impedantie. Indien nu de transistoren in de „totempaal” snel genoeg

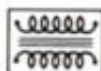
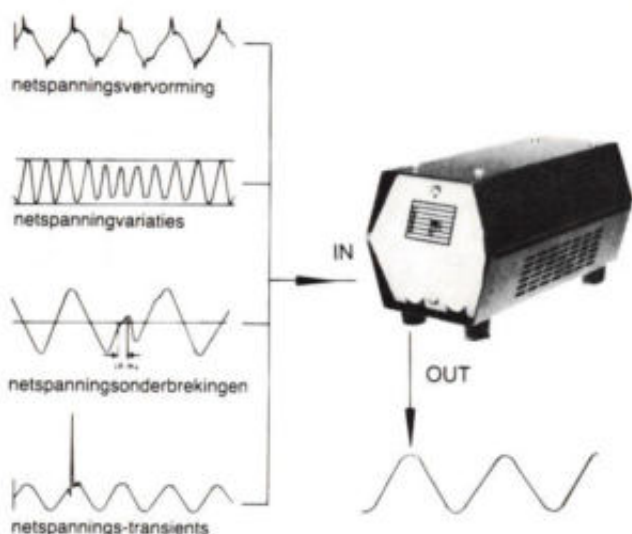
Fig. 1. TTL-eindtrap. In geleidende toestand heeft de combinatie TS1/R een lage impedantie, waardoor stoorpulsen op de voedingslijn zich gemakkelijk kunnen voortplanten over de datalijn.



MAGNETISCHE NETSPANNINGS- STABILISATOREN

voor storingvrije
voeding van:

- computers
- tekstverwerkers
- machine-besturingen
- foto-film-repro-
röntgenapparaten
- meet- en
regelapparaten
- laboratoria
- testruimten
- zendinstallaties



VARILEC b.v.

NL - 6534 AJ NIJMEGEN - P.O. BOX 6693
Telefoon 080 - 44 56 60 / Telex 48653-valec-nl.

HARTING

Meerpolige stekers



HAN 16 E



Robuust en van een hoogwaardige kwaliteit. Een vrijwel onbeperkte keuze. Kijk maar: van 3 tot 128 polen, van 10 tot 35 ampère, van 42 tot 320 volt. U zegt maar wat u hebben wilt, Jobarco levert ze. Een telefoontje en wij sturen u alle gegevens. Of meteen al de gewenste aantallen.

jobarco bv

voor kabels, wie anders?
Stephensonstraat 2
Industrieterrein
Zoeterhage, wijk 23
postbus 183
2700 AD Zoetermeer
tel. 079 - 31 93 13
telex: 32333



6800 / 6809 75x sneller

gaat de ontwikkeling van software voor uw 6800/6809 projecten met het harddisk subsysteem dat wij speciaal voor de MOTOROLA exorset en exorciser ontwikkelden.

Voorzien van uitgebreide utility's voor onderhoud, beheer en bescherming van bestanden.

Alle bestaande MDOS/XDOS software werkt zonder een enkele wijziging.

Capaciteit vanaf 10 megabyte.
Prijs vanaf / 11.750,- excl. BTW.

Bel of schrijf voor documentatie met specificaties.

COMPCONTROL BV

microsystems
design and
applications

Mecklenburgstraat 1c · P.O. Box 190 5600 AD Eindhoven-Holland · Phone: (0)40-453562 · Telex: 51603

zijn, zal een op de voedingsspanning gesuperponeerde negatieve stoorspanning van voldoende amplitude de logische uitgangstoestand naar „laag” doen omslaan. Zulke storingen op de voedingslijn planten zich dan onherroepelijk voort in de datalijn naar de data-ingang van de schakeling die op op zo'n eindtrap volgt. Positieve stoorpulsen zullen in eerste instantie geen omslag tot gevolg hebben: de logische toestand wordt dan immers „hoger dan hoog”. Afhankelijk van de energie-inhoud van zulke storingen en de capaciteiten en impedanties van de op de datalijn aangesloten ingangsschakeling, kunnen hierdoor echter ontladings- en verzadigingseffecten optreden die een correcte verwerking van het op de storing volgend bitpatroon aantasten.

STORINGSGEVOELIGHEID VAN DIGITALE LOGICA

Data worden in een computersysteem getransporteerd in vele vormen en via vele media. Wie het optreden van fouten in datastromen wil voorkomen, moet er in de eerste plaats voor zorgen dat een storing niet het „omvallen” van een bit veroorzaakt. Tot de maatregelen die men kan nemen om de storingsgevoeligheid van digitale systemen te verminderen behoort een goede aanpassing van de datalijnen. Naarmate datalijnen aan beide zijden beter zijn aangepast, zal een schakeling minder gevoelig zijn voor storingen. Juiste aanpassing voorkomt ook het genereren van „bastaard-bits” als gevolg van resonantieverschijnselen.

Verder moet men bedenken dat een halfgeleider die in het grensgebied van zijn specificaties werkt, aanmerkelijk gevoeliger is voor storingen dan componenten die duidelijk binnen de gestelde limieten blijven.

Over de storingsgevoeligheid van halfgeleiders kunnen we (in zeer algemene termen!) het volgende opmerken. Van het omvallen van een bit is sprake als een gedefinieerde logische toestand van een digitale schakeling ongewild omslaat, dus van „laag” naar „hoog” of omgekeerd. Tussen beide toestanden is het maximale spanningsverschil voor een ideaal schakelement gelijk aan de voedingsspanning, bij TTL-schakelingen 5 V. Het feitelijk verschil, de zgn. *logische slag*, is echter kleiner en bedraagt voor TTL ruim 3 V.

Het verschil U_{ID} tussen de ingangsspanning U_{IH} waarbij een TTL-schakeling nog de logische waarde „0” aanneemt en de ingangsspanning U_{IL} waarbij de logische waarde „1” wordt, bedraagt slechts

$$U_{ID} = U_{IH} - U_{IL} = 2,0 \text{ V} - 0,8 \text{ V} = 1,2 \text{ V}.$$

Ondanks de logische slag van ruim 3 V, is hier in het ongunstigste geval een spanningsprong van 1,2 V ten opzichte van de maximale „nul”-ingangsspanning al voldoende om de schakeling te verstoren. In hoeverre een stoorpuls echter in staat is om deze „worst-case”-storingsmarge te

Tabel 1. De voor omslag van een logische toestand benodigde energie bij enkele logische schakelingen en transistoren.

functie/component	Benodigde energie W (J)
geheugenuitwisseling (NMOS)	$10^{-9} < W < 10^{-7}$
upset van flipflop of inverter	$10^{-10} < W < 10^{-8}$
upset Si NPN-transistor	$10^{-5} < W < 10^{-1}$
upset Si PNP-transistor	$10^{-5} < W < 10^{-3}$
upset Ge NPN-transistor	$10^{-4} < W < 10^{-2}$
upset Ge PNP-transistor	$10^{-5} < W < 10^{-3}$
upset schakeltransistor	$W = 3,6 \cdot 10^{-5}$

overschrijden, is mede afhankelijk van de pulsenergie en de impedanties van de schakeling. Het technologisch concept van de halfgeleider (Ge/Si/bipolair-TTL-ISL.../MOS/NMOS/CMOS...) is hier uiteraard een belangrijke factor. Tabel 1 geeft een overzicht van de energieniveaus die bij een aantal halfgeleidercomponenten al voldoende zijn voor het verstoren van de logische toestand. Hieruit blijkt dat de energie die nodig is voor het verstoren van een flipflop of inverter slechts een puls vereist met een energie van 10^{-10} ... 10^{-8} joule (dit getal heeft betrekking op een bepaalde in NMOS gerealiseerde processor).

Uit het voorgaande volgt dat, gegeven de voor een verstoring benodigde pulsenergie, ook de tijd die een spanningspuls moet duren om een verstoring te veroorzaken afhangt van het halfgeleiderconcept. Bij sommige moderne logische schakelingen bedraagt deze tijd (*setup*- en *holdtime*) enkele nanoseconden.

Specificatie en interpretatie van statische en dynamische storingsmarges is een complexe materie. Een duidelijke conclusie is wel dat digitale logica, zeker naarmate de signaalfrequentie toeneemt, al gevoelig is voor elektromagnetische storingen met een zeer geringe energie.

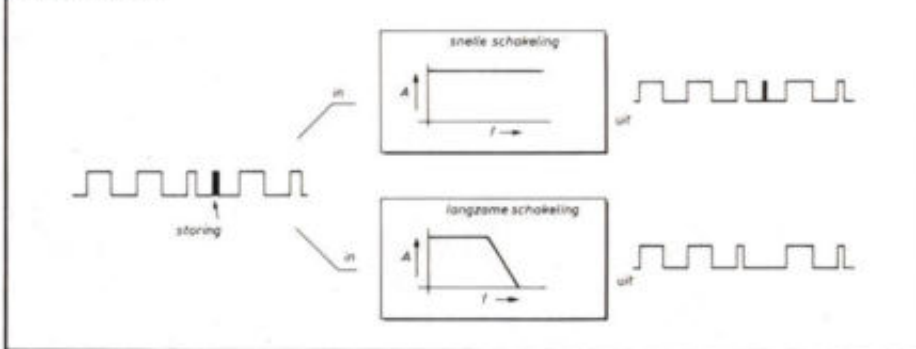
De verbetering van de storingsongevoeligheid van de eigenlijke geïntegreerde schakelingen valt buiten het kader van dit artikel. Algemeen geldt echter dat de mogelijkheden hiertoe beperkt zijn naarmate een hogere verwerkingssnelheid wordt gewenst. Op dit punt kan een degradatie van de specificaties op systeemniveau zodanig doorwerken dat het middel erger wordt dan de kwaal. Alle snelheidswinst die in de loop der jaren moeizaam is opgebouwd zou dan weer worden prijsgegeven.

Een geheel andere vraag is of het toepassen van zeer snelle digitale technieken altijd wel zo verstandig is. Acquisitie en overdracht van relatief traag variërende meetwaarden kan bijvoorbeeld, zelfs als daarvoor een grote resolutie is vereist, in bepaalde gevallen met evenveel succes „ouderwets” langzaam gebeuren. De keuze van processoren met klokfrequenties van enige megahertz alleen uit modieuze overwegingen, terwijl men met een paar honderd kilohertz zou kunnen volstaan, wordt dan betaald met een aanzienlijk grotere storingskans, vooral in storingrijke omgevingen, zie fig. 2. Wie in zo'n geval zijn toevlucht neemt tot gecompliceerde correctietechnieken (zie volgende paragraaf) spant in feite het paard achter de wagen. Is een hoge klokfrequentie werkelijk vereist, dan is ook uit oogpunt van EMC de juiste keuze van de halfgeleider technologie belangrijk. Moderne bipolaire logica kan dit geval vaak enige soelaas bieden. Zo is met huidige ECL-concepten een hoge schakelfrequentie mogelijk bij een geringe storingsgevoeligheid. Dat laatste komt niet zozeer voort uit een grote logische slag (deze bedraagt voor ECL slechts ongeveer 0,9 V) maar uit de relatief grote schakelstromen. Helaas vormen deze grote stromen tevens een van de beperkingen; problemen met warmte-ontwikkeling en voeding kunnen een belangrijke rol spelen.

CORRECTIETECHNIKEN; PARITEITBITS

Steeds geldt dat het voorkomen van storing beter is dan het genezen ervan. Moeiten we toch genezen (een verstoring in een datastroom corrigeren) dan staan ons verschillende correctiemethoden ter beschikking, die erop neerkomen dat de zender

Fig. 2. Bij hoge klokfrequenties en snelle schakelingen neemt de gevoeligheid voor kortstondige stoorpulsen toe.



ALS U TOCH MAAR ÉÉN KEER PROGRAMMEERT...

kies dan de Intel produktie-EPROM

In de afgelopen jaren is het gebruik van EPROM's uitgegroeid van toepassing in uitsluitend de ontwikkelingsfase naar toepassing in eindprodukten als „software carrier”. Statistisch is gebleken dat momenteel 90% van alle EPROM's slechts één keer geprogrammeerd wordt, zodat de dure keramiek-met-venster behuizing eigenlijk overbodig is.

Voor die gebruikers is er nu goed nieuws: **als enige leverancier** levert Intel nu plastic EPROMS's met dezelfde initiële én lange termijn betrouwbaarheid als de oude Cerdip-versies (0,1% AQL/0,017% per 1.000 uur bij 55°C).

Een ontwikkelperiode van 3½ jaar heeft onder andere geresulteerd in een ingenieus wafer- en chip-testproces (25 testen) – inclusief programmeren en wissen – alvorens het produkt geënkapsuleerd wordt.

De voordelen voor de gebruiker zijn:

- geschikt voor automatische printmontage
- geen handeling nodig voor afdichting van venster
- beter leesbare codering dan Cerdip produkten
- lager profiel
- volledig uitwisselbaar met Intel Cerdip produkten (gelijke chip!)
- 10-25% goedkoper
- benadert de ROM-bitprijs, doch is veel flexibeler
- betrouwbaarder dan ROM
- kortere levertijden

intel

plastic EPROM programma		Cerdip EPROM programma	
P2732A-2	P2764	D2716	D2764A*
P2732A	P2764-3	D2732A	D27128A*
P2732A-3	P2764-4	D2764	D27256*
P2732A-4	P2764A*		
	P27128A*		

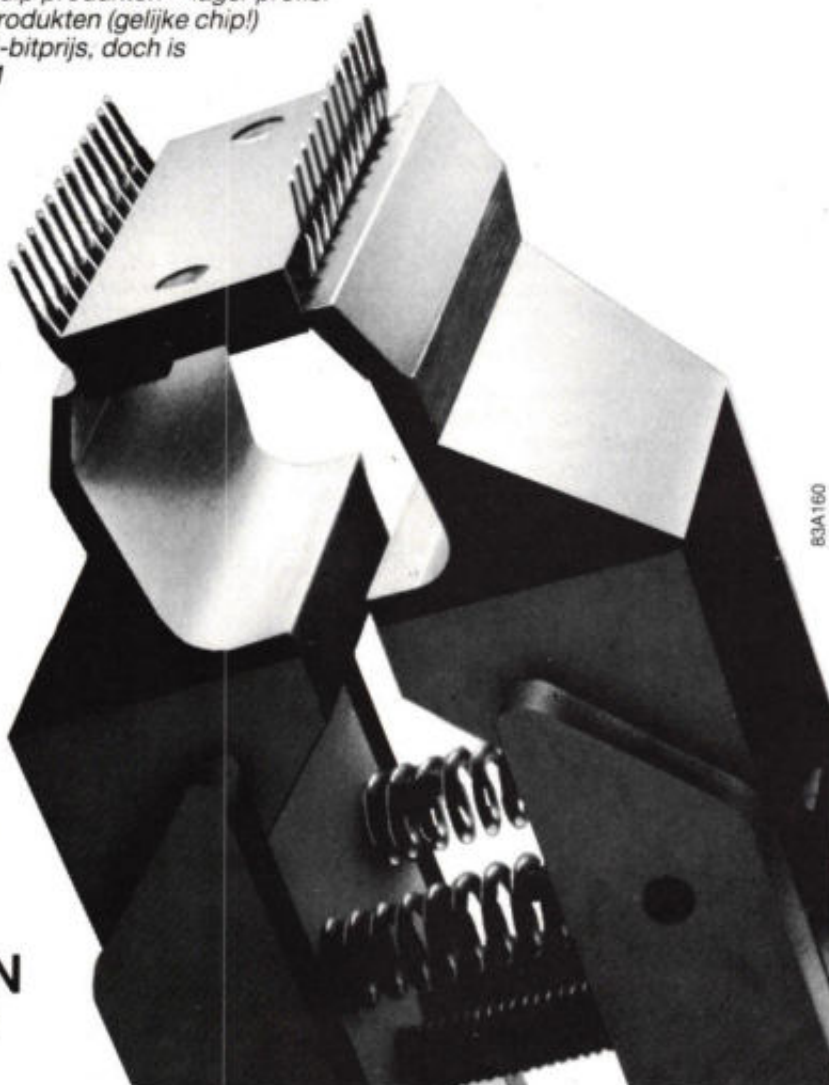
* Binnenkort leverbaar HMOS II-E proces met 12,5 V „intelligent programming”™

De „intelligent programming” procedure brengt de programmeertijd van EPROM's met een faktor 4-6 terug! Bijvoorbeeld een Intel D27256 (32k×8) is nu in 5 tot 7 minuten te programmeren, in plaats van 30 minuten. Intelligent programming is een noodzaak voor EPROM's ≥64k en wordt reeds ondersteund door ondermeer Data I/O, Digelec Minato, Prolog, Stag en Optimal Technology programmers.



KONING EN HARTMAN

postbus 43220, 2504 AE den haag
telefoon 070-21 01 01*



83A160

van de datastroom aan het bericht enkele bits toevoegt, waaruit de ontvanger kan afleiden of de overdracht goed is verlopen. De bekendste methode is het toevoegen van een pariteitbit.

Het pariteitbit geeft aan hoeveel enen of nullen in een bepaalde datastroom voorkomen. Als een bit tijdens datatransport beschadigt, dan blijkt dat het pariteitbit niet meer het juiste aantal enen en nullen vertegenwoordigt. Nadeel van de standaard pariteitmethode (VRC = *Vertical Redundancy Check*) is dat niet kan worden gedetecteerd of er twee, vier, zes, enz. bits zijn veranderd. Hiertoe staan weer andere methoden ter beschikking zoals LRC (*Longitudinal Redundancy Check*) en CRC (*Cyclic Redundancy Check*).

Alle genoemde methoden hebben als nadeel de grote hoeveelheid „overhead“ (alhoewel deze bij CRC wat minder is), waardoor het rendement van de datalijn aanmerkelijk afneemt. Immers, voor 200 datawoorden van 8 bit moet men in het geval van VRC $200 \times 8 \text{ bit data} + 1 \text{ bit pariteit} = 1800 \text{ bit}$ overdragen. De feitelijke informatie bevindt zich slechts in 200 databytes, totaal dus 1600 bits.

MEERVOUDIGE SYSTEMEN

Een andere (dure) mogelijkheid om de invloeden van storingen in datastromen te elimineren wordt geboden door bepaalde belangrijke delen van een systeem dubbel of drievoudig (het zgn. „fail-safe“-principe) uit te voeren. Bepalend voor de uiteindelijke dataverwerking zijn dan beslissingen, genomen op grond van de afzonderlijke uitkomsten van elk van de subsystemen. Elke beslissing eist dan dat tenminste twee van de drie uitkomsten identiek zijn.

Bij vergelijking van slechts twee waarden zal men vaak moeten uitgaan van een bepaald verwachtingspatroon. Een plotselinge verandering van een van de beide waarden (bijvoorbeeld door het omvallen van het tekenbit) zal „verdacht“ lijken als de andere waarde het te verwachten patroon blijft volgen.

Natuurlijk is een dergelijke methode alleen toe te passen bij meetwaarden, datareeksen e.d.

De datastroom die afkomstig is van het instructieregister van een processor ondergaat zoveel veranderingen dat het omvallen van een bit niet of nauwelijks is te controleren.

SEQUENTIELE SCHAKELINGEN

Bij een combinatorische logische schakeling is de uitgangswaarde op ieder moment (eventuele propagatietijden in aanmerking genomen) een representatie van de ingangswaarden. Bij een sequentiële schakeling is het verloop van de uitgangswaarde afhankelijk van een bepaalde reeks ingangswaarden. Bijvoorbeeld: een teller komt pas na tien klokpulsen terecht in stand „tien“.

Elke verstoring op de kloklijn heeft tot gevolg dat de teller een onjuiste uitgangs-

waarde aanneemt en deze waarde ook gebruikt als basis voor verdere uitgangscombinaties. Bij een combinatorische schakeling is dit probleem niet aanwezig. Indien de storing lang genoeg duurt, zal deze een gevolg hebben voor de uitgangscombinatie. Weer steekt hier het snelheidsprobleem de kop op. Het is niet mogelijk de frequentie van een schakeling ongestraft op te voeren tot vele honderden megahertz. Dit is een van de redenen dat de ontwikkeling van de supersnelle 32-bit processoren stagneert. Een klokfrequentie van 20 of 40 MHz kan een enorme gevoeligheid veroorzaken voor EM-storingen. Elke puls met een breedte van meer dan enkele nanoseconden speelt dan een rol. Het onderscheid tussen een storing en een datapuls is in dat geval ook niet meer mogelijk.

CONCLUSIES

Een storing die eenmaal in een datastroom terecht is gekomen, is in veel gevallen moeilijk te detecteren en dus moeilijk te herstellen. Daarom is het zaak het systeem te beschermen tegen EM-invloeden. Deze bescherming kan plaatsvinden door afscherming, juiste aanpassing, het vermijden van tijdkritische schakelingen en het beperken van het gebruik van hoge klokfrequenties voor toepassingen die dit niet beslist vereisen.

Het detecteren en verhelpen van fouten door toevoegen van pariteitbits verhoogt de betrouwbaarheid, maar verlaagt de prestaties van het systeem voor wat betreft de verwerkingssnelheid.

Het begrip EMC zal in de komende jaren in de computer- en datacommunicatie-wereld in importantie toenemen. Naarmate de frequenties in logische schakelingen hoger worden en de computer meer en meer het „veld“ ingaat, zal er moeten worden gezocht naar een werkelijke oplossing van het EM-probleem. Belangrijk is in dit verband ook het binnen de perken houden van hoogfrequente stoorstraling die door de steile schakelpulsen van digitale schakelingen worden opgewekt. Niet alleen om te voldoen aan wettelijke eisen ten aanzien van de uitstraling naar de buitenwereld, maar ook om binnen het systeem problemen te voorkomen.

De ontwerper zal moeten letten op tal van verbindingen die als antenne kunnen fungeren. Een zorgvuldige layout van printsporen en het ontkoppelen van IC-pennen via geschikte condensatoren zijn hier twee voor de hand liggende remedies.

Literatuur:

- [1] P.C. den Heijer e.a.: *Datacommunicatie*, Kluwer Technische Boeken, Deventer, 1982, ISBN 90-201-1576-6.
- [2] J.J. Hutter: „De Elektromagnetische Puls“, Boerderijcahier 8301, Technische Hogeschool Twente, Enschede, 1983.
- [3] Ing. M.J. Coenen: „Enkele aspecten van EMC“, Seminar Storingenmeting (Koning en Hartman), mei 1983.
- [4] *The TTL Data Book*, Texas Instruments, 1979, ISBN 09-040-4727-X.
- [5] J.C. Meijer: „Het Dorier-Mosley-effect“, *Elektronica* 82/6, p. 65-69.
- [7] J. L. Lohstroh: „Integrated Scottky Logic“, 1981, diss. TH-Eindhoven.

HOOG SPANNING



HOOG VERMOGEN

Air-Parts heeft een compleet programma voedingen van FUG en Spellman voor hoge vermogens, hoge en middelhoge spanningen met verschillende soorten regelingen. Wij hebben misschien wel voor elke applicatie een voeding. Van 10.000 Ampère bij laagspanning tot 400.000 Volt bij kleine stromen.

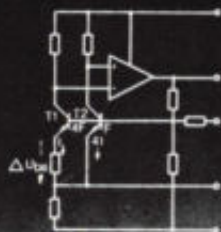
Van gelijkspanning omzetters, modules voor inbouw, 19 inch rack-inbouw, plug-in tafelloedingen tot systemen toe.

Eén telefoontje is voldoende voor uitgebreide documentatie of een bezoek van onze specialisten.

AIR PARTS
ELECTRONICS

Postbus 255, 2400 AG Alphen a/d Rijn, Tel. 01720-43221
Av. Huart Hamoir 1, B19, Brussel 1030, Tel. 02-2418130

**VEELZIJDIG IN TEST-
EN MEETAPPARATUUR**



Uw schakeling is net zo nauwkeurig als zijn referentie; REF-01, REF-02

De REF-01 en REF-02 van PMI voorzien Uw applicatie van een zeer stabiele referentiespanning bij een minimale vermogensopname. Dit maakt het gebruik van deze referenties in batterij-gevoede schakelingen zeer aantrekkelijk.

Door de toevoeging van slechts één weerstand wordt de REF-01/02 een nauwkeurige stroomreferentie. Om totale systeem nauwkeurigheid te bieden kan de referentiespanning van de REF-01/02 worden gevarieerd.

De REF-02 ten slotte kan ook worden gebruikt als lineaire temperatuursensor over een bereik van -150°C tot $+170^{\circ}\text{C}$.

Alle PMI-modellen zijn ook leverbaar in Mil.std-883 en als Chip.

Specifications ($V_{in} = +15\text{ V}$; $T_a = 25^{\circ}\text{C}$)

		REF-01 E	REF-02 E
$V_o\text{ V}$		10.000	5.000
V Trim %	min	± 3	± 3
e-noise $\mu\text{V p-p}$	max	30	15
Line reg. $\%/\text{V}$	max	0,01	0,01
Load reg. $\%/\text{mA}$	max	0,01	0,01
I_{sy} (no load) mA	max	1,4	1,4
I load mA		21	21
V temp output mV		—	630
V temp coeff. mV/ $^{\circ}\text{C}$			2,1



PRECISION MONOLITHICS INC
EEN BOURNS ONDERNEMING

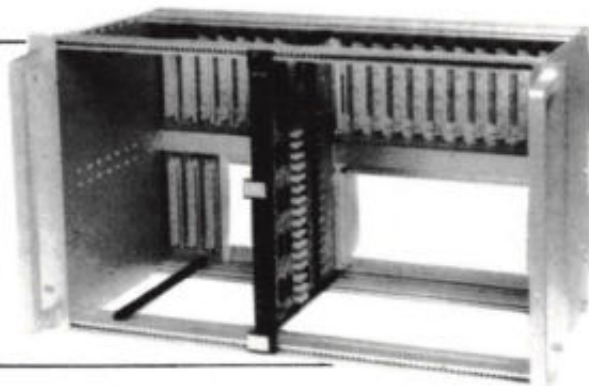
Bourns (Nederland) B.V.
Postbus 37
2270 AA VOORBURG
tel: 070-874400 tlx: 32023

At your service!

BOURNS

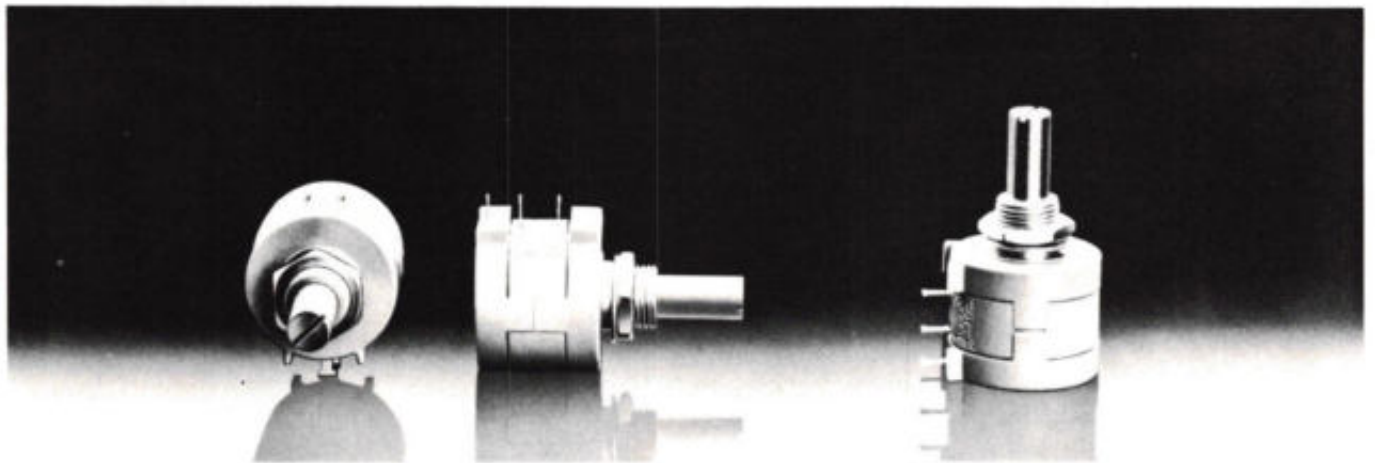
MINKELS OOK VOOR 19" PRINTPLAATREKJES WAAROM NIET?

Met Minkels kunt u alle kanten uit. Ze leveren snel: vaak binnen 24 uur. Ze zijn goedkoop. Zelfmontage scheelt veel. Zelfs in de vrachtkosten. Rekjes geschikt voor enkele en dubbele eurokaarten. Dus: snel folder en prijs vragen. Opvallend interessant!



MINKELS **VIP**
PLAATWERK BV

Dr. Abram Kuijperlaan 16
Postbus 28 5460 AA VEGHEL
Tel.: 04130-66960/63681 Telex: 50045



BOURNS model 3590: Resultaat van denkwerk

Bourns gaf zijn knapste koppen opdracht tot het ontwikkelen van een compromisloze, draadgewonden, 10-slagen potentiometer. Model 3590 is het resultaat.

De mogelijkheid voor printmontage en de vele opties maken de 3590 tot een uiterst veelzijdige potentiometer. Ook de uitstekende spec's – lineariteit 0,25%, ruis 100 Ω ENR, temp.coëfficiënt 20 ppm/°C, vermogen 2 W – dragen hiertoe bij.

De juiste pot heeft de juiste prijs: dit is een lage prijs. De 3590 kost U minder dan f 1,- per slag (100 stuks). Uit voorraad leverbaar.

**BOURNS
(NEDERLAND) B.V.**

Postbus 37
2270 AA VOORBURG
tel: 070-874400 tlx: 32023

At your service!

Dit moet U toch aan het denken zetten...

BOURNS

PLOTSERVICE

- MODEL 48 EN MODEL 33 GERBER PLOTTER
- NAUWKEURIGHEID 25 RESP. 15 MICRON
- PLOTFORMAAT 400X500 RESP. 520X700MM

INPUT MOGELIJKHEDEN

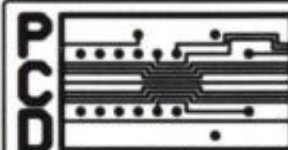
- MAG-TAPE INPUT 800/1600 BPI
- 8.5" FLOPPY VAN GERBER PC800 SYSTEM
- MINI-FLOPPY VAN MICAD-SYSTEM
- VIA MAG-TAPE INPUT IN MODEL1232 GERBER
PHOTOPLOTTER FORMAAT 1200X1600MM
NAUWKEURIGHEID 10 MICRON

GATE ARRAY DESIGN VIA MICAD[®]

LIBRARY BESCHIKBAAR VOOR

GATES
COMPLEX GATES
LATCHES
FLIPFLOPS
ASYNCHRONOUS COUNTERS

SYNCHRONOUS COUNTERS
SHIFTREGISTERS
MULTIPLEXERS
DECODERS
ADDERS, COMPARATORS



CIRCUIT DESIGN BV

4004 JS TIEL
TEL: (3448) 20100
TELEX: 40016

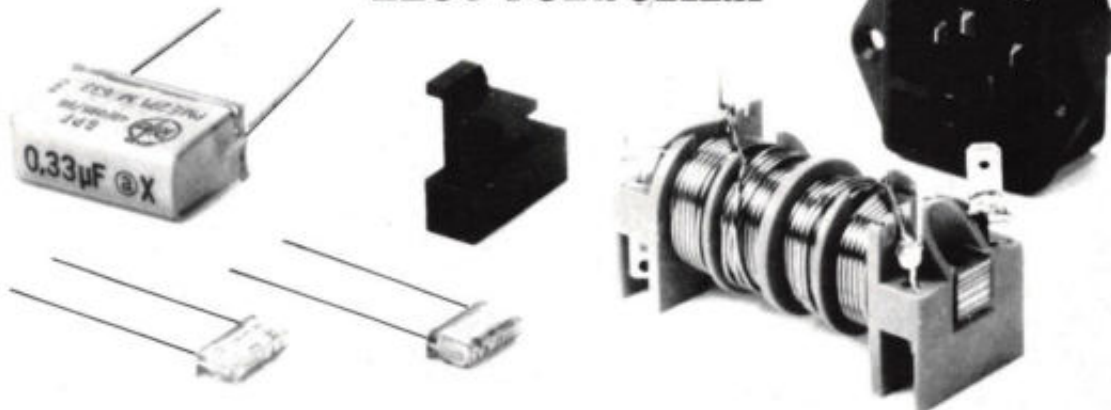
VERDER VOOR:
EAN STREEPCODE MASTERS
RASTERFOLIES/TAPE
IMPULSSCHYVEN
FLEXIBLES
FLEX-RIGID BOARDS

MET AUTOROUTER
AUTOPLACEMENT

INPUT CIRCUITS
OUTPUT CIRCUITS
INPUT/OUTPUT CIRCUITS

ANALOG I/O IN VOORBEREIDING

Het Verschil.



Een netfilter van Schaffner is natuurlijk wel iets anders dan wat losse condensatoren en spoelen in een doosje...

Ook bij piekstromen die de nominale waarde ver overschrijden bij schakelende voedingen bijvoorbeeld – dempen Schaffner netfilters uitstekend.

Temperatuur van de behuizing verandert nauwelijks bij een belasting van maar liefst 125 maal de nominale stroom, b.v. wanneer de voeding defekt is.

Uitsluitend metaal-papierfoliekondensatoren die zelfherstellend zijn worden toegepast.

Ook na een gebruiksduur van 100.000 uren heeft een Schaffner netfilter nog dezelfde dempingskarakteristiek.

Ook kortsluitstromen oefenen geen invloed uit op de dempingskarakteristiek.

De keuze uit het meest brede filterprogramma en deskundig advies van Rodelco's technisch adviseurs.

Ontstoringsmetingen in het eigen Rodelco EMC laboratorium in Rijswijk (vanaf medio juni 1984 in Breda, tel. 076-784911)



Schaffner netfilter, serie FN 379 met IEC netentree, spanningscarroussel en zekeringen. Leverbaar in 2, 4 en 6 ampère.

WAAROM ZOU U HET ZELF DOEN ALS SCHAFFNER HET AL VOOR U GEDAAN HEEFT?



Verrijn Stuartlaan 29
Postbus 296
2280 AG Rijswijk (ZH)
Telefoon 070-995750

België
Genèvestraat 4, bus 8
1140 Brussel
Telefoon (2) 2166330

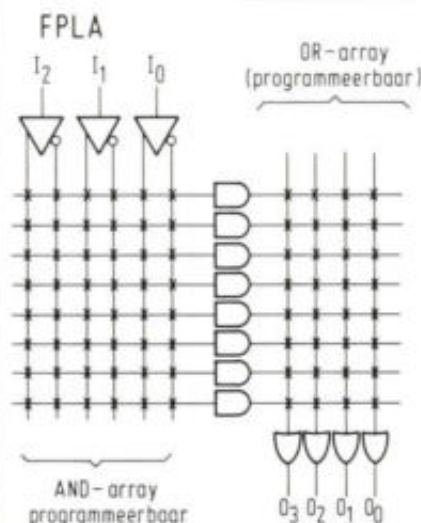
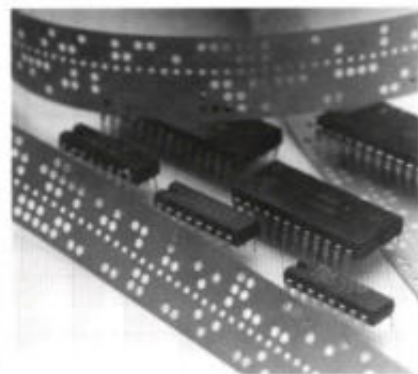
NIEUWS VAN PHILIPS

Micro-elektronica op maat

IFL-techniek

IFL, of „Integrated Fuse Logic”, is een interessante vorm van programmeerbare logica van Philips. Door standaardmateriaal volgens uw eigen specificaties in te branden, kunt u op een vrij eenvoudige manier uw eigen circuits samenstellen. Met één IFL-chip vervangt u zo 10 tot 35 logische schakelingen. De Philips IFL 28 en IFL 20 series zijn PAL*-compatibel.

*PAL is een handelsmerk van Monolithic Memories, Inc.



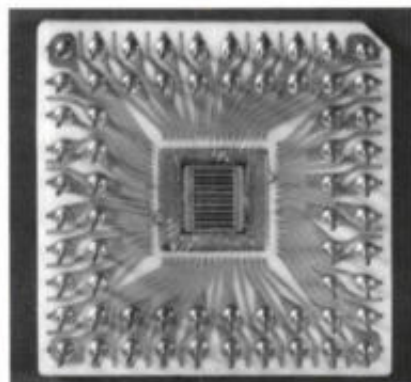
In de IFL-matrix zijn zowel de AND-array-lijnen als de OR-array-lijnen programmeerbaar.

Voor meer informatie: 0184/1

Gate-arrays

Philips heeft drie gate-array-technieken voor u beschikbaar waarmee u IC's volgens uw eigen ontwerp kunt samenstellen: CMOS, ISL en ECL. Ze hebben alle hun specifieke voordelen. CMOS-arrays

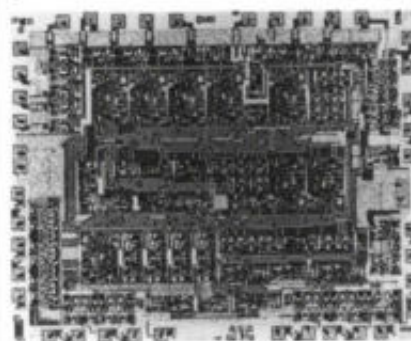
hebben bij voorbeeld een zeer laag energieverbruik; ISL-arrays zijn snel en TTL-compatibel; ECL-arrays zijn met hun poortvertraging van 0,35 ns zelfs supersnel.



Voor meer informatie: 0184/2

CCL- en CCCL-techniek

Bij Composite Cell Logic (CCL) en CMOS Compact Cell Logic (CCCL) specificeert u welke cellen uit een omvangrijke bibliotheek gebruikt kunnen worden en hoe ze met elkaar moeten worden verbonden. Hiervoor is Philips CAD-programmatuur beschikbaar.



Voor meer informatie: 0184/3

Informatie

Zend mij de uitgebreide gegevens over: (nummer onderwerp vermelden)

Bedrijf: _____

Naam: _____

Adres: _____

Postcode/plaats: _____

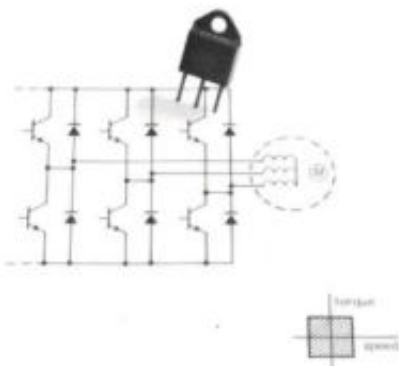
Telefoon: _____

Kan in open envelop zonder postzegel worden verzonden aan:
Afd. Publiciteit Elonco, VB 4-35,
antwoordnummer 500,
5600 VB Eindhoven

EA

Nieuwe vermogenstransistors

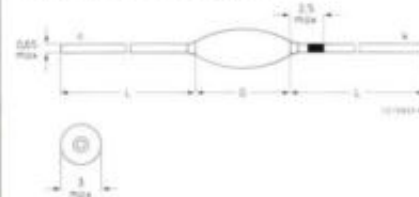
Onder typenummer BUV 90 introduceert Philips een nieuwe Darlington-transistor voor hoge spanningen en grote vermogens. In enkelfasige motorregelingen kan hij worden toegepast tot vermogens van 1 kVA. De BUV 90 is ondergebracht in een SOT-93 (kunststof TO-3) behuizing. Voor toepassing in schakelvoedingen, motorregelingen en converters is een viertal schakeltransistors in TO-220 omhulling uitgebracht. Het betreft de typen BUV 26, BUV 27, BUV 28 met een afschakeltijd van 40 ns en een vermogensdissipatie van 65 W, en de D 44 Q 5 met een afschakeltijd van 130 ns en een vermogensdissipatie van 31 W.



Voor meer informatie: 0184/4

Soft-recovery hoogspanningsdiodes

De BY 710, BY 711, BY 712 en BY 713 zijn de eerste vier van een nieuwe serie soft-recovery hoogspanningsdiodes van Philips. Door hun werkspanningen van 17 tot 24 kV zijn de diodes uitstekend geschikt voor toepassing in hoogspanningsvoedingen. De gedegen omhulling en constructie zorgen voor een hoge kwaliteit en betrouwbaarheid.



Voor meer informatie: 0184/5

Philips Nederland,
Marktgroep Elonco,
Postbus 90050,
5600 PB Eindhoven,
Tel. (040) 783749.



PHILIPS

GOULD 5110 voor efficiënter testen en meten

IN PRODUCTIE:

Voor het vergelijken van signaaldata met referentiedata; voor automatische test routines, dankzij menu-programmering intern of via IEEE-488 interface; ter verhoging van meet- en analyse kwaliteit tegen lagere arbeidskosten.

IN SERVICE en ONDERHOUD:

Voor vlotte routine metingen; voor calibratie-volgorde metingen; voor complexe meet- en test procedures.
De 5110 vormt een belangrijke tijdsbesparende factor in service en onderhouds-activiteiten.

Antwoordnummer 1502
1200 WL KORTENHOEF

geen
postzegel
nodig

- ☐ Gaarne documentatie 5110
☐ Gaarne bezoek specialist

Naam :
Bedrijf :
Adres :
Postcode :
Plaats :
Telefoon :

IN RESEARCH en ONTWIKKELING:

Voor de ontwerper is de 5100 niet zomaar een 100MHz scope, maar een "systeem op zich".

De automatische meet- en analyse faciliteiten, stellen de gebruiker in staat tot vlotte interpretatie van signaaldata dankzij de alpha-numerieke uitlezing in het scherm en de mogelijkheid tot data verwerking met externe computers.

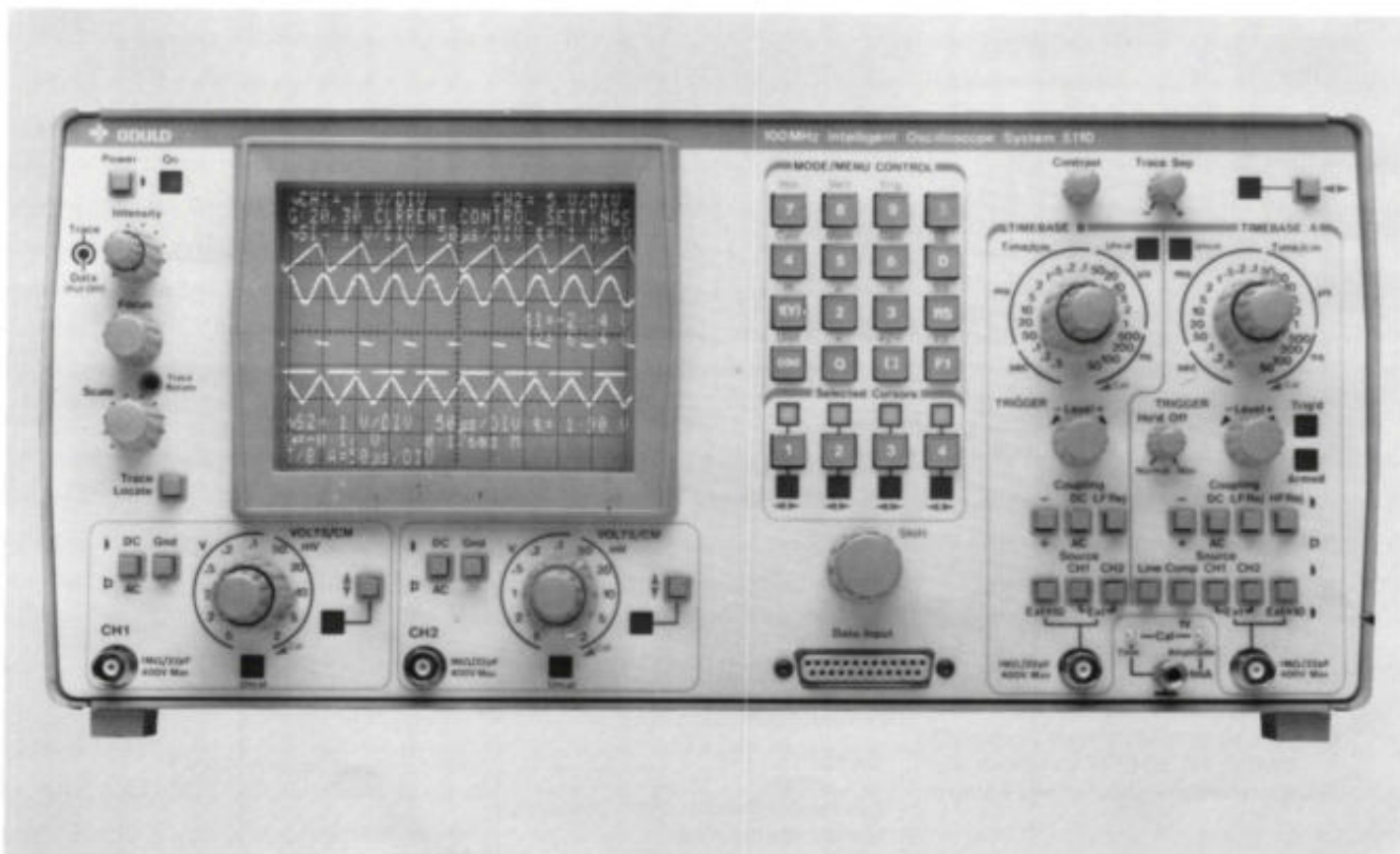
De 5110, niet zomaar een scope maar een systeem op zich, biedt 100MHz bandbreedte, 2mV/cm gevoeligheid, tweede vertraagde tijdbasis, met "delay by event" en "delay by time" met kristalnaauwkeurigheid. Signaaldigitalisatie 2048 x 8 bits met 1MHz klokfrequentie en sequentiële sampling tot 100MHz. Vier actieve cursors, CRT-read out, menu besturingssysteem en standaard IEEE-interface.

GOULD VERKOOPKANTOOR

Voor inlichtingen, verkoop en onderhoud heeft Gould een eigen organisatie met specialisten en servicedienst in Nederland en België. Laat u zich overtuigen door een vrijblijvende demonstratie. Bel of schrijf naar:

GOULD INSTRUMENTS SYSTEMS NETHERLANDS

Meenthof 15 1241 CP KORTENHOEF
Telefoon: 035-63418 (België: 02-648 89 60)
Telex: 43514 GISN NL



DE NIEUWSTE VAN HEWLETT-PACKARD

Direct programmeerbaar.
Het schrijven van meetprocedures en het invoeren daarvan in de analyzer kan voortaan direct op het frontpaneel (en uiteraard via de Hewlett-Packard Interface Bus).



De absolute top in spectrum analyzers.

De nieuwe HP 8566B: ongeveer evenwaardig in nauwkeurigheid, stabiliteit, gevoeligheid, resolutie en dynamisch bereik. Het frequentiebereik loopt tot 22 GHz.

Met externe mixers kunt u zelfs meten tot 220 GHz.

Spectrum analyzers van Hewlett-Packard.

U kunt kiezen uit een brede reeks spectrum analyzers voor diverse toepassingen.

Bij Hewlett-Packard kunt u rekenen op uitgebreide ondersteuning in de vorm van applicatie-gerichte documentatie, seminars en cursussen.

De volledige technische support en service wordt in Nederland verleend.



Ook voor EMI metingen.

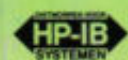
Voor EMI heeft Hewlett-Packard totaaloplossingen: zowel de hardware als de benodigde software.

Bekijk het zelf.

Hewlett-Packard organiseert op 3 en 4 mei 1984 haar microgolf symposium in Eindhoven.

Op het programma staan diverse lezingen. Bovendien vindt u er de gehele lijn van RF/MW testapparatuur, inclusief deze nieuwe spectrum analyzer.

Bel voor informatie:
Hewlett-Packard Nederland B.V.,
Eindhoven 040-32 68 83 of
Amstelveen 020-47 20 21.



HP-IB: Niet slechts IEEE-488, maar hardware, documentatie en ondersteuning. De kortste weg naar complete meetsystemen.



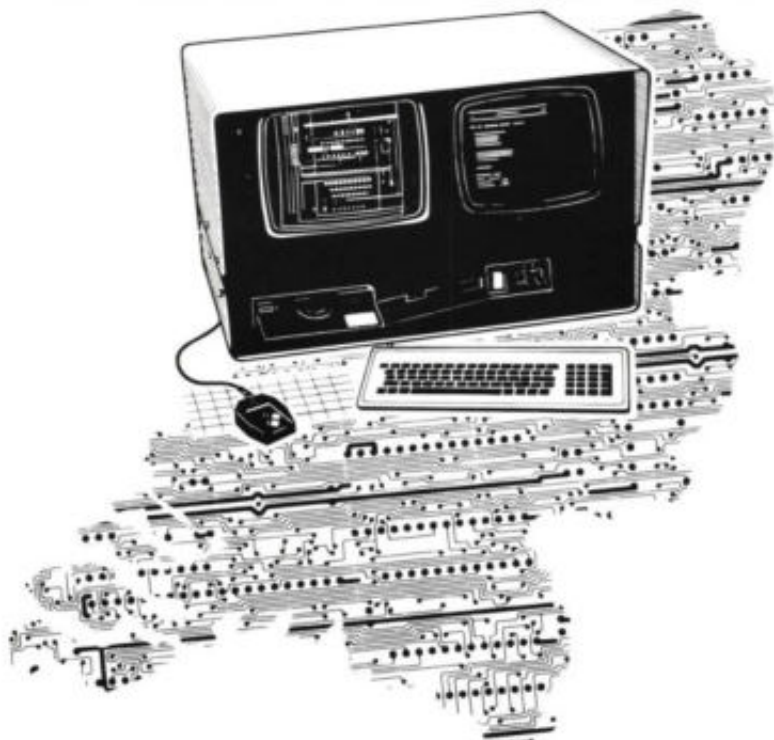
**HEWLETT
PACKARD**

STEEDS VAKER WORDEN WIJ GEBELD OM SUPERSNELLE ÉN GOEDKOPE CAD MOBIEL SERVICE TE VERLENEN

Voor 'n nieuwe PCB-lay-out kunt ook u voortaan beter El-Contronic bellen. En gebruik maken van de CAD MOBIEL SERVICE met al z'n unieke voordelen:

- Op uw eigen buro voert onze CAD-ieldengineer met u de technische informatie in de CAD-computer. Dat bespaart u veel administratief voorbereidend werk!
- Uw vertrouwelijke gegevens hoeft u niet meer uit handen te geven. Zelfs geen dag!
- Tijdens het invoeren van de technische informatie in de CAD-computer kan blijken, dat er toch nog enkele toevoegingen of wijzigingen noodzakelijk zijn. Of dat er bijvoorbeeld ruimte op de print over is die best benut zou kunnen worden. Dat is geen enkel probleem. De CAD-ieldengineer lost deze problemen terstond voor u op.
- Binnen één week heeft u de proefprint én de productie-dokumenten kant en klaar op uw buro.
- U spaart tijd én kosten. Want de CAD MOBIEL SERVICE is gunstig in prijs.
- De CAD-computer bereikt een hogere complexiteit en een overzichtelijker en logischer componentenopstelling.
- CAD lay-outs hebben 'n onbegrensde flexibiliteit. En redesign is eenvoudiger én goedkoper te realiseren.

el-contronic bv Tel 030-791504



CAD mobiel service

Voor de vaart in uw projecten

**CAD PROEFPRINTEN
NU IN DRIE DAGEN !!**

Rembrandtlaan 36, Bilthoven, Postbus 351, 3720 AJ Bilthoven.
Telefoon 030-791504*, Telex 40595.

Kwaliteit service + Manudax

**Philips Mini Digitale
Cassette Recorder,
exclusief voor Nederland
bij Manudax.**



f 395,- excl. btw
bij één stuks afname

De nieuwe Philips Mini Digitale Cassette Recorder, type DCR 220, is een snel, low-cost, serial memory device met een capaciteit van 128 k byte.

Voordelen:

mini afmetingen:
recorder 95x85x80 mm
cassette 46x34x7,4 mm;
20x sneller dan audio-recorder
verrijgbaar in read-only
en read/write versie;
80% goedkoper dan
konventionele DCR's
schrijf/leessnelheid 6000 b/s
uiterst betrouwbaar:
hard error rate 1 in 10⁸
bits, MTBF meer dan 5000 uur.
leverbaar uit voorraad
Heeswijk



Manudax

Pb 25, 5473 ZG Heeswijk
(N.B.) Holland
Telefoon 04139 - 2901*
Telex 74810

ONTSTOORSPOEL voor thyristorregelingen

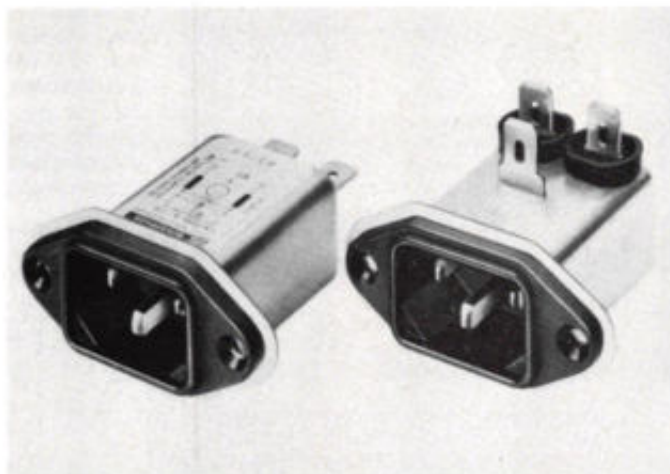
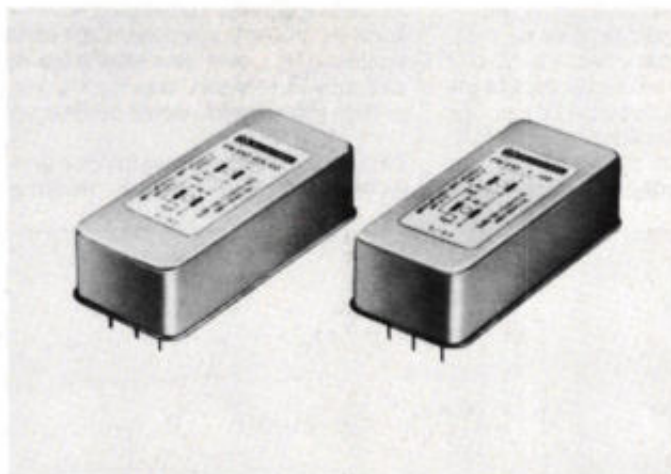
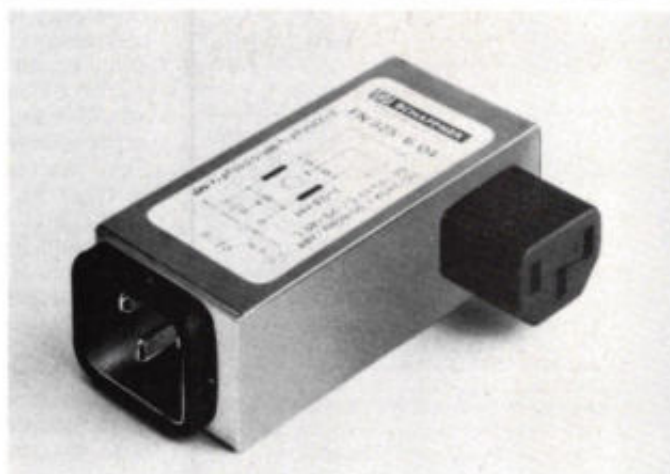
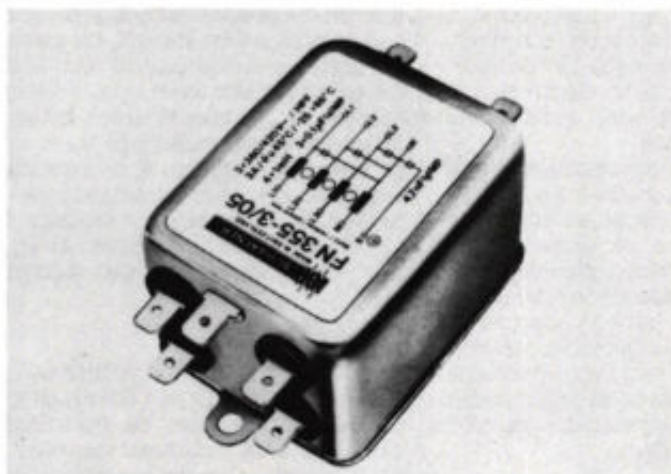


Voor het professioneel ontstoren van thyristor- en triac regelingen heeft Métalimpy op basis van ringbandkernen uit zeer hoogwaardig materiaal een standaardprogramma van 1 tot 25 amp. ontstoorspoelen ontwikkeld.

Inlichtingen en documentatie krijgt u bij onderstaand adres.

imphy
HOLLAND B.V.

Postbus 5133, 5004 EC Tilburg
tel: 013-636065



Netontstoringsfilters, een bijdrage tot EMC

Werking, constructie en toepassing

Netfilters beschermen elektronische schakelingen tegen ongewenste beïnvloeding door onbekende hoogfrequente stoorspanningen, die gesuperponeerd op de netspanning, op ieder elektriciteitsnet voorkomen (ingangsfiler), of verhinderen dat de in een apparaat opgewekte signalen (oscillatoren) zich over het net uitbreiden naar andere apparaten (uitgangsfiler). Daarmee vormt het toepassen van netfilters een niet onbelangrijk onderdeel van de maatregelen die tot EMC kunnen leiden.

Elektronici zullen bij een blik op een netfilter-schema eerder onder de indruk raken van de eenvoud dan van de complexiteit van zo'n schakeling. Wellicht is dit een reden dat soms (te) weinig aandacht wordt besteed aan de selectie van het juiste filter. Dit artikel behandelt een aantal aspecten van deze materie, die uitgebreider zal blijken dan alleen de schema's doen vermoeden.

Tot op heden schrijft de wet, althans in Nederland, alleen bindende maatregelen voor ten aanzien van de storing veroorzaakt door zgn. huishoudelijke apparatuur, elektrische handgereedschappen en fluorescentieverlichting. Ook adviseert de overheid (PTT) in sommige gevallen hoe

laag de gevoeligheidsdrempel mag liggen voor netstoringen, indien het apparaat betreft die overheidsinstellingen zoals scholen, universiteiten en ziekenhuizen zelf willen aanschaffen. Dit wil echter niet zeggen dat de problemen die storingen met zich kunnen meebrengen

gen daarom navenant klein zouden zijn. Integendeel, iedere ontwikkelaar van elektronische apparatuur zal de noodzaak van het toepassen van netfilters inzien. Afgezien van het feit dat men vroeg of laat ook zelf last zal ondervinden van netstoringen, kan men niet ongelimiteerd doorgaan met het vervuilen van de netspanning. Ook anderen moeten er immers op kunnen rekenen dat hun op de netspanning aangesloten apparatuur zonder grote problemen zal functioneren.

SYMMETRISCHE EN ASYMMETRISCHE STORINGEN

Hoogfrequente storingen vinden we in twee vormen op het elektriciteitsnet terug, en wel de zgn. *symmetrische*- en *asymmetrische* storingen.

Symmetrische stoorspanningen zijn aanwezig tussen fase en nul; asymmetrische stoorspanningen kunnen worden gemeten tussen fase en aarde en/of tussen nul en aarde (fig. 1).

Verwarrend is het in dit verband te moeten constateren dat in Engelstalige literatuur symmetrische storing als „differential mode” en asymmetrische als „common mode” wordt aangeduid.

BASISCONFIGURATIES

Fig. 2 toont een karakteristieke schakeling van een netfilter, opgebouwd uit de volgende componenten:

Vele gegevens in dit artikel zijn ontleend aan bestaande netfiltertypen van de Zwitserse fabrikant Schaffner, die ook op andere gebieden geen onbekende is in de EMC-wereld. Zo produceert dit bedrijf ook geavanceerde apparatuur voor EMP- en storingssimulatie. Bij onderlinge vergelijking van de diverse hier behandelde filtersoorten op basis van de bijbehorende dempingsspecificaties, zitten geen „addertjes onder het gras“. Dat wil zeggen: alle dempingskarakteristieken zijn onder dezelfde condities gemeten. Natuurlijk is dit niet alleen van belang bij het lezen van een verhandeling als deze. Ook bij het selecteren van een netfilter voor een specifieke toepassing dient men zich er steeds van te overtuigen dat de typen die men vergelijkt ook werkelijk vergelijkbaar zijn op grond van de meetcondities.

Om bij hoge frequenties capacitieve koppeling met storingbronnen te voorkomen, is een veelgebruikt filtertype als de FN4200-0,6/13 (fig. 3) ondergebracht in een uit één stuk diepgetrokken metalen behuizing. Om elders in dit artikel genoemde redenen, gebruikt de fabrikant in alle filtertypen gemetaliseerde papiercondensatoren, waarmee ook wordt voldaan aan de veiligheidsnormen conform VDE0565. Alle typen filters mogen een continue stroom voeren die 125% van de nominale waarde bedraagt, zonder dat noemenswaardige verhoging van de behuizingstemperatuur optreedt. Om verzadiging bij piekstromen te voorkomen, worden ferrietkernen met een hoge permeabiliteit toegepast.

Het productieproces van Schaffner-netfilters is vergaand geautomatiseerd. Niet alleen het wikkelen van de spoelen, maar ook een groot gedeelte van de assemblage vindt plaats met behulp van robots. Mechanische stabiliteit wordt bereikt door spoelen en condensatoren in een kunststofhouder te fixeren. Na de assemblage wordt de behuizing afgegoten met een vochtwerende kunsthar, door een afsluitdekseltje dat na afloop wordt dichtgesoldeerd.

Het programma van genoemde fabrikant vermeldt twee typen inbouwfilters met variator: een enkeltraps filter (FN332Z, in uitvoeringen voor resp. 1, 3 en 6 A) en een drietraps filter met zeer hoge demping (FN352Z, in uitvoeringen van 10, 20 en 30 A).

Afb. 21 toont enige speciale netfilterversies.

De tussen fase en nul aangebrachte X-condensator dempt symmetrische storingen. Tussen fase en aarde zijn de zelfinducties L1 en L2 en de condensatoren Y1 en Y2 aangebracht voor demping van asymmetrische storing.

Fig. 3 toont de dempingskarakteristiek van een dergelijk filter (Schaffner, type FN420-0,6/13) met symmetrische en asymmetrische demping. Deze dempingskarakteristiek is, zoals gebruikelijk, gegeven bij een in- en uitgangsimpedantie van 50 Ω . Het netfilter wordt in de leiding tussen net en apparaat opgenomen. Dempingskarakteristieken veranderen uiteraard bij verandering van de net- en/of belastingsimpedantie ten opzichte van de waarden waarvoor deze zijn gespecificeerd.

De bedoeling van het netfilter is een zo groot mogelijk deel van de door de storingbron geleverde energie weer naar die bron te reflecteren. Dit betekent dat aan de toestelzijde de uitgangsimpedantie zo laag mogelijk moet zijn ten opzichte van de ingangsimpedantie. In fig. 4 worden verschillende situaties toegelicht. Hierin is de

stoorbron afgebeeld als een generator met een inwendige weerstand R_i . De toestelimpedantie wordt voorgesteld door R_v , met hierover het residu van de gedempte storingsspanning U_{amk} . Indien R_i klein is ten opzichte van de toestelimpedantie R_v , kan men de demping vergroten door kunstmatige verlaging van de toestelimpedantie door parallel daaraan een condensator C te schakelen, zoals aangegeven in fig. 4a. Deze condensator vormt een reactantie

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$$

Voor $C = 0,1 \mu\text{F}$ en $f = 10 \text{ kHz}$ bedraagt de reactantie 159 Ω ; bij 1 MHz is dit 1,6 Ω . Dit verklaart waarom de symmetrische dempingscurve langzaam toeneemt met de frequentie. Doordat op deze wijze de toestelimpedantie kunstmatig is verlaagd, komt de grootste component van de storingsspanning U_{amk} over de relatief hoge netimpedantie R_i te staan, waardoor vrijwel het gehele stoorsignaal wordt gereflecteerd.

Lastiger is de situatie waarbij de inwendige weerstand R_i zeer gering is. In dat geval

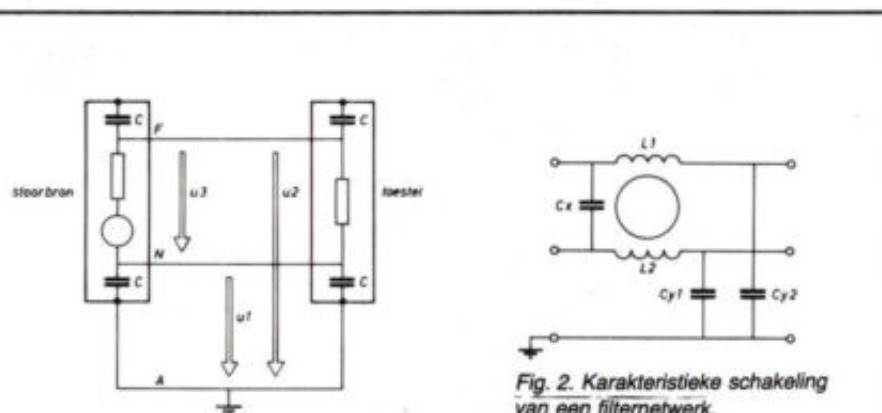


Fig. 1. Definitie van stoorspanningen. Symmetrische stoorspanningen treden op tussen fase- en nulleiding (u_1 en u_2); asymmetrische stoorspanningen treden op tussen fase en aarde en/of tussen nul en aarde (u_3 en u_4).

Fig. 2. Karakteristieke schakeling van een filternetwerk.

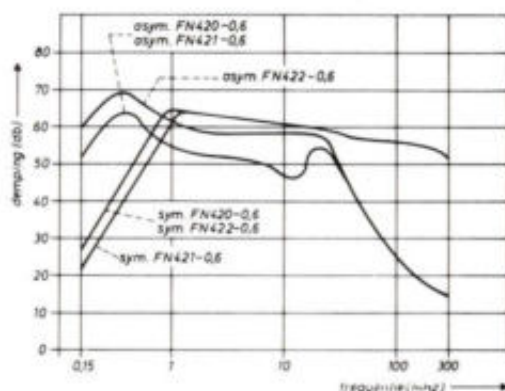
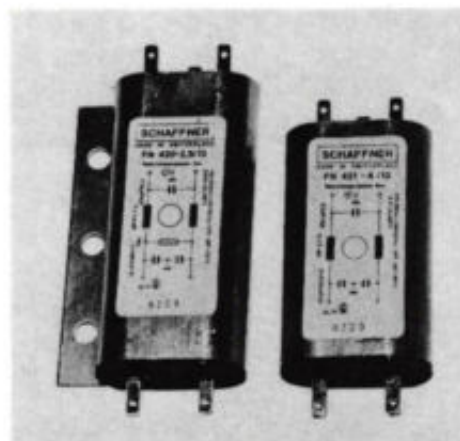


Fig. 3. Karakteristieke demping van het netfilter FN420-0,6/13 en twee uitvoeringsvormen van deze serie, die typen omvat van 0,6 ... 6,5 A.



kan deze kunstmatig worden vergroot door in de fase- en nulleiding een zelfinductie op te nemen, zoals getoond in fig. 4b. Deze zelfinductie heeft als functie van de frequentie een wisselstroomweerstand van $X_L = 2\pi fL$. Voor $L = 22,5$ mH wordt bij $f = 10$ kHz een waarde gevonden van $1,4 \Omega$; bij 1 MHz is $X_L = 141 \Omega$.

Indien L een te hoge waarde zou vereisen, zodanig dat de gelijkstroomweerstand te veel spanningsverlies introduceert (hoge stromen), past men een schakeling toe volgens fig. 4c. De zelfinductie kan dan lager worden gekozen, daar de condensator C een gunstigere verhouding geeft tussen R_i en de (schijnbare) toestelimpedantie.

Als voornamelijk asymmetrische storing aanwezig is, doordat het toestel capacitief is gekoppeld met aarde, biedt een schakeling volgens fig. 4d de beste oplossing. In deze schakeling wordt in beide leidingen de impedantie verhoogd en ontkoppeld naar aarde.

MATERIAALKEUZE EN CONSTRUCTIE

Materiaalkeuze is een belangrijk aspect bij netfilters, omdat de eigenschappen daarvan in hoge mate worden bepaald door de toegepaste materialen.

Vooral de condensatoren zijn kwetsbaar en moeten van goede kwaliteit zijn, be-

stand tegen kortstondige overspanning. Ook mag de capaciteitstolerantie niet te groot zijn, omdat men anders te veel spreiding in de demping krijgt. Uit kostprijs-overwegingen lijkt het gunstig om keramische condensatoren toe te passen. Dergelijke condensatoren kunnen echter gemakkelijk sneuvelen ten gevolge van energierijke pulsen op het elektriciteitsnet. Weliswaar is de X-condensator het meest kwetsbaar en worden de Y1- en Y2-condensatoren in enige mate beschermd door de zelfinducties $L1$ en $L2$, toch kunnen ook laatstgenoemde condensatoren defect raken. Niet alleen wordt het netfilter hierdoor onbruikbaar, maar bovendien kan men dit na inbouw in een toestel niet altijd constateren, zodat een goede filterwerking niet zeker is. Toepassing van zelfherstellende gemetalliseerde papiercondensatoren biedt een afdoende oplossing voor de geschetste problemen. Kortsluiting tussen fase en nul of fase en aarde ten gevolge van inbranden in het diëlektricum is hiermee uitgesloten.

Bij de zelfinducties speelt de gelijkstroomweerstand een belangrijke rol daar langdurige doorgang van de nominale filterstroom het filter kan opwarmen tot een huistemperatuur van zelfs 125°C . Die warmte blijft grotendeels in het filter opgesloten omdat de filtercomponenten volledig zijn ingekapseld.

Ook als men gebruik maakt van zgn. com-

bifilters (dit zijn netfilters met netentree en enkele of dubbele zekering, zie fig. 5) kan het voorkomen dat de zekering niet doorsmelt ten gevolge van een defecte voeding. De voor een netingangsschakeling toegepaste trage zekeringen smelten dikwijls pas bij 150% van de nominale stroomwaarde. Daarom is het belangrijk dat bij de dimensionering van een netfilter enige „reserve” is ingebouwd, om doorbranden te voorkomen wanneer hierdoor gedurende langere tijd een grotere dan de nominale stroom vloeit.

Beide zelfinducties, $L1$ en $L2$, dienen tegengesteld te zijn gewikkeld om het magnetisch veld van de 50 Hz toestelstroom te elimineren en verzadiging van de gemeenschappelijke ferriet ringkern te voorkomen, zie fig. 6. Belangrijk is daarom dat $L1$ en $L2$ identieke eigenschappen bezitten, hetgeen kan worden bewerkstelligd met behulp van (dure) volledig automatische wikkelmachines.

Vooral goedkope filters moet men wat dit punt betreft kritisch benaderen. In dit geval is wellicht niet geïnvesteerd in dergelijke machines, zodat het eindproduct in de praktijk met veel moeite de gespecificeerde demping in stand houdt bij de nominale stroom, laat staan bij kortstondige overbelasting.

Het voordeel van het toepassen van ferrietmaterialen ten opzichte van metalen is dat

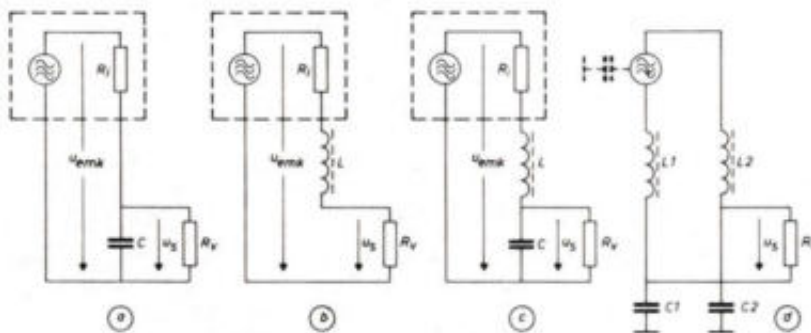


Fig. 4. Netfilter-basischakelingen.

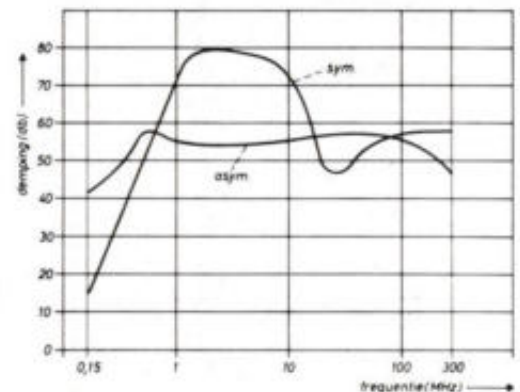


Fig. 7. Dampingcurve van FN360E/361E1/06. Door parasitaire parallelcapaciteiten van de beide zelfinducties ontstaat een resonantiepoint bij ca. 20 MHz.

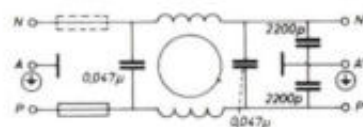
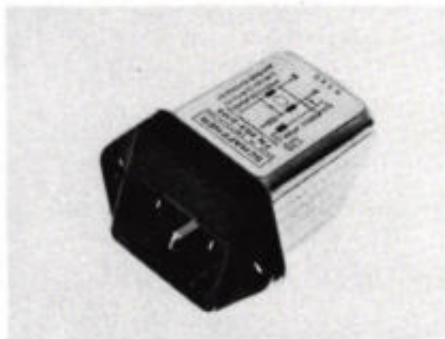
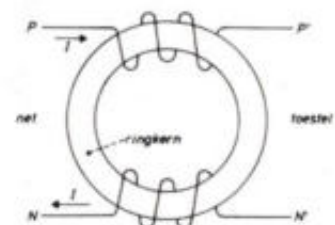
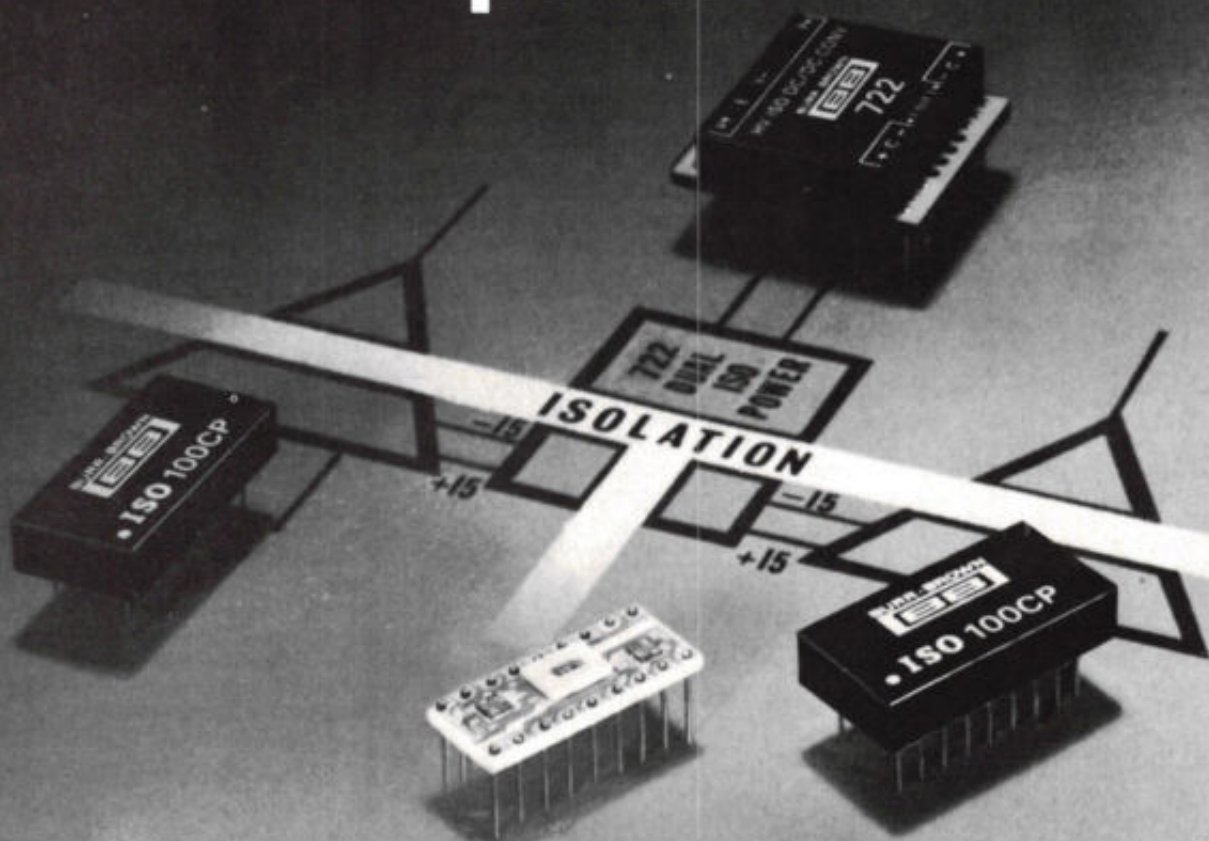


Fig. 5. Schakeling en uitvoering van een combinatiefilter (type FN360) met ingebouwde smeltzekering(en).

Fig. 6. Om het 50 Hz magnetisch veld te elimineren moeten fase- en nulspoel tegengesteld op een gemeenschappelijke ringkern worden gewikkeld.



de goedkoopste isolatie per kanaal



Wanneer u deze miniatuur (25,4 x 12,5 x 5,5 mm) isolatieversterker met zijn lage drift en grote bandbreedte (60 kHz) koppelt aan onze twee of viervoudige DC/DC omzetter, dan krijgt u isolatie tegen de allerlaagste kosten per kanaal!

De ISO 100 is een optisch gekoppelde isolatieversterker van de tweede generatie met een nieuw monolithisch IC, dat speciaal is ontwikkeld voor optisch gekoppelde isolatieversterkers. Het maakt tevens gebruik van onze populaire, in de praktijk geteste lineaire optische koppelingstechniek: optische voorwaartskoppeling voorziet in de iso-

latie en optische negatieve terugkoppeling lineairiseert de overdrachtsfunctie en maakt de versterking ongevoelig voor LED verouderingsverschijnselen. De continu toelaatbare isolatiespanning is 750 V (100% getest bij 2500 V) en de maximum lekstroom is 0,3 μ A bij 240 V/60 Hz.

ISO100's nieuwe monolithische IC geeft u conventionele bipolaire signaalverwerking, of uitzonderlijk verbeterde prestaties bij unipolair gebruik. Vergelijken met eerdere, optisch gekoppelde isolatieversterkers ontdekt u, dat bij de ISO 100 de spanningsdrift ten opzichte van de temperatuur zesmaal lager ligt bij $G=100$.

Model	Non-Linearity % (max)	Input Offset Voltage mV (min)	Input Offset Voltage Drift μ V/ $^{\circ}$ C (max)
ISO100AP	0.4	0.5	5
ISO100BP	0.1	0.3	2
ISO100CP	0.07	0.2	2

Al verkrijgbaar voor 1105,95 per stuk bij 35 stuks.

Dit nieuwe ontwerp - met belangrijke eigenschappen als verbeterde technologie, minder componenten, kleinere afmetingen en lagere prijs - geeft u grotere betrouwbaarheid en prestaties: precies wat u verwacht van de onbetwiste leider in geïsoleerde signaalbehandelingsprodukten.

Geïsoleerde DC/DC omzeters

Deze kleine, geïntegreerde DIL componenten leveren geïsoleerd vermogen (ingang naar uitgang en kanaal naar kanaal), voor uw ISO 100 toepassingen.

Model 722: dubbele DC/DC omzetter met 15 V ingangspanning; twee bipolaire uitgangen van ± 15 V, ± 40 mA elk. Continu 3500 V isolatie (8000 V test).

Model 724: viervoudige DC/DC omzetter met 15 V ingangspanning; vier bipolaire uitgangen van ± 8 V, ± 16 mA elk. Continu 1000 V isolatie (3000 V test).

Documentatie over specificaties en toepassing ligt voor u klaar; bel 020-470590.



putting technology to work for you

Burr-Brown International B.V., Postbus 7735, 1117 ZL Schiphol, Tel. (020) 470590, Telex 13024.

zelfs bij hoge frequenties geen verzadiging optreedt, zodat de zelfinductie bij die frequenties in stand blijft, wat essentieel is voor een goede demping van het storende signaal, zie de dempingscurve in fig. 7. De zelfinducties L_1 en L_2 bezitten, omdat zij vrij dicht opeen op een ringkern zijn gewikkeld, een onderlinge strooicapaciteit die de X-condensator ondersteunt bij het bereiken van de symmetrische demping. Iedere zelfinductie afzonderlijk bezit echter een parasitaire parallelcapaciteit die met de zelfinductie een resonantiekring vormt bij hogere frequenties (zie de „deuk” in de in fig. 7 gegeven dempingcurve).

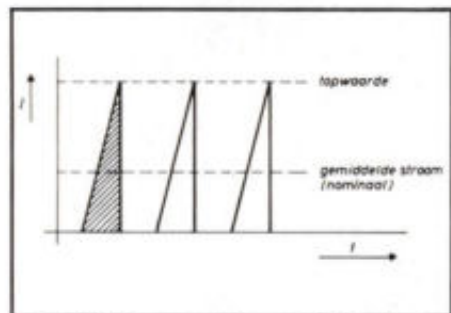


Fig. 8. Piekstroom die hoger zijn dan de nominale stroom van het netfilter kunnen verzadiging van ferrietkernen veroorzaken.

Een nadeel van ferrietmaterialen is de geringe coërcitiefkracht, waardoor het filter gemakkelijk in verzadiging kan komen bij piekstromen, hoewel de (gemiddelde) nominale stroom nog niet is bereikt (fig. 8). Zulke verzadigingsverschijnselen worden voorkomen door toepassing van ringkernen met een hoge permeabiliteit, die ook bij piekstromen nog een goede demping verzekeren. Wegens de hoge coërcitiefkracht ligt dit voor ferro-kernmaterialen anders. Een nadeel van ferro-materialen is echter dat deze bij hogere frequenties niet effectief zijn, omdat hier meer tijd is vereist om een redelijke zelfinductie op te bouwen. Weliswaar kan men ook hierbij stroomcompensatie toepassen, doch doordat dan beide zelfinducties magnetisch moeten zijn gekoppeld, bereikt men eerder een verhoogde symmetrische dan asymmetrische demping. Fig. 9. toont een uitvoering van een staafspoel met ferro-kern.

Een filter dat zowel voor lage als hoge frequenties uitstekende resultaten geeft is het recent door Schaffner ontwikkelde filter FN680 (fig. 10) dat beide kernmaterialen in zich verenigt. De ferro-kern geeft een zeer grote zelfinductie, benodigd voor het dempen van laagfrequente stoorcomponenten opgewekt door thyristorregelingen en

schakelende voedingen. De hierbij tevens opgewekte hogere harmonischen [1] worden gedempt door de ferrietsectie, zoals voorgaand omschreven. Zoals de figuur toont, geeft dit filter demping in het brede frequentiegebied van 10 kHz ... 100 MHz.

Een ander belangrijk criterium van netfilters is de mechanische stabiliteit. Om ook na trillingen en schokken (bijvoorbeeld ten gevolge van transport) de gespecificeerde dempingskarakteristiek te kunnen waarborgen, moet de fabrikant grote aandacht besteden aan de stabiliteit van de filterconstructie.

Netontstoringfilters kunnen ook met succes worden toegepast in gelijkstroomnetten, en wel met aardleiding (fig. 11a), waarbij de resultante van de heengaannde stroom door de plusleiding en de teruggaande stroom door de minleiding nul moet zijn, of ook als enkelvoudig „phi”-filter (fig. 11b).

GOEDE FILTER-AARDE

In het voorgaande is steeds stilzwijgend aangenomen dat een „goede aarding” voorhanden is. Wat is echter een „goede aarde”?

Een goede aardverbinding, zoals de

Fig. 9. Staafspoel met ferro-kern voor lage frequenties. Een verhoogde symmetrische demping wordt bereikt door magnetische koppeling van twee spoelen.

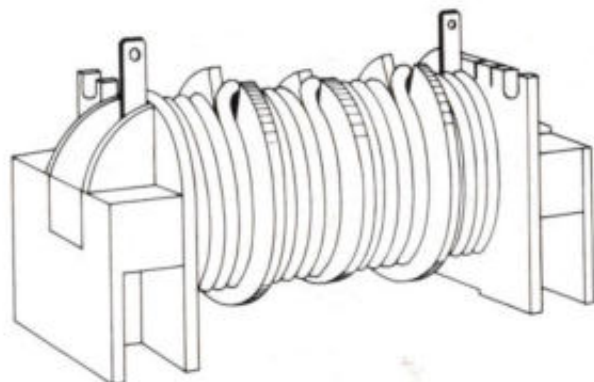
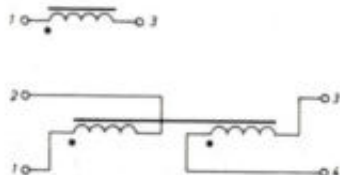
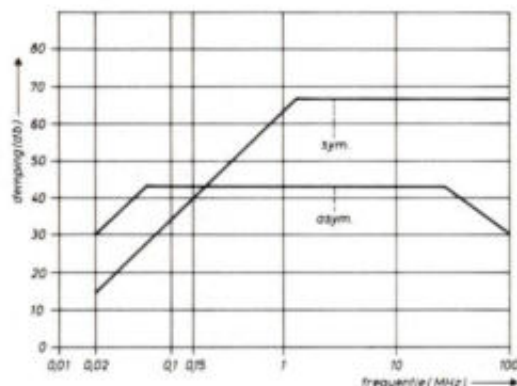


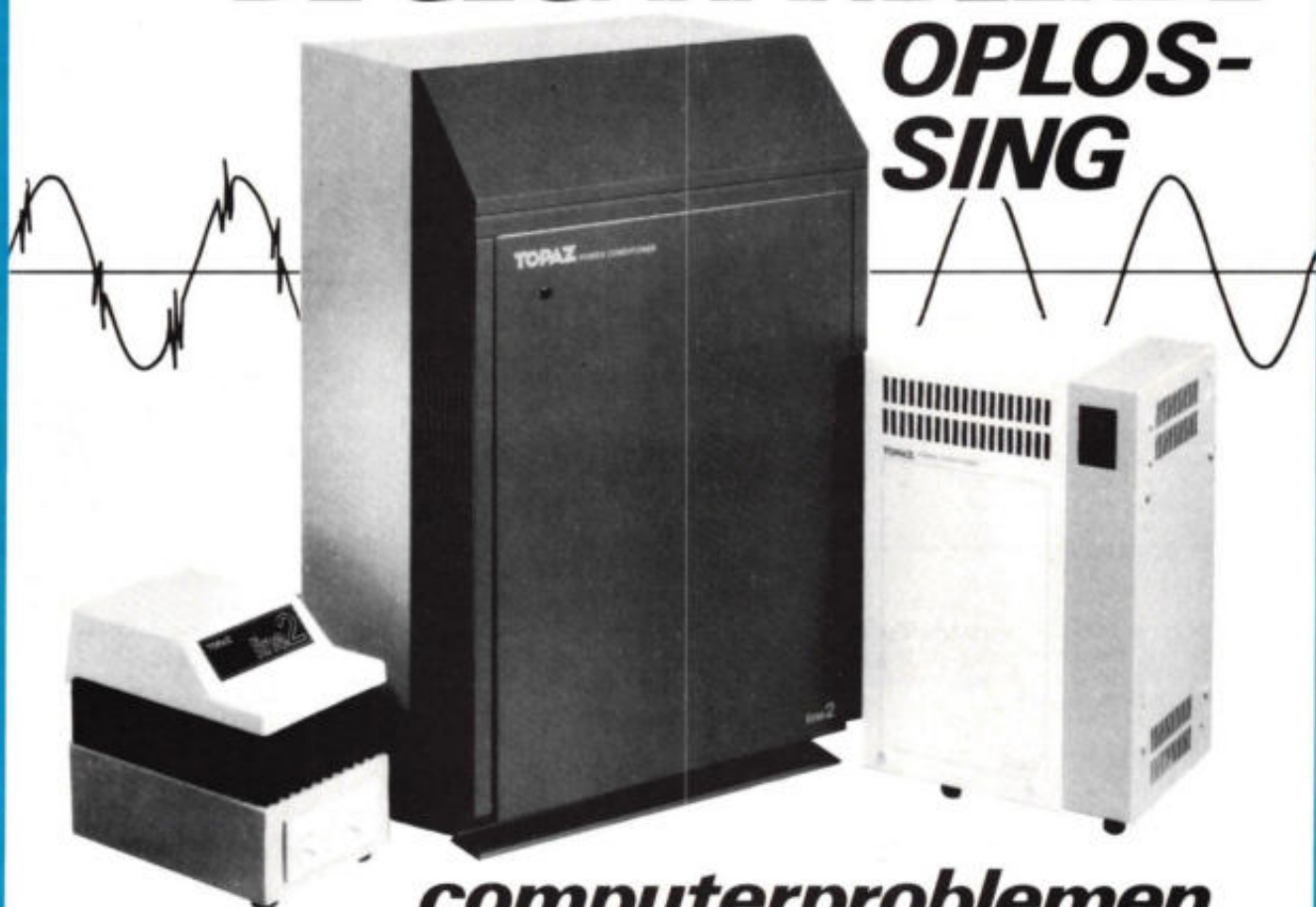
Fig. 10. Combinatie van zelfinducties met ferro- en ferrietkernen geeft een goede demping over een zeer breed frequentiegebied. Getoond zijn hier de uitvoering, schakeling en dempingskarakteristieken van het type FN680.





TOPAZ

DE GEGARANDEERDE OPLOS- SING



***computerproblemen
veroorzaakt door een slecht net?***

TOPAZ VOORKOMT DEZE!

Klaasing Electronics kan, indien U denkt last te hebben van stoorpieken of netspanningsvariaties, een netanalyse uitvoeren.

Deze analyse toont direct aan welk Topaz model U de gegarandeerde oplossing biedt.

Heeft U "last" van Uw netspanning, maak dan gebruik van deze unieke service en bel ons voor een afspraak om een netanalyse uit te voeren.



PROFESSIELE ELECTRONISCHE COMPONENTEN, MEETAPPARATUUR EN VOEDINGEN

KLAASING ELECTRONICS B.V.

BENELUXWEG 27, 4904 SJ OOSTERHOUT, HOLLAND, TEL.: 01620 - 51400, TELEX 54598

NEN1010 die omschrijft, heeft uitsluitend betrekking op de veiligheid, dus op de gelijkstroomweerstand. Helaas is een aarde-inrichting die voldoet aan de NEN1010-voorschriften nog niet per definitie een goede filter-aarde. Omdat men in de filtertechniek te maken heeft met stoorsignalen van uiteenlopende frequentie, is hier echter ook de wisselstroomweerstand een belangrijk gegeven. Een lange aardleiding die aan een zijde met de grond is verbonden kan uitstekend als antenne fungeren! Men moet er dus op bedacht zijn dat via deze aardleiding ook hoogfrequente stromen kunnen vloeien, die men, als aangegeven in fig. 12, met een aparte zelfinductie moet blokkeren tenzij men een netfilter toepast met voor dit doel ingebouwde componenten (fig. 13).

Verder moet worden bedacht dat netstoringen bij elke frequentie zowel bestaan uit een component die via geleiding aan het op het elektriciteitsnet aangesloten toestel wordt aangeboden, als uit een rond de elektriciteitsleiding optredende stralingscomponent. Deze is vooral bij hoge frequenties niet te verwaarlozen en bij een zwak net dat sterke spanningsfluctuaties vertoont kan het voorkomen dat het installeren van een filter de situatie verslechtert. In zulke gevallen dient men een zgn. *absorptiefilter* toe te passen. Dit is een netfilter dat bulk-ferrietmateriaal bevat dat de stralingsenergie verloren laat gaan door de coërcitiefkracht (fig. 14). Absorptiefilters

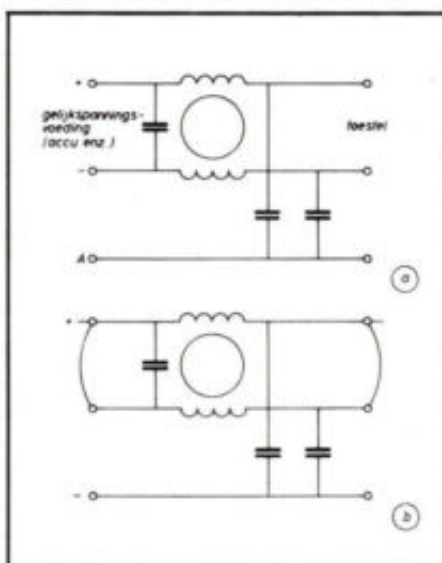


Fig. 11. Toepassing van netfilters in gelijkstroomnetten.

(a) met aardleiding
(b) zonder aardleiding

zijn aanzienlijk groter dan reflectiefilters en dienen te worden opgenomen in het netsnoer. Wegens de afmetingen, maar ook omdat tussen filter en toestel voldoende afstand moet bestaan ter vermindering van hoogfrequente instraling vanuit het stralende deel van het netsnoer, zijn absorptiefilters niet geschikt voor inbouw.

FILTERS MET VARISTOREN

Kortstondige stoorspanningen op het elektriciteitsnet kunnen hoge piekwaarden en veel problemen opleveren. Een netfilter met ingebouwde varistor (zoals getoond in fig. 15) kan deze pieken aanmerkelijk reduceren. De varistor is een spanningsafhankelijke weerstand die een groot deel van de energie van een stoorsimpuls absorbeert. Varistoren bestaan uit een composietmateriaal (zinkoxyde) dat bij plotselinge spanningsverhoging een sterke weerstandsverlaging tot gevolg heeft, zodat de weerstand vermogen opneemt en in warmte omzet. Fig. 16 geeft een voorbeeld van het effect van een varistor op het gedrag van een netfilter.

INBOUWEN VAN EEN NETFILTER

Een netfilter wordt in de netleiding van een toestel geplaatst. Hierbij worden de fase en nulleiding onderbroken en alleen de aardleiding rechtstreeks doorverbonden. Om ongewenste hoogfrequente doorkoppeling te voorkomen, dienen ingaande (netzijde) en uitgaande draden (toestelzijde) zover mogelijk uit elkaar te worden gehouden daar het filter anders weinig nut heeft, zie fig. 17.

De vanuit het net komende aarddraad wordt verbonden met de aardklem (behuizing) van het filter en vandaaruit, zoals aangegeven in fig. 18, stervormig naar andere metalen delen in het toestel (of andere toestellen) geleid.

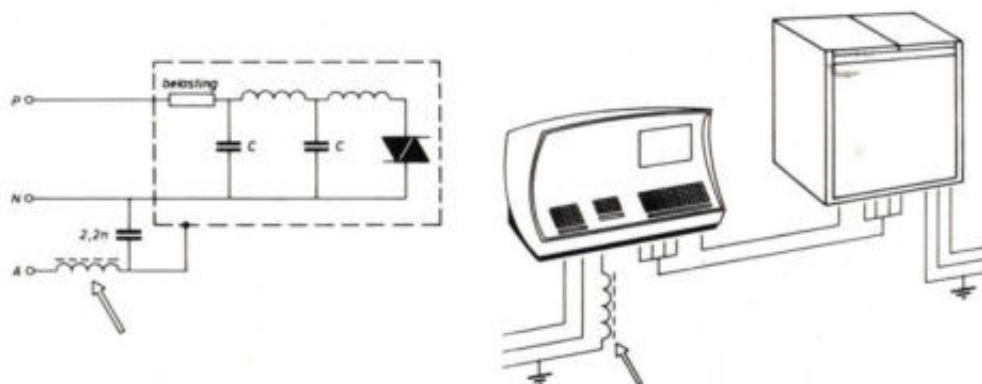


Fig. 12. Om te voorkomen dat een aardleiding kan fungeren als antenne voor in het toestel opgewekte hoogfrequente signalen, moet de aardleiding worden ontkoppeld met behulp van een afzonderlijke smoorspoel. Zulke spoelen bestaan in diverse uitvoeringen en voor een breed frequentiegebied.

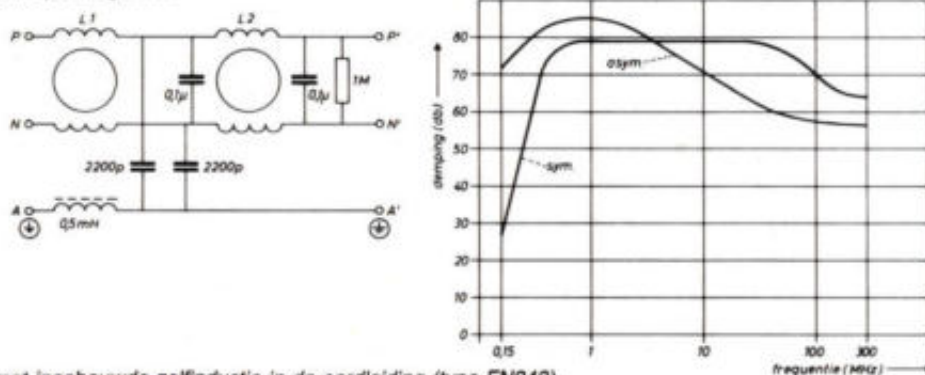


Fig. 13. Netfilter met ingebouwde zelfinductie in de aardleiding (type FN343).

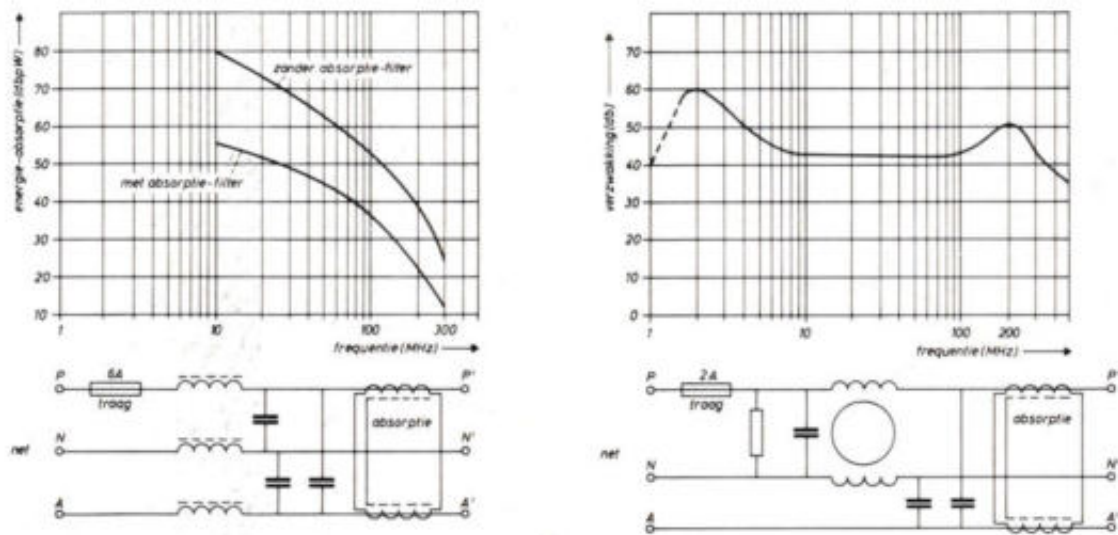


Fig. 14. Een absorptiefilter is een netfilter met bulk-ferrietmateriaal dat stralingsenergie absorbeert. Dergelijke filters zijn relatief volumineus en kunnen niet in een apparaat worden ingebouwd maar zijn bestemd voor tussenschakeling in het netsnoer. De figuur toont twee filterconfiguraties met resp. een absorptie- en een verzwakkingscurve.

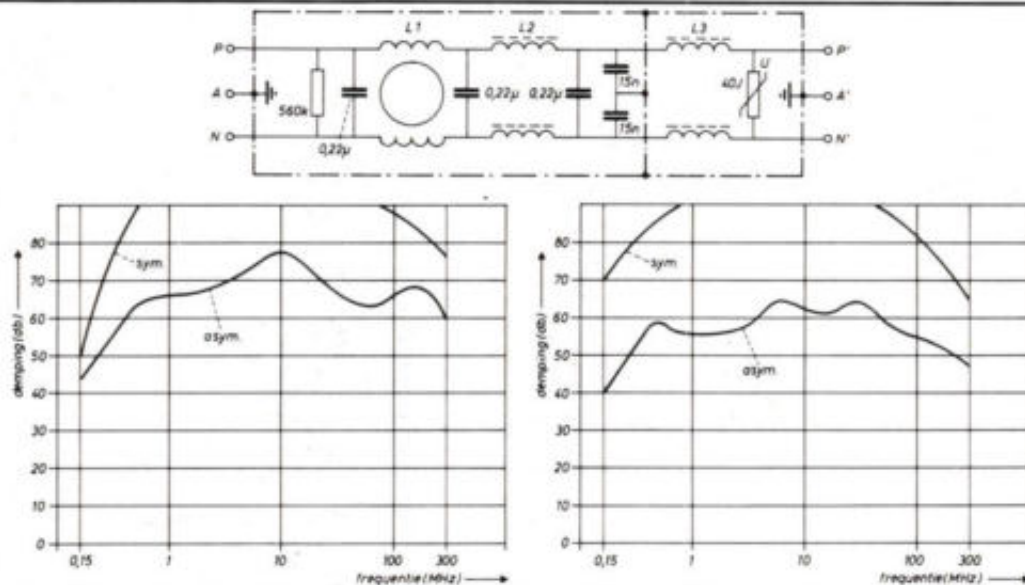


Fig. 15. Schakeling van filter met een ferro- en twee ferriet-secties (type FN352Z). Deze configuratie geeft een zeer hoge demping. De twee dempingskarakteristieken hebben betrekking op resp. de 10 A-versie (links) en de 20 A-versie. Een ingebouwde varistor begrenst spanningsimpulsen tot een topwaarde van ca. 700 V.

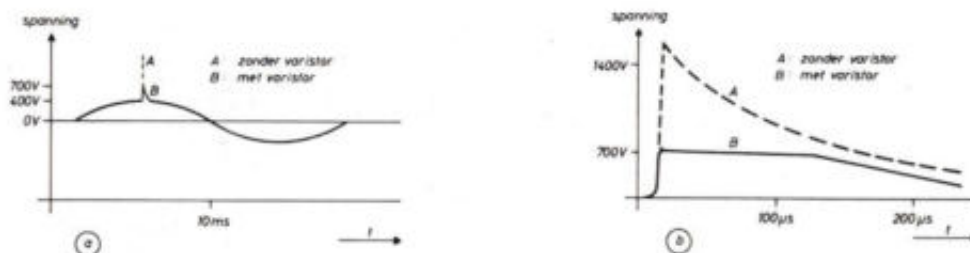


Fig. 16. Spanningsbegrenzend effect van een varistor in een netfilter.

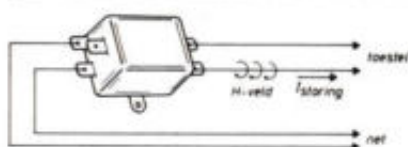


Fig. 17. Hoogfrequente koppeling bij onvoldoende afstand tussen ingangs- en uitgangsledingen van een netfilter.

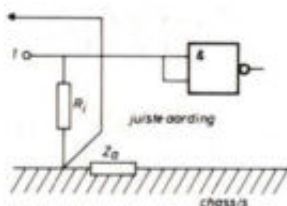
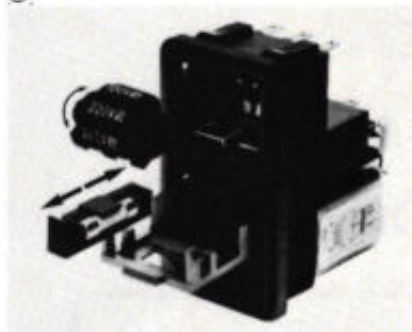


Fig. 20. Juiste aarding van schakeling volgens fig. 19.

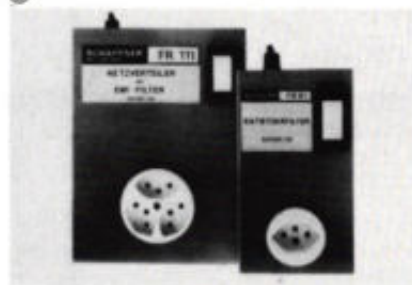
Afb. 21. Enige bijzondere uitvoering van netfilters.

- ① - Filter met ingebouwde zekering en spanningscarroussel.
- ② - Verdeelcontactdoos met EMI-filter, voor toepassing bij computerinstallaties, in laboratoria e.d.
- ③ - Contactdozen met EMI-filter en ingebouwde netschakelaar (eveneens ② verkrijgbaar in Nederlandse uitvoering).

①



②



③

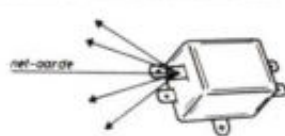


Fig. 18. Juiste aarding volgens het stervormig principe.

Doet men dit niet en neemt men op bijvoorbeeld twee punten van een chassis aftakkingen voor aarde, kan de door het storende signaal veroorzaakte hoogfrequente stroom - die door het filter via aarde naar het net wordt teruggeleid - via de impedantie Z_g tussen beide aardpunten buiten het filter om worden ingekoppeld in bijvoorbeeld ingang van een logische schakeling (fig. 19). Ook in dit geval is het filter uiteraard weinig effectief. Een betere methode geeft fig. 20.

CONCLUSIE

Zoals blijkt uit de diverse in dit artikel behandelde configuraties, is de opbouw van

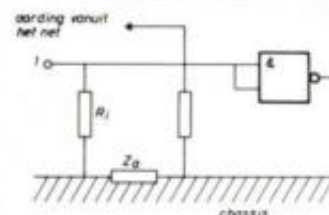


Fig. 19. Inkoppeling van stoorbron in logische schakeling door geleiding via aardimpedantie Z_g .

netontstoringen eenvoudig: een paar condensatoren en spoelen. Gepoogd is om duidelijk te maken dat de juiste toepassing van zulke filters daarentegen minder simpel is en daarom deskundigheid vereist. Een verstandige keuze van een netfilter kan veel problemen voorkomen en moeite besparen.

Int.: Rodelco Electronics BV, Postbus 296, 2280 AG Rijswijk (ZH), (070) 995750.

Literatuur

- [1] Ir. J. Wieberdink: „Harmonischen bij fase-aansluiting“, Elektronica 84/1, p.21 ... 27.

DUGRAS DUGRAS DUGRAS

Gedrukte bedrading

(professioneel)

Van de eenvoudigste enkelzijdige tot de meest ingewikkelde dubbelzijdige

DOORGEMETALISEERDE prints.

Snelle levering, gunstige prijzen. Ideaal voor uw proefprint.



DUGRAS BV

Postbus nr. 32 tel. 03429 - 20 23
3780 BA VOORTHUIZEN (Gld.)

DUGRAS DUGRAS DUGRAS

**Das
runde
Elektronik
Programm**
Jetzt im neuen kostenlosen
Elektronik-Spezial-
katalog!

• Meßtechnik • Bauteile • Funk
• HiFi • Modellbau • Bausätze
• Industrie-Restposten • Schlägerangebote
Das alles und mehr im 28 000-Artikel-
Elektronik-Spezialkatalog
kostenlosen Spezialkatalog anfordern!

**CONRAD
ELECTRONIC**

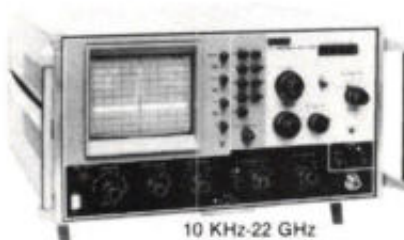
D-8452 Hirschau Fach 694

DE SPECIALISTEN OP HET GEBIED VAN
EMI RFI EMC ESD EMP

Ailtech INSTRUMENTS



- EMI meetontvangers
- meet volgens Mil-STD, CISPR, VDE en ANSI
- Tracking Preselector > 500 kHz
- Computer gestuurd EMI systeem beschikbaar



- Spectrum Analyzers
- Digitaal scherm
- Hoge gevoeligheid
- Groot dynamisch bereik
- IEEE Adapter en Tracking Generator beschikbaar



- Breedband versterkers
- Klasse A
- Volledig beveiligd.
- 10 W - 20 W - 50 W - 200 W
- Computer gestuurd EMS-systeem beschikbaar

DWCI

DON WHITE CONSULTANTS INC.

THE INTERFERENCE CONTROL EXPERTS

- Trainingen (in-house)
- Consulting
- Handbooks
- Computer programs
- EMC Technology Magazine

- Vraag via deze bon een proefexemplaar EMCT Magazine (zolang de voorraad strekt)

Gaarne nadere informatie over

- ☐ AILTECH Instruments
- ☐ DWCI
- ☐ EMC Technology magazine

Firma : _____

Naam : _____

Adres : _____

Plaats : _____

Tel. : _____

Sturen naar:

EATON Advanced Electronics

EATON Corporation
AILTECH-HOLLAND
Aalsmeerderweg 543
1437 EG Rozenburg N-H
Tel. 02977-29376 Telex 18399

Ultra-isolator onderdrukt netstoringen

Het probleemloos functioneren van moderne, gevoelige apparatuur hangt voor een belangrijk deel af van een stabiele en schone netspanning. Stoorpieken op de netspanning, spanningsfluctuaties en dergelijke maken de netspanning vaak ongeschikt voor gevoelige systemen. Netstoringen kunnen grote problemen veroorzaken in computerschakelingen, met als gevolg geheugen-, hardware- en softwarefouten, waardoor het systeem een aantal uren onbruikbaar kan zijn.

Computersystemen zijn onder meer gevoelig voor:

- Transiënten op het net, veroorzaakt door interferentie van bronnen, zoals invloed van het schakelen op het openbare lichtnet, de toenemende mate van vervuiling door allerlei apparatuur zoals liften, kopieermachines, lichtdimmers enz. en niet te vergeten bliksemontlading.
- Onder- of overspanning veroorzaakt door het aan- of afschakelen van zware belastingen.
- Totale netuitval.

Ca. 90% van de netstoringen wordt veroorzaakt door transiënten. Deze netspanningsvervuiling komt in twee vormen voor, nl. als asymmetrische (common mode) storing en als symmetrische (differential mode) storing.

Asymmetrische storing manifesteert zich als een stoorspanningsbron tussen de stroomgeleiders en aarde, terwijl symmetrische storing optreedt tussen de stroomgeleiders onderling (fig. 1).

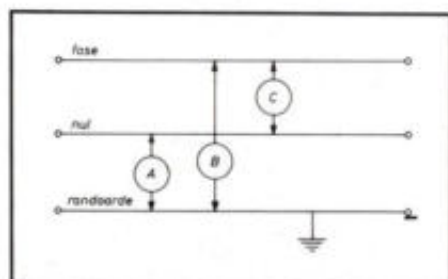


Fig. 1. A en B zijn asymmetrische bronnen, C is een symmetrische bron.

In een transformator worden twee of meer galvanisch gescheiden stroomketens met elkaar verbonden door een magnetisch veld. De transformator zet wisselstroom of -spanning van de ene keten over naar de andere, bij dezelfde frequentie, maar meestal met een verschillende amplitude. Ongelukkerwijs worden samen met de stroom- of spanningstransformatie ook ongewenste signalen overgezet, zoals spanningspieken en ruis op het net (fig. 2). Sommige isolatietransformatoren zijn zo ontworpen, dat de ongewenste signalen worden onderdrukt. Deze verzwakking

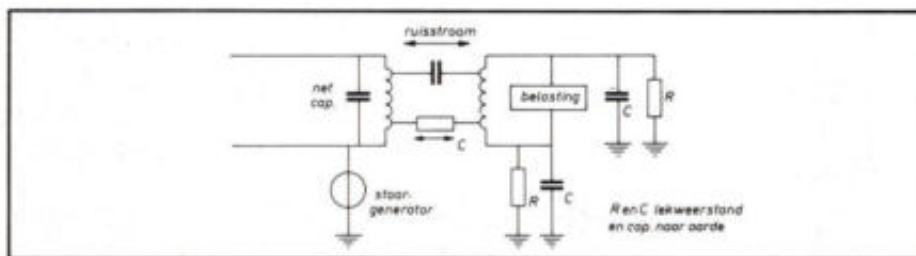
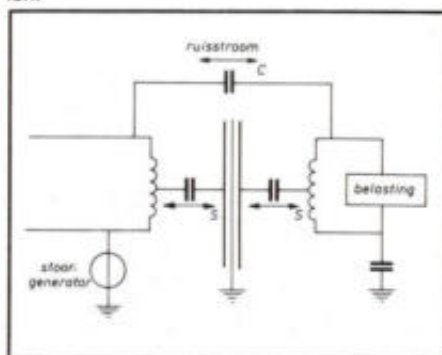


Fig. 2. Tegelijk met de vermogensoverdracht, gaan ruis, impulsen enz. van primair naar secundair en andersom.

wordt bereikt door de primaire en secundaire spoelen van elkaar te scheiden. Deze vorm van isolatie kan afdoende zijn in niet-kritische toepassingen.

Wanneer een transformator wordt toegepast bij kritische schakelingen zoals in instrumentatie-, dataverwerking- en communicatiesystemen, dan moet de storing in het primaire circuit wel degelijk in acht wor-

Fig. 3. Geringere interwikkelingcapaciteit door scheiding van primaire en secundaire spoelen.



den genomen. Het achterwege laten van een goede storingsonderdrukking heeft hier een slecht en onbetrouwbaar werkend systeem tot gevolg.

De technologie om de gewenste isolatie, een blokkering van de primaire ruis door een zo klein mogelijke koppelcapaciteit, te verkrijgen kan in 4 fasen als volgt worden bereikt.

1. Scheiding van primaire en secundaire spoelen

Fysieke scheiding van de primaire en secundaire spoel, door deze in geen geval over elkaar te wikkelen, geeft een veel kleinere capaciteits koppeling. Deze scheiding geeft een verzwakking van de ongewenste signalen, maar ook een verlaging van rendement, zodat deze methode zijn beperkingen heeft (fig. 3).

2. Faraday-scherm

Een geaarde wikkeling van een geleidende folie tussen de transformatorspoelen geeft een goede geleiding naar aarde voor het merendeel van de ongewenste stoorsignalen. De nog steeds aanwezige capaciteits koppeling zorgt echter nog voor te veel ruis van primaire naar secundaire zijde. Dit geeft dus nog niet de verzwakking zoals die wordt beoogt (fig. 4).

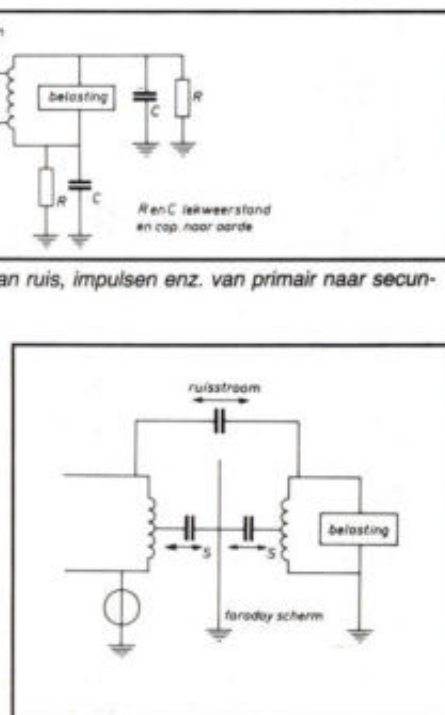


Fig. 4. D.m.v. een Faraday-scherm wordt de ruis naar aarde geleid.

3. Het doosscherm

Een scherm in doosvorm omsluit nu de primaire winding. Dit scherm doet dienst als aardgeleider voor de ruis in het primaire circuit, met als voordeel een veel kleinere capaciteit tussen primaire en secundaire spoel, dan in het geval van een Faraday-scherm (fig. 5).

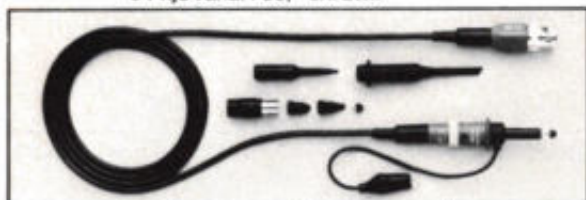


Nooit meer nieuwe meetprobes nodig!

Meetprobe defekt? Dure grap. Tenzij u de unieke Coline modulair opgebouwde meetprobes aanschaft.

Mochten die ooit defekt raken dan kunt u door slechts een onderdelen set te bestellen de probes gemakkelijk repareren. Bespaart u veel geld en ergernis!

- Onderdelen sets uit voorraad leverbaar.
- Prijs vanaf f 65,- ex. btw.



Modulaire oscilloscoop probes:

M15 x 10 HF probe, M12 x 1 probe, M12 x 10 probe, M12 SW omschakelbaar x 1 / x 10 probe, RF detector probe, M15 x 100 probe. Voor Tek, HP en Philips zijn specifieke pin-probes leverbaar.

Fixed Lead oscilloscoop probes:

1P20 x 1, P100 x 10, SP100 omschakelbaar x 1 / x 10 probe

Hoogspanningsprobe:

HV 40 BNC voor oscilloskopen, digitale multi-meters, etc. (40 kV/DC)

Logic analyzer probe:

LG 3 passieve miniatuur probe.

BNC-accessoires:

BNC / BNC meetkabels, 50 Ω flying leads BNC-shunt, BNC-verzwakkers (ook omschakelbaar)



Bang & Olufsen

Measuring instruments division

Koninginneweg 54, 1241 CV Kortenhoef.

Interesse? Bel voor documentatie en prijzen: 035 - 618 24

UNRAVEL THE
SECRET OF

EMI/EMP

Habia
CABLE FOR HIGH TECHNOLOGY

HABIA BENELUX B.V.
P.O. BOX 3467-4800 DL BREDA(NL)
TEL: 076-416400-TELEX: 54262
P.O. BOX 52-3030 HEVERLEE(B)

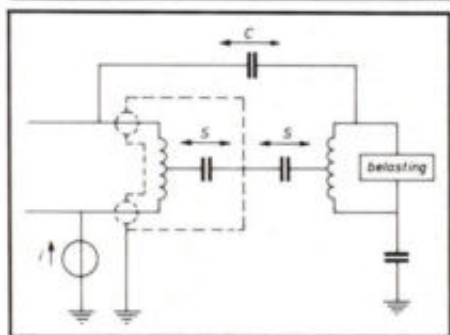


Fig. 5. De interwikkelingcapaciteit belangrijk verlaagd d.m.v. het doos scherm.

sche storingen, doordat, zoals hiervoor is beschreven, diverse schermen worden toegepast. Elk scherm werkt als condensator, capaciteiten in serie geven een toenemende impedantie in het „common mode” signaalcircuit. Een juiste elektrische verbinding van deze schermen resulteert in een onderdrukking van ongewenste signalen beter dan 140 dB, wat betekent dat ze 10 miljoen maal zijn verzwakt.

ONDERDRUKKING VAN SYMMETRISCHE STORING

Normal mode storingsonderdrukking is relatief moeilijker dan common mode onder-

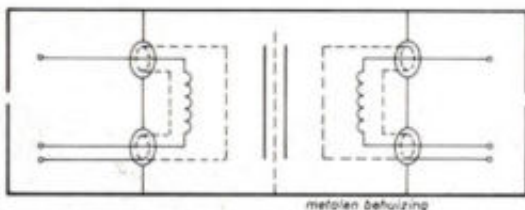


Fig. 6. Ultra Isolatie.

4. De ultra-isolator

Een optimale isolator moet zowel ingaande als uitgaande stoorsignalen onderdrukken over een breed frequentiegebied. Een doos scherm, zowel primair als secundair, een faradayscherm en een scheiding van primaire en secundaire wikkeling met een metalen behuizing rond het geheel, geeft deze optimale beveiliging tegen stoorsignalen. Bovendien werkt deze ultra-isolator in twee richtingen. Computers en andere elektronische apparaten zijn soms zelf vervuilers van het net en hebben dan een ongunstige invloed op randapparatuur, welke op dezelfde spanning is aangesloten. Ook dit wordt voorkomen door de ultra-isolator (fig. 6).

ONDERDRUKKING VAN ASYMMETRISCHE STORING

De ultra-isolator onderdrukt asymmetri-

drukking. De sleutel tot deze signaalonderdrukking ligt in het maken van onderscheid tussen het overgedragen vermogen en de ruis, om vervolgens de ruis te reduceren.

De ultra-isolatietransformator differentieert vermogen en ruis door het onderscheid in de frequenties. Het vermogen wordt bij de nominale frequentie aan de belasting geleverd, alle hogere en lagere frequenties worden door de ultra-isolatietransformator verzwakt. Subharmonischen van de netfrequentie worden verzwakt doordat de ultra-isolator een relatief hoge fluxdichtheid heeft. Boven de nominale frequentie worden stoorieken onderdrukt vanwege „lek-inducties”, waarbij een optimale vermogensoverdracht blijft gehandhaafd. Wanneer een ultra-isolator in combinatie met een gelijkspanningsstabilisatieschakeling wordt gebruikt, is het dit stabilisatiegedeel-

te dat effectief is in de verzwakking van laagfrequent symmetrische signalen. De gestippelde karakteristiek van fig.7 toont het verband tussen de onderdrukking van symmetrische storing door zowel de ultra-isolator als de gelijkspanningsstabilisator en de resultaten van die twee. Tevens geeft deze figuur het verschil tussen de verzwakking met en zonder capaciteit aan de secundaire wikkeling. Deze combinatie geeft dus minimaal 60 dB verzwakking aan laagfrequent symmetrische signalen.

ULTRA-ISOLATIETRANSFORMATOREN VERSUS FILTERS

De meeste computersystemen zijn voorzien van filters. Deze RFI-filters (laagdoorlaatfilters) beginnen pas goed te verzwakken bij frequenties boven de 50 kHz en hebben dus geen invloed op oscillatie- en uitslingeringsverschijnselen in de band van 400...5000 Hz. Pieken in het gebied van 10 kHz...100 kHz worden wel verzwakt. Ultra-isolatoren onderdrukken al deze storingen beter dan 60 dB.

VEILIGHEID

Omdat steeds meer apparaten direct op het lichtnet werken, is vanuit veiligheidsoogpunt een galvanische scheiding tussen apparatuur en net belangrijk. De ultra-isolatietransformator geeft die veiligheid, terwijl een RFI-filter geen galvanische scheiding heeft.



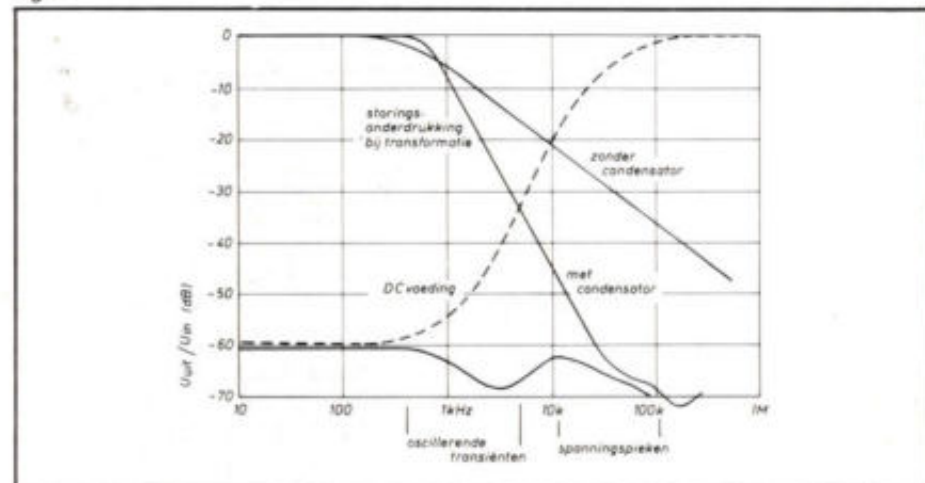
Een Topaz „power conditioner” met ultra-isolatietransformator.

VERZWAKKING VAN SYMMETRISCHE EN ASYMMETRISCHE SIGNALEN

Netfilters zijn in hoofdzaak ontworpen om asymmetrische signalen te reduceren door deze af te leiden naar aarde en doen weinig aan de onderdrukking van symmetrische storingen. De invloed van ultra-isolatie op de asymmetrische en symmetrische signalen is vanwege de beschreven voorzieningen superieur aan die van filters, speciaal bij frequenties tot 50 kHz.

Om systemen te beveiligen tegen netspanningsvariaties en totale netuitval is andere apparatuur nodig. Omdat, zoals gezegd aan het begin van dit artikel, 90% van de netstoring wordt veroorzaakt door transiënten, is dit soort apparatuur – zeker in Nederland – veel minder noodzakelijk dan ultra-isolatie.

Fig. 7.





HARRIS
SEMICONDUCTOR
PRODUCTS DIVISION
A DIVISION OF HARRIS CORPORATION



Analoog Spectrum

HI-DAC 16 - 16 Bit DAC

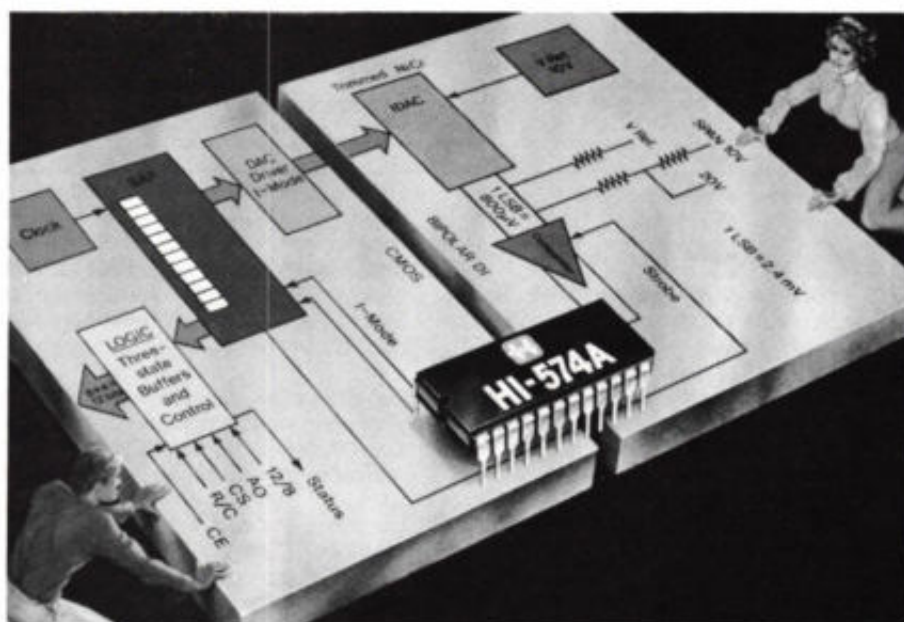
met ongekeerde monolitische lineariteit en stabiliteit.

HI-5680

's Werelds eerste volledig monolitische **DAC 80.**

HI-574A - 12 Bit ADC

- Max. conversietijd 25 μ sec.
- Volledig 8, 12 en 16 Bit μ P bus compatibel
- Bus toegangstijd 150 nsec.
- Superieur aan de AD 574 A door combinatie van bipolaire D.I. en geavanceerde CMOS technieken.



HA-5033 - zeer snelle video buffer

- **250 Mhz** klein signaal bandbreedte en 80 Mhz groot signaal bandbreedte
- 1000 V/ μ sec. slewrate en 1 nsec. propagation delay
- Continue uitgangsstroomcapaciteit van ± 100 mA

HA-5320 - 12 Bit sample/hold amplifier

nauwkeurige **S/H** met 1 μ sec. acquisitietijd voor een 10 Volt signaal.

HI-50 XL serie gelatchte multiplexers

Nieuwe 8 en 16 kanaals multiplexers met ingangsoverspanningsbeveiliging en voorzien van latches in de adresingangen (HI-506L, 507L, 508L en 509L)

Harris, natuurlijk in het leveringspakket van Techmation Electronics

TECHMATION
ELECTRONICS B.V.

Techmation Electronics bv
Postbus 9, 4175 ZG Haaften
Tel.: 04189-2222

Terminologie van EMC

Afkortingen, begrippen en eenheden

Zoals vrijwel elke discipline, kent ook het EMC-vak een groot aantal begrippen die vaak gemakshalve worden afgekort. Veel van zulke afkortingen, al dan niet nader omschreven, kan men in de diverse artikelen in dit themanummer aantreffen. Ter ondersteuning en als zelfstandige referentie volgt onderstaand een samenvattende verklaring van een aantal belangrijke basisbegrippen alsmede afkortingen van enkele organisaties en instanties die zich bezighouden met het formuleren van aanbevelingen, richtlijnen en wetten inzake EMC, dan wel zijn belast met de controle op de naleving van zulke wetten. Ook wordt beknopt ingegaan op het gebruik van dB's en eenheden in dit vakgebied.

1. Afkortingen en basisbegrippen

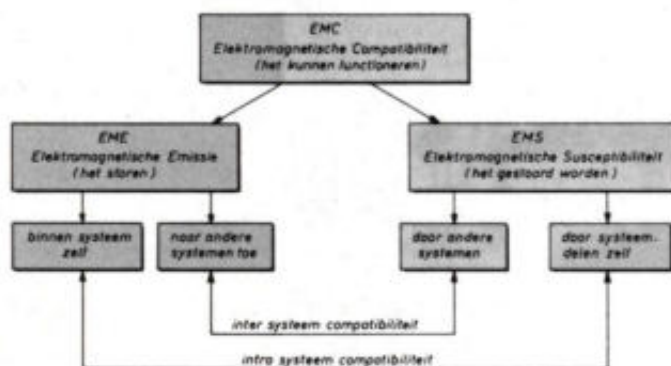


Fig. 1.

1.1. EMC/EMV (fig. 1)

Volgens IEC (zie punt 3.1) is *Elektromagnetische Compatibiliteit, EMC*, het vermogen van een systeem om in zijn elektromagnetische milieu bevredigend te kunnen functioneren, zonder daarbij onverdragelijke verstoringen te veroorzaken in dat milieu of in andere systemen daarin.

Teneinde voor een systeem EMC-specificaties te kunnen opstellen, voegt men in de industrie vaak het volgende aan deze definitie toe:

- „vooraf gegeven”, bij *elektromagnetisch milieu*, en
- „afgesproken veiligheidsmarge” bij be-

vredegend functioneren.

Zie hierover het artikel „EMC en Industrie”, elders in dit nummer. In het Duits spreekt men van *Elektro-Magnetische Verträglichkeit, EMV*. In het Nederlands zou men kunnen zeggen *Elektromagnetische Verenigbaarheid*.

1.2. EMI

Volgens IEC (zie punt 3.1) is *Elektromagnetische Interferentie, EMI*, het aantasten van het bevredigend functioneren van een systeem als gevolg van een elektromagnetische verstoring.

EMI is er dus als er geen EMC is; EMI heeft betrekking op het storen *plus* het gestoord

worden. In de praktijk heeft men het nog al eens over EMI terwijl EME (zie punt 1.3) wordt bedoeld. Iets dergelijks geldt ook bij RFI (zie punt 1.5).

1.3. EME (fig. 1)

Elektromagnetische Emissie, EME: het produceren van elektromagnetische signalen, zowel via geleiders die met een systeem verbonden zijn als via straling. In deze context gaat het steeds om signalen die door andere systemen als storend kunnen worden ervaren.

1.4. EMS (fig. 1)

Elektromagnetische Susceptibiliteit, EMS: het onvermogen van een systeem een elektromagnetische verstoring te weerstaan. Evenals bij EME wordt ook hier onderscheid gemaakt tussen „via geleiding” en „via straling”.

Susceptibiliteit is te vertalen door *vatbaarheid of gevoeligheid*. Het gebruik van het woord „vatbaarheid” is te prefereren omdat het duidelijker een ongewenste eigenschap aangeeft. „Gevoeligheid” kan tot verwarring leiden daar grote systeemgevoeligheid vaak een gewenste eigenschap is. Zie ook punt 2.

1.5. RFI, RCD

Radiofrequente Interferentie, RFI, is een deelgebied van EMI dat specifiek betrekking heeft op radiocommunicatie (inclusief omroep). Het heeft evenals EMI zowel aspecten met betrekking tot het produceren van storingen als het vatbaar zijn voor storingen. In het algemeen waakt de PTT-organisatie van een land over dit deelgebied. In Nederland is dat de *Radio Controle Dienst, RCD*, van de PTT. De RCD bespreekt samen met de industrie over limitering van het aantal RFI-problemen, hetgeen kan bijdragen tot CISPR-aanbevelingen (zie punt 3.2) of de inhoud van een wettelijk voorschrift. De RCD waakt over de naleving van wettelijke voorschriften op het gebied van RFI.

2. Susceptibiliteit/Immuneiteit

De begrippen susceptibiliteit en immuneiteit geven in discussies nog wel eens aanleiding tot verwarring. De betekenis van *susceptibiliteit* (vatbaarheid) is aangegeven in punt 1.4 bij EMS. *Immuneiteit* is te definiëren als: „Het vermogen van een systeem om elektromagnetische storingen te kunnen weerstaan”. Van belang is dat men beseft dat susceptibiliteit een *basiseigenschap* van een systeem is: er is altijd wel een signaal te vinden dat in staat is het systeem te verstoren. De immuneiteit geeft dan aan hoe groot een dergelijk signaal mag zijn alvorens dat probleem optreedt. In het algemeen wordt immuneiteit bereikt door het nemen van maatregelen op basis van gespecificeerde eisen.

In de standaardisatie-organisaties bestaat

Introductie van de Tek 336: De nieuwste digitale uitbreiding van Tek's lange lijn van draagbare storage oscilloscopen.



Alleen Tektronix biedt u zoveel kwaliteit en zo'n verscheidenheid aan technologieën in storage oscilloscopen. Nooit tevoren ook zijn zoveel mogelijkheden in zo'n klein instrument ondergebracht als in de nieuwe digitale Tek 336: digitaliseren met een snelheid van 1 megasample/sec, bandbreedtes van 50MHz real-time en 50MHz equivalent time sampling. U kunt signalen middelen en automatisch minimum en maximum waarden bepalen in een envelop modus. Cursors en signaalverwerking staan tot uw dienst voor directe, digitale uitlezing. Alles met simpele druk-op-de-knop technieken en gestuurd door menu's.

U kunt twee signalen vasthouden, zelfs wanneer het instrument wordt uitgeschakeld. Een 18 signalen grote storage capaciteit kan daaraan als optie worden toegevoegd, evenals een IEEE-488 interface.

Kies zelf wat u nodig heeft uit Tek's lange lijn van storage portables: de nieuwe 50MHz 336 (5 kg), de snelle (3000 div/ps) 100MHz 466, de 25MHz 434 met gedeeld scherm, de 10MHz dual-trace 314 of de batterij-gevoede ultra-portable (1,7 kg) 500 kHz 214. Daarnaast is er uiteraard nog het uitgebreide programma storage instrumenten in de Tektronix 5000/7000 Serie.

Ontdek de veelzijdige storage mogelijkheden die Tektronix u voor uw specifieke toepassingen kan bieden. Vrijblijvende documentatie over de 336 en andere storage oscilloscopen ligt voor u klaar.

Bel 02968-1456 of stuur een briefje in een open ongefrankeerde envelop naar:
Tektronix Holland N.V.,
Antwoordnummer 8538,
1160 VC Badhoevedorp.

de tendens het woord susceptibiliteit (dat vooral bij MIL-STD's, zie punt 3.5, wordt gehanteerd) te verbannen, hetgeen op problemen stuit wegens de genoemde basis-eigenschap.

3. Organisaties en instanties

3.1. IEC/NEC/NNI/TC/WG

Het *Internationale Elektrotechnische Comité*, IEC, is een standaardisatie-organisatie op het gebied van de elektrotechniek en is gevestigd te Genève. Aan de activiteiten van IEC kan worden deelgenomen door landen met een Normalisatie-Instituut. In Nederland is dat het *Nederlands Normalisatie Instituut*, NNI.

Een onderdeel van het NNI is het *Nederlands Elektrotechnisch Comité*, NEC, waarvan de werkwijze aansluit bij die van het IEC. De activiteiten van IEC worden uitgevoerd door werkgroepen binnen de Technische Comité's (TC's). Per TC wordt een deelgebied van de elektrotechniek behandeld. Op het gebied van EMC zijn vooral belangrijk IEC/TC77 (zie punt 3.3) en IEC/CISPR (zie punt 3.2). Een aantal van de overige TC's doet ook iets aan EMC, als „bijproduct" bij hun verdere opdracht. In Nederland heeft men, overeenkomstig met IEC, het NEC77 en het NEC/CISPR.

3.2. CISPR/ Wetgeving EEG/IWM

Het *Comité International Spécial des Perturbations Radio-électrique*, CISPR, is een TC van IEC dat zich bezig houdt met RFI-problematiek. Dit TC heeft geen nummer-aanduiding omdat het buiten IEC is ontstaan (het CISPR viert in maart van dit jaar zijn 50-jarig bestaan).

De activiteiten van CISPR monden uit in „Aanbevelingen" (Recommendations), tot voor kort alleen op het gebied van limitering van emissie, maar tegenwoordig ook op het gebied van immuniteit. De aanbevelingen van CISPR kunnen door een groep landen, zoals de EEG, al dan niet met enkele aanpassingen worden overgenomen en tot wettelijke voorschriften worden verheven. Op die manier zijn binnen de EEG wettelijke voorschriften gekomen ter limitering van de stoorsproductie door automobielen, huishoudelijke apparaten en draagbaar gereedschap en limieten voor de demping van storing van fluorescentielampen door hun armaturen. In discussie zijn wetten met betrekking tot radio- en TV-apparatuur en de zgn. IWM-apparatuur (Engels: ISM), waarbij IWM de afkorting is van *Industrieel, Wetenschappelijk en Medisch*. Hieronder vallen bijvoorbeeld: hoogfrequent-apparatuur voor industriële verwarming en diathermie-apparatuur, maar ook schakelende voedingen.

3.3. IEC/TC77

Technisch Comité 77 van IEC houdt zich

bezig met EMC van systemen (zowel huishoudelijke als industriële), inclusief de netwerken (zoals het 220 V-net) daartussen, maar sluit het gebied van RFI uit (dit is voor CISPR). IEC/TC77 geeft ondermeer richtlijnen voor de limitering van harmonischen van de netfrequenties (bijvoorbeeld die, welke worden veroorzaakt door de gelijkrichters in TV's) en van spanningsfluctuaties in het net (bijvoorbeeld die welke veroorzaakt worden door een groot huishoudelijk apparaat zoals een wasmachine).

3.4. VDE/FTZ/Amtsblatt/Verfügung

Het *Verband Deutscher Elektroniker*, VDE, is een organisatie die in West-Duitsland ondermeer normen opstelt op deelgebieden van de elektrotechniek. Zo ook op het gebied van RFI en EMC. Als zodanig zijn VDE-normen geen wettelijk voorschrift (wat vaak wel gedacht wordt). De wettelijke voorschriften komen van de Bondsregering, worden gepubliceerd in een *Amtsblatt* (een soort Staatscourant) en zijn vervat in een zgn. *Verfügung* (beschikking), die van

een nummer is voorzien. Het technische gedeelte van de *Verfügung* wordt verzorgd en gecontroleerd door het *Fernmelde Technisches Zentralamt*, FTZ, te vergelijken met onze RCD. Vaak wordt in dat technische deel voor details verwezen naar VDE-normen.

3.5. FCC/FDA/MIL.STD

De afkortingen FCC, FDA en MIL.STD hebben te maken met RFI-en EMC-activiteiten in de Verenigde Staten. De *Federal Communications Commission*, FCC, houdt zich bezig met RFI. De activiteiten van FCC zijn vergelijkbaar met de eerder beschreven werkzaamheden van RCD en FTZ. De *Food and Drugs Administration*, FDA, houdt zich ondermeer bezig met het opstellen van EMC-specificaties voor medische apparatuur. Militaire EMC-specificaties zijn te vinden in de militaire standaarden, MIL.STD, zowel op het gebied van EME als EMS. In de burgersector worden MIL.STD's vaak gebruikt als richtlijn voor eigen specificaties.

4. Het gebruik van dB's; eenheden

In het EMC-vakgebied worden veel grootheden in dB uitgedrukt. Niet alleen wegens het gemak bij verder rekenen, maar ook omdat vaak signalen met zeer grote amplitude en zeer kleine amplitude tegelijkertijd bij dezelfde frequentie kunnen voorkomen: verhoudingen worden dan verschillen in dB. Hieronder geldt voor een grootheid X uitgedrukt in de eenheid y steeds:

$$X \text{ (dBy)} = 20 \log X(y).$$

Voor de eenheid y zijn daarbij bepaalde gewoonten ontstaan, mede door de invloed van overheidsvoorschriften. Deze definitie vertoont grote gelijkenis met de oorspronkelijke definitie van de decibel, doch is hieraan niet gelijk. Men kan terecht volhouden dat hier sprake is van oneigenlijk gebruik van de dB en dat door bovenstaande definitie alleen maar op een afgesproken manier logaritmisches wordt gerekend. Enkele voorbeelden:

a. Stoorspanning u_s (dB μ V)

De stoorspanning u_s wordt dus eerst uitgedrukt in de eenheid μ V, daarna wordt de tien-logaritme genomen en de uitkomst vermenigvuldigd met 20. Getallenvoorbeeld: 120 dB μ V komt overeen met 1 V.

b. Veldsterkte E (dB μ V/m)

De uitleg van dB μ V/m verloopt als bij (a). Getallenvoorbeeld: 34 dB μ V/m (de veldsterkte die een home-computer in de FM-band op 10 meter afstand gemeten mag produceren) komt overeen met 50 μ V/m. De E duidt hier op de elektrische veldsterkte. Bij frequenties lager dan 30 MHz wordt in

de wettelijke voorschriften en in CISPR-aanbevelingen de magnetische veldsterkte H gevraagd. Deze drukt men (helaas!) ook uit in dB μ V/m, dus in de eenheid van de elektrische veldsterkte, onder de onjuiste aanname dat steeds geldt:

$$H \text{ (dB}\mu\text{V/m)} = H \text{ (dB}\mu\text{A/m)} + 20 \log Z_0$$

$$\text{met } Z_0 = 377 \Omega \approx 51,5 \text{ dB}\Omega.$$

Het probleem is dat $Z_0 = 377 \Omega$ alleen geldt voor een vlakke elektromagnetische golf. In alle andere gevallen kan Z_0 groter of kleiner zijn dan 377Ω , afhankelijk van de aard van de bron en de afstand tot de bron. In de praktijk komt het er dan op neer dat met een magnetische antenne gemeten wordt, de voorgeschreven ontvanger de uitkomst presenteert in E (dB μ V/m) en, indien men zelf (!) in H geïnteresseerd is, H volgt uit:

$$H \text{ (dB}\mu\text{A/m)} = E \text{ (dB}\mu\text{V/m)} - 51,5 \text{ dB}\Omega.$$

c. u (dB μ V/MHz); E (dB μ V/m/MHz)

In MIL.STD en daarvan afgeleide voorschriften wordt onderscheid gemaakt tussen smalbandige (*narrow-band*, NB) en breedbandige (*broadband*, BB) signalen. Is B de voor het frequentiegebied voorgeschreven -3 dB-bandbreedte van de ontvanger, afstemd op f_0 , dan is er een BB-sigitaal als de meteruitslag minder dan 3 dB varieert over het frequentiegebied ($f_0 \pm B$), en een NB-sigitaal als dat meer is. Bij BB-stoorsignalen wordt de bij f_0 gemeten spanning of veldsterkte dan gedeeld door B , zodat respectievelijk ontstaan dB (μ V/MHz) en dB (μ V/m/MHz).

EMC

Dieter Stoll,
 Elitera Verlag, Berlin, 1976,
 ISBN 3-87087-060-5.

Dit boek, in de Duitse taal, is geschreven door een EMC-werkgroep bij AEG/Telefunken. De inhoud van het boek sluit dan ook goed aan bij praktijksituaties in de elektronica en de elektrotechniek. Door zijn overzichtelijke opzet en duidelijke, bondige formulering (ontstaan door discussies met potentiële gebruikers, alvorens tot publicatie over te gaan) is het een zeer nuttig boek voor ontwerpers, ontwikkelaars en installateurs, dat overigens ook buiten de professionele sfeer zijn waarde kan bewijzen.

Het aansluiten bij de praktijk-situatie houdt gelukkig niet in dat een verzameling anecdotische gebeurtenissen op een rijtje gezet is, noch is het een „receptenboek“ geworden dat het denkvermogen van de lezer uitsluit en slechts voor een beperkt aantal geïdealiseerde problemen toepasbaar is. Integendeel, er is juist veel aandacht geschonken aan begrip en inzicht. Vooral voor een goede start in het EMC-vakgebied een zeer aanbevelenswaardige werk.

De inhoud van het boek is als volgt samen te vatten. Na een korte inleiding (hfdst. 1) volgt in hfdst. 2 een bespreking van de grondslagen van (ongewenste) wederzijdse beïnvloeding van systemen aan de hand van koppelingsmodellen, opgesplitst naar de aard van de koppeling: gemeenschappelijke impedantie (galvanisch), elektrische velden (capacitief), magnetische velden (inductief) en vlakke elektromagnetische golven. Op basis van de modellen worden tevens maatregelen ter reductie van de koppeling besproken (ondermeer systeem-layout en afscherming). Hoofdstuk 5 schenkt aandacht aan de begrippen susceptibiliteit en immuniteit, zowel bij analoge als digitale schakelingen, terwijl hfdst. 4 een overzicht geeft van een aantal meettechnieken voor het vaststellen van de emissie van en de susceptibiliteit voor stoorsignalen, zowel via geleiders die met een systeem zijn verbonden, als via straling.



De volgende drie hoofdstukken gaan over maatregelen ter vermindering van de kans op stoorproblemen: eerst wordt de stoorsbron aangepakt (hfdst. 5), vervolgens de koppeling naar een mogelijk slachtoffer (hfdst. 6) en tenslotte komt de verhoging van de immuniteit van het slachtoffer aan de beurt (hfdst. 7). Als gevolg van deze aanpak bevat hfdst. 5 vooral informatie over zin en onzin bij netfilters en het onderdrukken van storingen geproduceerd door schakelende elementen (zoals relaispoelen) en door thyristorregelingen. In hoofdstuk 6 volgen dan aanwijzingen voor aarding en afscherming, zowel van (sub-) systemen als van printkaarten. In hfdst. 7 wordt besproken hoe in een aantal gevallen de stoorsignalen „buiten de deur“ gehouden kunnen worden, en hoe door het juiste ontwerp van een elektronische schakeling (zowel analoog als digitaal) de intrinsieke immuniteit kan worden verhoogd. Het laatste hoofdstuk gaat over preventie van stoorproblemen door in de allereerste fase van het ontwerp van een systeem al een goed EMC-plan op te stellen. Het boek eindigt met ruim 100 literatuurverwijzingen, gerangschikt volgens de voorgaande hoofdstukken.

J. J. Goedbloed

Noise reduction techniques in electronic systems

Henry W. Ott,
 Bell Telephone Laboratories Inc., 1976,
 John Wiley & Sons, New York,
 ISBN 0-471-65726-3.

De auteur van dit Engelstalige boek is lid van de technische staf van Bell-laboratories (VS) en geeft tevens les op het gebied van EMC. Het boek is dan ook ontstaan uit de syllabus van de door Ott gegeven EMC-cursussen. Het boek is zeer goed geschre-

ven en overzichtelijk ingedeeld, met als uitgangspunt dat het „gissen en missen“ tot het verleden dient te behoren. Als gevolg van dit laatste wordt zorgvuldig aandacht geschonken aan begripszaken, worden de begrenzingen van modellen die een bepaald fysisch verschijnsel representeren zorgvuldig aangegeven en volgen, door het maken van realistische vereenvoudigingen, resultaten die een duidelijke fysische betekenis hebben.

Het boek is zeer aanbevelenswaardig voor ontwerpers en ontwikkelaars van elektronische systemen. Ook voor het onderwijs – zowel voor leraren als studenten – is het een belangrijk boek. In feite dient iedere elektronicus in zijn opleiding de inhoud van dit boek (dat zich veelal „met de voeten op de kachel“ laat lezen) een keer gezien te hebben. Naast een goede theoretische onderbouw wordt ook veel praktische informatie gegeven.

Het boek bevat een negental hoofdstukken en vijf appendices, waarvan de laatste twee hoofdstukken betrekking hebben op ruisbronnen (thermische ruis, hagelruis, contactruisbronnen (thermische ruis, hagelruis, contactruis e.d.) en op ruis in actieve componenten (ruisfactor, ruistemperatuur en ruis in een aantal specifieke componenten). De overige zeven hoofdstukken hebben zowel op EMC als specifiek op ruis betrekking, zie hieronder. Een van de appendices bevat vraagstukken die naar aanleiding van de behandelde stof zijn opgesteld. Dit is vooral bij gebruik als studieboek interessant.

De zeven hierboven aangeduide hoofdstukken omvatten het volgende. Een inleiding, hfdst. 1, waarin de probleemstelling wordt uitgewerkt, het gebruik van netwerktheoretische modellen wordt aangegeven evenals enkele vormen van koppeling tussen stoorsbron en gestoord systeem. Hoofdstuk 2 gaat verder op deze koppeling in, door, afhankelijk van de aard van de koppeling (capacitief, inductief), na te gaan wat het effect is van het afschermen van geleiders. Hoofdstuk 3 schenkt uitgebreid aandacht aan de aspecten van aarding, waaronder het op de juiste plaats aarden van de in hfdst. 2 besproken afschermingen. Vervolgens komen in hfdst. 4 een aantal ontstoringstechnieken aan de orde, toegespitst op het kiezen van de juiste elektronische schakeling en de bijbehorende opbouw (balanceren, ontkoppelen voeding, filters, e.d.).

Passieve componenten, zoals condensatoren, spoelen, transformatoren, weerstanden en geleiders, vertonen allerlei zgn. parasitaire effecten in de frequentiegebieden waarvoor ze niet zijn ontworpen doch waar wel storende signalen aanwezig kunnen zijn. Deze problematiek wordt besproken in hfdst. 5. Hoofdstuk 6 besteedt aandacht aan de afschermende werking van metalen schermen waarbij onderscheid gemaakt wordt tussen de afschermende werking voor elektrische velden, magnetische velden en vlakke elektromagnetische golven. Ook de invloed van gaten in een scherm wordt aangegeven. Tenslotte schenkt hfdst. 7 aandacht aan het beschermen van contacten van schakelaars, het schakelen van inductieve belastingen en het onderdrukken van de schakelstoringen.

Ieder hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvatting van de belangrijkste conclusies en met een (korte) bibliografie.

J. J. Goedbloed

EMI-bibliotheek en EMC-reeks

Don White Consultants

Een collectie van meer dan twintig technische handboeken van Don White, de „Complete EMI-bibliotheek“, behandelt het gehele spectrum van storingsproblemen en besteedt daarbij aandacht aan ontwerpen en testen, en draagt ook oplossingen aan. Van de ongecompliceerde uitgave „How to Control Electrical Noise“ tot het diepgaande „EMI Control Methodology and Procedures“ bevat de reeks voor bijna elke tak van de elektronica een speciaal boek. We noemen het ontwerpen van printkaarten, toepassing en eigenschappen van afschermmaterialen, bliksembeveiliging, medische elektronica, elektronica in luchtvaart en scheepvaart, en systeembeveiliging tegen EMP.

Daarnaast geeft Don White Consultants een serie zeer uitvoerige boeken uit over uiteenlopende EMC-thema's. Deze handboeken bevatten gezamenlijk méér dan 3800 bladzijden tekst, grafieken, tekeningen, foto's, formules en voorbeelden.

Behalve over EMI-voorspelling, ontwerpmethoden en technieken tot beheersing van EMI, verschaffen deze boeken bovendien informatie over instrumentatie en georganiseerde documentatie over militaire, industriële en internationale overheidsstandaarden voor EMI-metingen. De meeste voorbeeldproblemen worden verduidelijkt met stap-voor-stap testmethoden en procedures om technici in staat te stellen de problemen te doorzien zodra men in de praktijk met werkelijke EMI-problemen wordt geconfronteerd.

We zullen de inhoud van deze boeken kort samenvatten.



Deel 1: Electrical Noise and EMI Specifications,
483 pagina's, 73 illustraties.

Uitgebreide definities van EMC en storingsverschijnselen worden hierin gedetailleerd besproken. Dit boek behandelt ook nationale en internationale EMI regelen controle/ondersteuningsdiensten, commissies en organisaties en de daardoor gehanteerde EMI-standaarden, specificaties, testprocedures, rapportering en certificatie.

Deel 2: EMI Test Methods and Procedures,
520 pagina's, 280 illustraties.

Fundamentele en praktische toepassing („how to do it“) van testmethoden en procedures, vereist om EMI te beheersen worden diepgaand in dit boek behandeld. De inhoud omvat ondermeer:

- gedetailleerde beschrijving van de terminologie;
- uitgebreide behandeling van EMI-instrumenten;
- kalibratietechnieken en meetconcepten;
- geleidings- en stralingsemissie en susceptibiliteit;
- testprocedures volgens MIL-STD-462 en andere militaire standaarden;
- instrument- en meetfoutenanalyse.

Deel 3: EMI Control Methods and Techniques,
668 pagina's en 431 illustraties

Dit boek is gericht op stoorbronnen en -ontvangers. Nadruk wordt gelegd op voorspellen en beheersen van EMI bij het ontwerp van aarding en afscherming, bekabeling en bedrading, connectoren en afdichtingen, filters en andere storingsonderdrukkers. Bovendien behandelt dit werk toepassingen voor de beheersing van gevaarlijke stralingsbronnen. Een en ander wordt toegelicht door tal van duidelijke illustraties en voorbeelden.

Deel 4: EMI Test Instrumentation and Systems,
353 pagina's en 256 illustraties

Dit deel behandelt de belangrijkste technieken voor het gebruik van EMI-testinstrumenten en meetplaatsen, zoals beproeven in het vrije veld en in afgeschermd en reflectievrij ruimten, EMI-emissie- en -susceptibiliteitsantennes, EMI-sensoren voor geleidingsstoringen en injectie.

Verder wordt aandacht geschonken aan EMI-testinstrumenten zoals signaal/susceptibiliteitssensoren, meetontvangers, spectrumanalysatoren, automatische systemen en „instrumenten voor de toekomst“.



Deel 5: EMI Prediction and Analysis Techniques,
573 pagina's en 310 illustraties.

Dit deel vormt een uitgebreide introductie in de EMC-analyse inclusief technische/praktische toepassingen van voorspellingstechnieken en het gebruik van het spectrum. Andere onderwerpen zijn theoretische en empirische analyse van zenders, ontvangers en antennes, propagatiecriteria en criteria voor prestatie-degradatie. Het boek neemt hierbij zowel de natuurlijke storingen als „man-made“ storingen onder de loep, zoals radar, datacommunicatie, navigatie en telemetrie.

Deel 6: EMI Specifications, Standards, and Regulations,
1014 pagina's en 402 illustraties.

Dit boek is samengesteld op veelvuldig verzoek van gebruikers van deze serie en oud-cursisten om in één boek alle informatie betreffende EMI-regels samen te brengen en te beschrijven, inclusief de aanduiding van de verantwoordelijke instanties voor wetgeving in de diverse landen. Het boek voorziet in die behoefte en vormt daarom een onontbeerlijk naslagwerk voor EMI ingenieurs en technische bibliotheken.

Meer informatie over deze boeken is te vinden in een uitvoerige 24 pagina's tellende brochure.

H. P. J. de Groot

Int.: Don White Consultants, Inc. Europe,
Eaton Corporation Ailtech-Holland, Aalsmeerderweg 543,
1437 EG Rozenburg N-H (02977) 29376.



Hfl. 287,-

Hfl. 276,-

DM6013 Digitale Capaciteitsmeter

- Meetbereik: 0,1 pF tot 2000 μ F.
- Nauwkeurigheid: 0,5%.
- Beveiligd tegen "geladen" condensatoren door middel van een glaszekering.
- Kristal tijdbasis.
- Uitgevoerd met "0" instelling.
- Overload en "buiten bereik" aanduiding.
- Adviesprijs: Hfl. 287,- excl. BTW.

DM6015 Digitale Stroomtang

De DM6015 is een volwaardige digitale multimeter met piek en data-hold functie, gecombineerd met een stroomtang tot 600 A.

- DCV: 0,1 mV tot 1000 V.
- ACV: 100 mV tot 750 V.
- Weerstand: 0,1 Ohm tot 2 MOhm.
- AC stroom: 0,01 A tot 600 A.
- Diode test functie.
- Adviesprijs: Hfl. 276,- excl. BTW.

Uit het bovenstaande constateert U al snel dat zowel de DM6013 als DM6015 meetinstrumenten zijn van een hoge kwaliteit en met een hoge betrouwbaarheid voor een aantrekkelijke prijs.

Prijswijzigingen voorbehouden.

Bon



Stuur mij uitgebreide informatie over model: DM6013 en DM6015

Naam:
Firma/Instelling:
Afdeling:
Adres:
Woonplaats:
Postcode: Tel:

Bon in gefrankeerde envelop naar:



PROFESSIELE ELECTRONISCHE COMPONENTEN, MEETAPPARATUUR EN VOEDINGEN
KLAASING ELECTRONICS B.V.
BENELUXWEG 27, 4904 SJ OOSTERHOUT, HOLLAND, TEL.: 01620 - 51400, TELEX 54086

INTERSIL

CMOS KOMPONENTEN

- * analoge schakelaars en multiplexers
- * data acquisition
- * lineair
- * timers, counters en display drivers
- * digitaal
- * gate arrays

LINEAIR

CMOS VOEDING CIRCUITS

ICL 7660

- spannings converters - maken van een positieve ingangsspanning + 1,5 Volt tot 10.0 Volt een negatieve spanning. Alleen twee externe condensatoren zijn nodig om het circuit te laten werken, dissipatie van 300 mW*

ICL 7663/64

- positieve en negatieve regulators - ingangsspanning van 1.6 Volt tot 16 Volt met een instelbare uitgangsspanning en een max. uitgangsstroom van 40 mA. Tevens bevat het circuit een sensing en shutdown, dissipatie 200 mW*

ICL 7665

- programmeerbare spannings detectors - dit circuit heeft twee programmeerbare spanningsdetectors en zijn uitermate geschikt voor batterij toepassingen waarbij men een hoog- en laag waarschuwings signaal nodig heeft, dissipatie van 200 mW*

* Dual-in-line uitvoering



AURIEMA NEDERLAND B.V.

Doornakkersweg 26 5642 MP EINDHOVEN
Telefoon: 040-816565 Telex: 51992 auri nl

NETSPANNINGSPROBLEMEN

Netvervuilingen zoals spanningspieken, korte fasecorrecties en spanningsonderbrekingen veroorzaken vooral bij microcomputersystemen dataverlies, foutieve data, of uitschakeling van het systeem. Bovendien worden door netvervuiling de elektronische componenten verzwakt zodat (dure) service-reparaties eerder nodig zijn. Interne voedingsapparaten weerstaan zonder enig probleem variaties in de netspanning van ca. 10%, spanningspieken van enige honderden volt, vervormingen tot 1 kHz en spanningsonderbrekingen korter dan een halve sinus. In de praktijk is gebleken dat de

immuniteit voor netvervuiling onvoldoende is. Storingsproblemen kunnen worden voorkomen door laag-capacitieve isolatietransformatoren en/of spanningsregulatoren in te schakelen.

Tegen algemene spanningsvorming, HF-storingen en spanningspieken levert *Sogam Electronique* de *Sogatrans*, een serie laag-capacitieve (0,001 pF) isolatietransformatoren voor vermogens van 250 VA tot 5 kVA. De serie *Sogavolt* spanningsregulatoren (500 VA...10 kVA) biedt bovendien bescherming tegen spanningsonderbrekingen en netspanningsvariaties.

Int.: Tekelec Airtronic BV, postbus 63, 2700 AB Zoetermeer (079) 310100.

ELEKTRO-MAGNETISCHE COMPONENTEN



EEMC BV voert een uitgebreid leveringsprogramma EMC-componenten die EMI/RFI,

ESD, TEMPEST, L(EMP), H(EMP) buiten de deur houden. Hiertoe zijn de volgende hulpmiddelen verkrijgbaar: elektrisch geleidende rubbers, verven, vulpasta's, ruiten, ventilatiepanelen, lijmen e.d. alsmede pakkingen van gebreide metalen. Ook heeft men de vertegenwoordiging van *Lindgren RF Enclosures*, een firma die zich bezig houdt met het ontwerpen en bouwen van complete afgeschermd kamers.

Int.: EEMC BV, postbus 1308, 1500 AH Zaandam (075) 177520.

PRINTFILTERS

Voor de voorfiltering (decentrale vonkcontoring) op printen introduceerde *Siemens* twee netspanningsfilters in een kunststofbehuizing. Deze reeks B84110-A is leverbaar voor nominale stromen tussen 0,5 en 4 A. Aan de netzijde, voor de stroomgecompenseerde ringkernspoel ("Siferit"), bevindt zich een X-condensator en aan de belastingszijde zijn twee Y-condensatoren geplaatst. De lekstroom ligt beneden 0,5 mA.

Het netspanningsfilter B84110-B (zonder Y-condensatoren), geschikt voor een nominale stroom van 1,4 A, bevat voor en achter de spoel een X-condensator. Het toepassingsgebied: apparaten voor gemiddelde data-overdracht, neonlampen, televisie's, printers en schakelende voedingen voor lage en gemiddelde vermogens.

Int.: Siemens Nederland NV, postbus 16068, 2500 BB Den Haag (070) 782782.

RFI-FILTERS

Evox produceert een uitgebreid programma netfilters voor bescherming van apparatuur tegen EMI.

Int.: Telerex Nederland BV, postbus 180, 5680 AD Best (04998) 4295.

AFSCHERMEDE BEHUIZINGEN

Storingsproblemen bij elektronische apparaten in kunststof behuizingen kunnen worden voorkomen door het oppervlak van de behuizing geleidend te maken.

Apra heeft in haar leveringspakket behuizingen in de DIN-afmetingen 48 x 48 mm t/m 144 x 144 mm en in 7 verschillende diepten met standaard een koperafscherming. Desgewenst zijn deze behuizingen ook leverbaar met een afscherming van grafiet, nikkel of zilver. Deze

METINGEN NETVERVUILING

Gould heeft in haar 4000-serie een drietal oscilloscopen ontwikkeld die o.a. kunnen worden gebruikt voor metingen van netvervuiling, overspanning, schakelverschijnselen, computervoedingssystemen, gestabiliseerde (schakelende) voedingen e.d.

De *Gould 4030* is uitgerust met een digitaal geheugen, een bandbreedte van 20 MHz, een bemonsterfrequentie van 20 MHz en een geheugen van 2K x 8 bit. De 4030 beschikt over de zgn. „baby-sit“ modus, waarbij automatische „re-arming“ van trigger plaatsvindt nadat de voorgaande geheugeninhoud automatisch is uitgevoerd via de analoge uitgang naar een aangekoppelde recorder.

De *Gould 4040* heeft een bandbreedte van 25 MHz, een 10 MHz bemonsterfrequentie en een 8 K x 8 bit geheugen. De bi-slope trigger-venster instelfaciliteiten maken het mogelijk uitsluitend te triggeren op signalen die buiten bepaalde amplitudegrenzen vallen. De 4040 is uit te breiden met een analoge schrijver-uitgang en IEEE-bus interface. Ook deze scope beschikt over de „baby-sit“ en „re-arm“ mogelijkheden.

De *Gould 4500* is een

oscilloscoop met een overzettrefrequentie van 100 MHz, die is voorzien van 2 kanalen met elk een 8 Kbit werkgeheugen en een even groot referentiegeheugen.

Bij gebruik van een kanaal worden de geheugenblokken achter elkaar geschakeld zodat er twee blokken van 1 K x 8 bit. De oscilloscoop biedt uitgebreide triggerinstellingen. Belangrijk zijn de bandtriggerfunctie en het aflezen van het triggerniveau in spanningswaarden vanaf het beeldscherm. De 4500 bezit standaard IEEE-488 en RS-232C interfaces voor afstandbesturing en dataverwerking. Daarnaast zijn er uitgangen voor een plotter en een snelle DMA-interface. De 4500 kan van een floppy disk drive unit worden voorzien; de meetresultaten worden dan op de disk vastgelegd, waarna de oscilloscoop automatisch klaar is voor een nieuwe opname.

Verder is de serie 2000W recorders uit te rusten met een 2, 4, 6 of 8 kanale transiëntrecorder. De 2000W is voorzien van een digitale trigger met „bi-slope“, waarmee men selectief kan triggeren op uitzonderlijke (stoor)signalen.

Int.: Gould Instruments Systems Netherlands, postbus 35, 1243 ZA 's Graveland (035) 63418.

BEVEILIGINGS-COMBINATIES

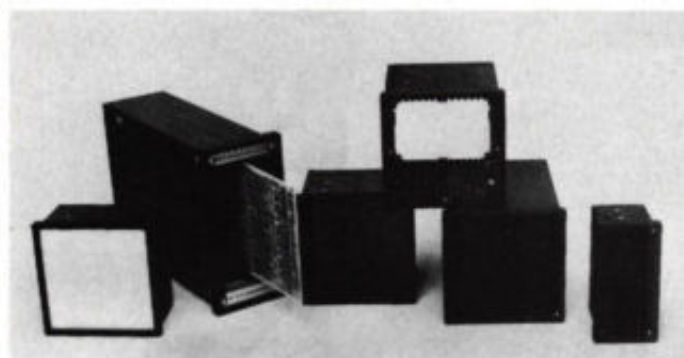
Dehn & Söhne heeft gecombineerde beveiligingen ontwikkeld, die apparatuur beschermen tegen zowel bliksem, EMI en EMP. Ze zijn op de markt onder de naam BEE-beveiligingen. Het BEE-programma omvat thans de volgende producten:

- netaansluitkast met scheidingstransformator en

filter;

- netbeveiliging voor spannings-toevoerleiding;
- aggregaat- of batterij-aansluitkast die de gelijkstroomvoorziening afdoende beschermt;
- laagfrequentbeveiliging op europaprintkaart die meet-, stuur- en regellijnen beschermt tegen overspanning.

Int.: Isolectra, postbus 588, 3000 AN Rotterdam (010) 619319.



behuizingen zijn rondom voorzien van kaartgeleiders voor het plaatsen van printplaten.

Int.: Van Vliet BV, postbus 65, 2640 AB Pijnacker (01736) 4960.

GOULD K 105-D

VEELZIJDIG EN FLEXIBEL

Het K105-D main frame heeft ruimte voor drie modules, waarmee de juiste samenstelling voor data- en timing-analyse kan worden gemaakt. 32 of meer kanalen voor complexe software-analyse, aangevuld met 8 of 16 kanalen voor optimale hardware-analyse.

De K105-D biedt het volgende:

- 32 of 64, 20 MHz timing- en datakanalen met interne en externe klok (max. 8).
- 8 of 16, 100 MHz timing- en datakanalen met interne en externe klok (max. 2).
- beide secties werken onafhankelijk (2 analyzers in één) ofwel volledig gekoppeld.
- 8 niveaus Trace Control™, dit komt overeen met 14 niveaus sequentiële triggering.
- grafisch overzicht en histogrammen voor doeltreffende software-analyse.
- RS-232-C en IEEE-488 interfaces standaard.
- floppy disk unit (optie).

Antwoordnummer 1502
1200 WL KORTENHOEF

geen
postzegel
nodig

- ☐ Gaarne documentatie K 105-D
☐ Gaarne bezoek specialist

Naam :
Bedrijf :
Adres :
Postcode :
Plaats :
Telefoon :

TRACE CONTROL™

Trace Control is het geavanceerde triggermechanisme uit de K101-D/K102-D. In de K105-D is dit systeem verder verfijnd. Trace Control wordt met een van Pascal afgeleide besturingstaal gerealiseerd. De gebruiker kan labels per instelling definiëren.

K105-D bediening

De gebruiker heeft keuze uit beeldschermmenu's en „soft keys” of uit een snelle directe toegang. Voor referentie heeft de analyzer in de software 28 pagina's gebruikersaanwijzingen.

K105-D tolerantie- en storingsanalyse

Voor analyse kan de analyzer vergelijkingen met een referentie-geheugen uitvoeren.

Uniek is dat de gebruiker tolerantie-gebieden kan aangeven. Voor storingsanalyse kan de analyzer opnamen maken met verschillende „thresholds” en vergelijken met een opname met nominale waarden.

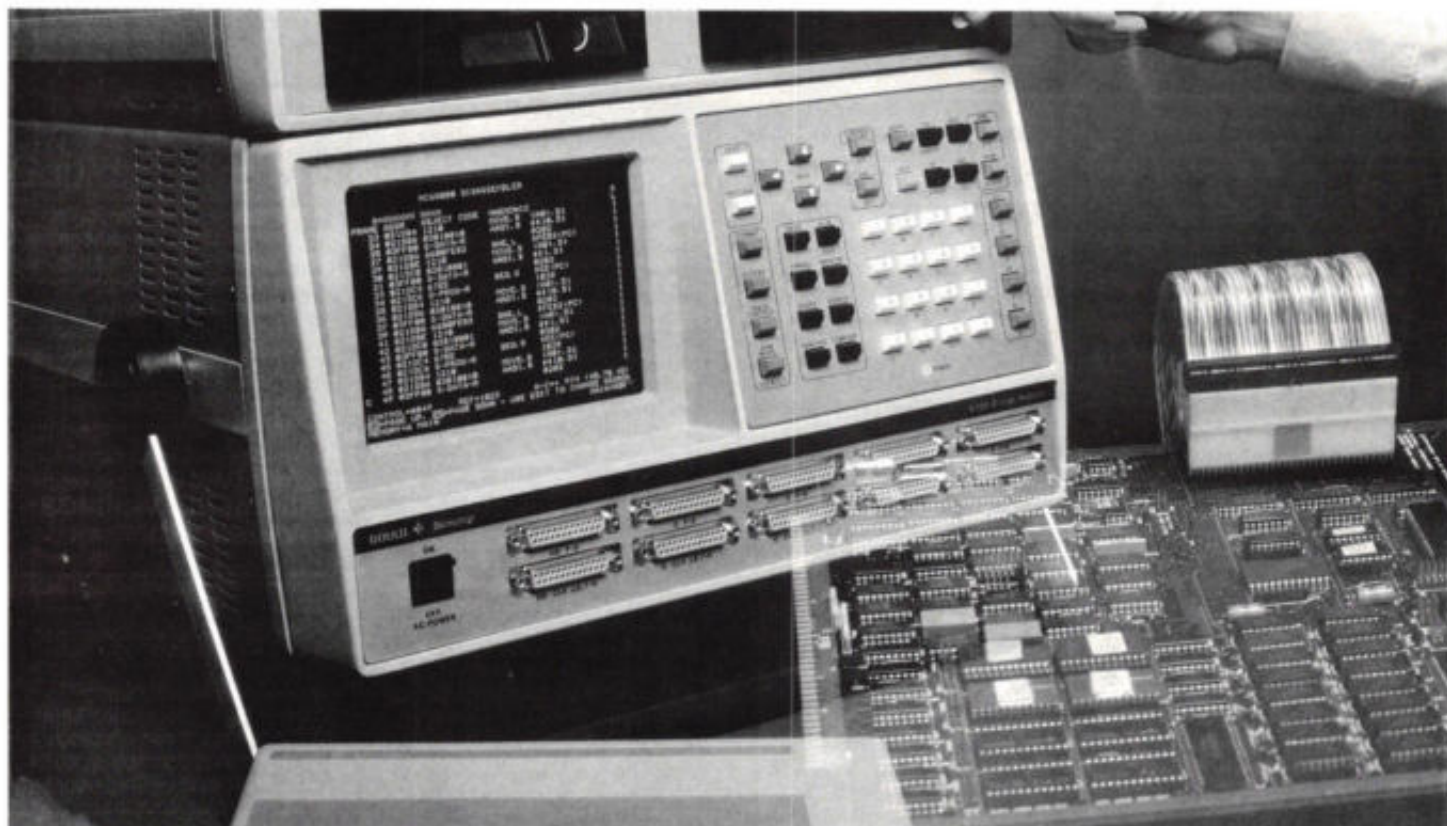
GOULD VERKOOPKANTOOR

Voor inlichtingen, verkoop en onderhoud heeft Gould een eigen organisatie met specialisten en servicedienst in Nederland en België.

Laat u zich overtuigen door een vrijblijvende demonstratie. Bel of schrijf naar:

GOULD INSTRUMENTS SYSTEMS NETHERLANDS

Meenthof 15
1241 CP KORTENHOEF
Telefoon: 035-63418 (België: 02-648 89 60)
Telex: 43514 GISN NL



RFI-FILTERS

Voor het filteren van telefoonlijnen, spanningsnetten bij stromen tot tot 800 A DC/AC 50...400 Hz, datalijnen, enz. heeft *Belling Lee Intec Ltd* een uitgebreid programma RFI-filters ontwikkeld. Uitvoeringen met dempingen van 120 dB bij 10 GHz en 60 dB bij 10 kHz met een zeer lage lekstroom zijn eveneens leverbaar, evenals speciaal versterkte typen die een versnellingskracht van 10 G kunnen verdragen. Bovendien kunnen de filters worden voorzien van een ingebouwde overspanningsbeveiliging tegen NEMP. Alle filters zijn voorzien van een metalen afgeschermde behuizing.

Int.: Belko EMC Intec BV, postbus 64, 5070 AB Udenhout (04241) 2480.

EMI GEFILTERDE SUB-D CONNECTOREN

Spectrum Control heeft een sub-D miniatuur connector met EMI-filter ontwikkeld, die is voorzien van een speciaal coaxiaal veercontact aan de connectorrand waardoor een goede aarding wordt verkregen. Tevens zijn bij deze connector de lijnen onderling geïsoleerd om overspraak tegen te gaan. De sub-D miniatuur connector is door zijn opbouw en constructie direct uitwisselbaar met een standaard Sub-D miniatuur connector voor E1A, RS-232 en RS-449 toepassingen. Men bepaalt zelf welke contactpennen/lijnen van een filter moeten worden voorzien. In bestaande systemen kan de standaard connector worden vervangen door een EMI Sub-D miniatuurconnector.

Int.: Bodamer International BV, postbus 1258, 1500 AG Zaandam (075) 351521.

ISOLATIEVERSTERKERS

Een aantal producten uit het leveringspakket van *Burr Brown* kan van dienst zijn bij het voorkomen van de versturende werking van o.a. EMI in meet- en regelapparaten.

- Het pakket omvat onder meer:
- isolatieversterkers,
 - EMI-afschermkappen voor hybride schakelingen in 20-pens 28,45 x 28,45 x 7,24 mm behuizingen.
 - zenders en ontvangers voor optische signalen.

Int.: Burr Brown International BV, postbus 7735, 1117 ZL Schiphol (020) 47059.

HYBRIDE PROTECTOR

Elektronische systemen die zijn verbonden met datatransmissie- of telefoonlijnen zoals modems, computers e.d., alsmede zwakstroomnetten moeten worden beschermd tegen van buiten komende overspanningen. Hiervoor heeft *Ericsson* een zgn. hybride protector ontwikkeld die bestaat uit een combinatie van gasontladingspatronen, zenerdioden en weerstanden. De protector bestaat uit een primaire en een secundaire bescherming. De primaire bescherming bevat twee met argon gevulde patronen en kan overspanningen groter dan 800 V afvoeren naar aarde en minstens 10 pulsen van elk 20 kA weerstaan. De secundaire trap is

NETFILTERS EN ONTSTORINGSSPOELEN

Ter bestrijding van problemen bij netstoring en andere storingen in apparaten brengt *Timota AG* een uitgebreid programma netfilters en ontstoringsspoelen.

Dit leveringsprogramma bevat ontstoringsspoelen voor o.a. de volgende toepassingen:

- net-entree; eventueel met 1 of 2 zekeringen;
- inbouw;
- printmontage;
- medische toepassingen.

Deze filters kunnen eventueel worden geleverd met een overspanningsbeveiliging. Verder kunnen losse spoelen worden

ABSORPTIEMATERIAAL

Voor het inrichten van reflectievrije ruimten fabriceert *ADE Alkard* en *Divilit* 450 absorptiemateriaal. Met dit materiaal, dat in elke gewenste vorm verkrijgbaar is, kunnen de wanden van een ruimte worden bekleed, zodat reflectievrije ruimten ontstaan. Verder is het mogelijk om met dit materiaal microgolffverzwakkers, richtingskoppelaars e.d. samen te stellen.

Int.: Coimex BV, postbus 19, 8050 AA Hattem (05206) 41214.

EMI-FILTERS

SAE fabriceert een uitgebreide serie EMI-filters voor algemeen gebruik, onder andere tegen schakelpieken. De filters zijn beschikbaar in diverse uitvoeringen, waaronder connectortypen en 3-fasefilters.

Int.: Mulder-Hardenberg BV, postbus 3059, 2001 DB Haarlem (023) 319184.

samengesteld uit zenerdioden om het restant van overspanning af te voeren. De resulterende spanning aan de protector-uitgang wordt beheerst door de zenerspanning en kan worden gelimiteerd tot een spanningsniveau van 5 V of het maximaal toelaatbare signaalniveau van de te beschermen apparatuur. De serie protectors van *Ericsson* biedt bescherming aan elektronische apparaten met een maximaal toelaatbare signaalspanning tussen 5 V en 70 V. Voor coaxkabels, signaalspanningen boven 70 V en beschermingen in de 220 V voeding zijn speciale oplossingen verkrijgbaar.

Int.: Teleparts, postbus 140, 5120 AC Rijen (01612) 4400.



geleverd voor het samenstellen van ontstoringsspoelen.

Int.: Malchus Schiedam, postbus 48, 3125 BD Schiedam (010) 373777.

GLASVEZEL-COMPONENTEN

Het programma „fiber optic“ componenten en systemen van *Belling-Lee* omvat onder meer zenders en ontvangers met stijgtijden tot 12 ns en piekvermogens tot 130 μ W bij 820 nm. Verder krimppconnectoren voor diverse glasvezelkabels met diameters tussen 200 en 300 μ m.

Int.: Belko, postbus 64, 5070 AB Udenhout (04241) 2480.

ANTI-STATISCH VERPAKKINGSMATERIAAL

Onder de naam *Richmond RCAS 3600* is een verpakkingsmateriaal verkrijgbaar in zak-, plank- en buisvorm dat antistatisch is. Bovendien biedt dit materiaal bescherming tegen RF en EMI.

Int.: Bijl Papier, Marchandweg 34, 3771 MP Barneveld (03420) 90147.

NETVERVUILINGS-METER

De netspanningstestset T1007, van *Cole Electronics* (Engeland), stelt de gebruiker in staat om op professionele wijze systeemfouten te onderzoeken indien interferentie vanuit het lichtnet de mogelijk oorzaak is. Met een vangtijd voor spanningspieken van 50 ns is de T1007 een van de snelste netspanningstesters. De netspanning of frequentie kan na één druk op de knop op een duidelijke analoge schaal worden afgelezen. De stekker wordt in het stopcontact gestoken. Er wordt een keuze gemaakt uit één van de vier te selecteren stoordrempels en de pulssteller wordt op nul gezet. Alle pulsen die de gekozen drempel overschrijden zullen zowel een lamp als de teller in werking stellen. De pulssteller heeft een mechanisch beveiligde nul-steller om onbedoeld verlies van het aantal getelde stoorsignalen te voorkomen.

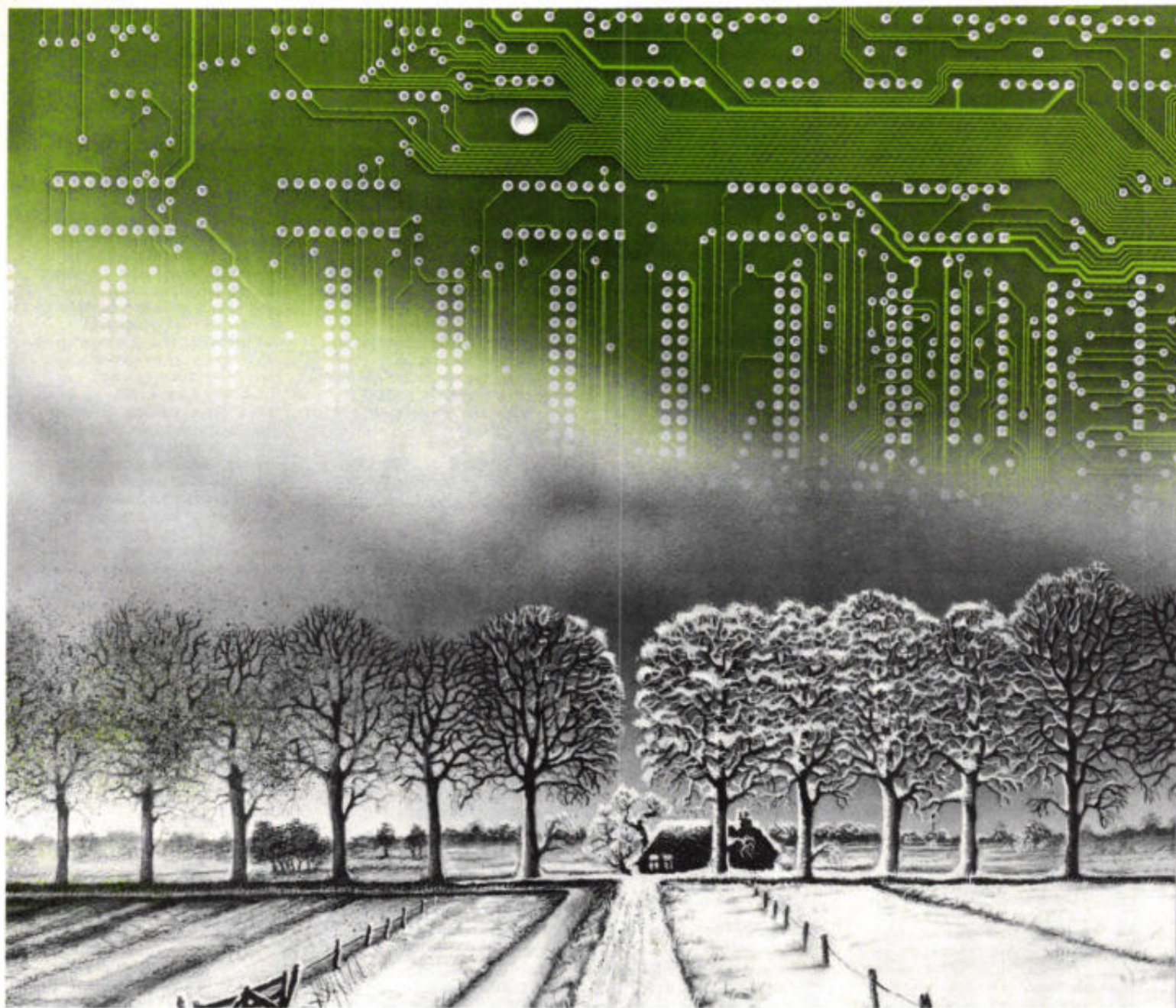
De testset heeft een analoge aansluiting voor een aangepaste schrijvende recorder, die zowel het spanningsverloop, de netfrequentie als de snelle pulsen gedurende een maand zonder onderbreking kan registreren.

Het instrument geeft de mogelijkheid om:

- voorafgaand aan het installeren van een computer of gevoelige elektronische apparatuur vast te stellen of het net „schoon“ is;
- vast te stellen of een systeemfout is opgetreden tengevolge van een hardware/software-probleem of is te wijten aan het lichtnet;
- informatie te verschaffen over de hoogte van het stroomniveau van het lichtnet alvorens netspanningscorrigerende apparatuur te installeren;
- de doelmatigheid van netfilters te testen.



Int.: Koning en Hartman Elektrotechniek BV, postbus 43220, 2504 AE Den Haag (070) 210101.



Met de logica v

Onverstoorbaar is de logica van de seizoenen, met hun volstrekt voorspelbare arbeidsgang. Onderhevig aan ijzeren wetten. Maar het kan natuurlijk altijd vriezen of dooien. Wat dat betreft is CAD Nederland sterker dan de natuur. Als u uw printplaatontwerp en productie in handen geeft van CAD Nederland, geeft u zich over aan de ijzeren greep van enkele of alle acht fasen van een produktielogica die onafwendbaar tot een nagenoeg perfect eindprodukt leidt.

1. Schematekenen. Op onze drie Redac-ontwerp-computers hebben wij ook de mogelijkheid van schema-

tekenen. U kunt dus al in de prilste fase van uw printplaatontwerp met CAD in zee.

2. Ontwerp. Als producent van printplaten van huis uit weten wij hoe in deze fase de grondslag wordt gelegd voor de kwaliteit van het eindprodukt. Onze ontwerpers hebben daarom ook persoonlijk productie-ervaring.

3. Post processing. Als enige in Europa beschikken we bijvoorbeeld over de Excellon Laser Pattern Generator 2000, die een film maakt in 6 minuten, waar anderen er 6 uur over moeten doen.

4. Modificaties. Snelheid en flexibiliteit en de meest geavanceerde apparatuur garanderen snelle verwerking



n de seizoenen

van modificaties op elk basis-ontwerp.

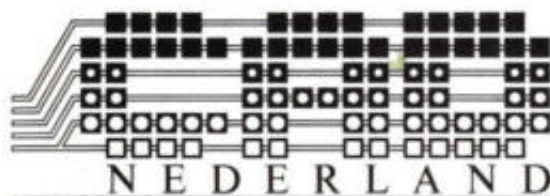
5. Proefprint. Een volgende stap op weg naar tussenstations voor kwaliteitscontrole door u en CAD.

6. 0-serie. De eerste printplaten uit de CAD-produktielijn. En alweer een checkpoint.

7. Serieproductie. Hypermoderne productie-apparatuur en vakbekwame specialisten produceren hoogwaardige printplaten in een perfect op elkaar afgestemde produktie-routine.

8. 100% functionele serietest. Elke printplaat wordt op functionaliteit getest. Van iedere printplaat apart garandeert CAD Nederland de optimale functionaliteit.

Afhankelijk van de faciliteiten waarover u zelf beschikt kunt u op ieder station van onze 8-staps produktiemethodiek instappen. Een flexibiliteit waarmee u veel tijd en navenant veel geld kunt besparen. En een betere printplaat in handen krijgt.



Ontwerp & Produktie van Printplaten

Voor informatie: Bel 071-895102 of schrijf CAD Nederland B.V., Postbus 87, 2380 AB Zoeterwoude.

INSTEELKRELAIS



INSTEELKRELAIS met 4 omschakelcontacten, goedgekeurd door Lloyds („serie D"). Uitvoeringen met o.a. vonkblussing, standaardwijzing, aanspreekverklipper, testknop, wiscontact, opkom- of afvalvertraging, bi-stabiele werking, stroomspoel. Voeten voor schroef-, soldeer-, faston- of knijpaansluiting. Ook voor Din-Rail montage.

N.V. SMITT RELAIS
BREDERODESTRAAT 188
2000 ANTWERPEN TEL. 031 - 16.10.09

INSTRUMENTENFABRIEK H.M. SMITT B.V.
3720 AC BILTHOVEN - NL POSTBUS 140
TEL: 030 - 780813 TELEX 47600

Smitt
RELAIS

 **Comlinear Corporation**

from the innovative leader in
high speed operational amplifiers....

CLC 200

exceptional settling
time, superior thermal
tail characteristics

CLC 210

60 Vpp output

CLC 220

speed and bandwidth
redefine the state
of the art

CLC 104

DC-1,1 GHz

325 psec rise/fall time

14 dB gain

1,4:1 VSWR



dokumentatie ligt voor u klaar

TEKELEC TA AIRTRONIC

POSTBUS 63, 2700 AB ZOETERMEER. TEL. 079 - 310100

NETSPANNINGSMONITOR

Dagelijks wordt het functioneren van procesapparaten en computers verstoord door storingsbronnen die elders aan het net zijn gekoppeld. Het vergt doorgaans veel tijd om te achterhalen waarom de processor verkeerd functioneerde.

Om de oorzaak van een storing te kunnen achterhalen kan men gebruik maken van netspanningsmonitors. Hiermee wordt het elektriciteitsnet permanent bewaakt en wordt gesignaleerd of men te maken heeft met vermogensfouten, te hoge netspanning, te lage netspanning, stoorspuls, spanningsuitval of hoogfrequente storing. Met een thermische printer worden de signaleringen afgedrukt. Rodelco brengt een serie laaggeprijsde netspanningsmonitors uit. Met type GS1G kan permanente bewaking van een elektriciteitsnet plaatsvinden. De te meten parameters worden bewaakt en gesignaleerd d.m.v. LED's. Type GS2G kan tevens de netfrequentie bewaken en signaleert alle parameters d.m.v. LED's en drukt ze af m.b.v. een thermische printer. De modellen zijn bovendien uitgerust met een noodstroomvoorziening waarmee de monitor 14 dagen ongestoord kan werken.

Int.: Rodelco BV, postbus 296, 2280 AG Rijswijk (070) 995750. Genevestraat 4, 1140 Brussel (02) 2166330.

KABELMANTEL

Behuizingen voor apparaten worden thans zodanig ontworpen dat de in het apparaat opgewekte straling wordt afgeschermd. Helaas worden wat dat betreft de voedingskabels maar al te vaak vergeten.

Zipper heeft een uitgebreid scala sluitbare isolatiemantels ontwikkeld, dat ook die kabels de nodige afscherming biedt.

Int.: Mulder Hardenberg BV, postbus 3059, 2001 DB Haarlem (023) 319184.

FOLIE-SCHAKELAARS

Toepassing van conventionele schakel- en bedieningsorganen met metalen asjes die door ronde gaten in een paneel naar buiten worden gevoerd kan leiden tot ongewenste instraling, omdat zo'n constructie per definitie een coaxiaal systeem vormt. Bovendien vergt het toenemende gebruik van microprocessoren meer en meer om daarmee

CONNECTORSYSTEEM VOOR GLASVEZELKABELS

Glasvezelkabel is een veelbelovend nieuw medium voor datatransmissie. Dergelijke kabels zijn ongevoelig voor elektromagnetische straling van buitenaf. Om de voordelen van dit systeem optimaal te benutten heeft AMP een connectorsysteem hiervoor ontwikkeld. Een goedkope ronde plastic connector kan op snelle en betrouwbare wijze worden verbonden met de glasvezelkabel, met behulp van een krimptang.

Int.: Nijkerk Elektronica BV, postbus 7920, 1008 AC Amsterdam (020) 462221.

RINGKERNTRANSFORMATOREN

Elektromagnetische storingen bereiken elektronische apparatuur door straling via elektromagnetische velden of door geleiding via galvanische verbindingen. Volgens het principe van de „kooi van Faraday“ kunnen elektromagnetische velden worden afgeschermd. Beïnvloeding via galvanische verbindingen – ingangen, uitgangen en voedingslijnen – wordt tegengegaan met filters en andere scheidingselementen. Het is algemeen bekend dat de voedingstransformator een EMI-bron is die met filters moet worden ingetoomd. Met de huidige stand van de techniek is het mogelijk om storingen in de transformator zelf aan te pakken – dus bij de bron.

Storingen door straling

Bij een ringkerntransformator wordt het magnetische circuit geheel omvat met koperdraadwindingen, zodat geen strooivelden uit de kern naar buiten kunnen treden. Door een zorgvuldige constructie van de transformator kan de straling van het in de primaire wikkeling opgewekte magnetisch veld nagenoeg geheel worden opgeheven door het tegengesteld gerichte veld van de secundaire wikkeling.

compatibele bedieningsorganen. In beide gevallen kan het toepassen van zgn. folie-schakelaars voordelen bieden. Zulke schakelaars zijn niet alleen geschikt voor toepassing in grotere series maar bieden ook aantrekkelijke mogelijkheden voor het gebruik in prototypen en eenmalige ontwerpen.

Int.: Landis & Gyr BV, postbus 444, 2800 AK Gouda (01820) 27777.

VERLENGPRINTEN

Binnen het programma verleng- en testprinten van het fabrikaat Brumm bevindt zich ook een afgeschermd versie. De verlengprint is voorzien van 48-pens DIN 41612 connectoren type E of F. Tussen de signaaleidingen zijn afschermleidingen aangebracht en tevens zijn onder de beschermplaten afschermvlakken aangebracht. De meetbussen onder deze beschermplaten zijn van beide zijden van de print te bereiken en maken het mogelijk om ook stroommetingen te verrichten.

Int.: Van Vliet Pijnacker BV, postbus 65, 2650 AB Pijnacker (01736) 4960.

De zgn. elektromagnetische afscherming – een geaard scherm tussen de primaire en de secundaire wikkeling van de transformator – kan hoogfrequente storingsimpulsen uit het net voor een groot deel buiten de elektronische apparaten houden.

Storingen door geleiding

Bij gescheiden primaire en secundaire wikkelingen van de voedingstransformator is de verbinding met het lichtnet als laagohmige weerstand vervallen. In verband met de frequentie en de amplitude van de stoorspanningen is de keuze van het juiste isolatiemateriaal (soort en dikte) van groot belang voor het weren van storingspieken in elektronische apparaten. Hoewel het principe van de ringkerntransformator al meer dan 150 jaar bekend is, werd het nauwelijks toegepast vanwege de tot nu toe beperkte fabricagetechnologie. Door de ontwikkeling van de fabricagetechnologie en de invloed van EMI op micro-elektronische schakelingen wordt de ringkerntransformator op grotere schaal toegepast. Vooral in randapparaten voor computers en in de meet- en regeltechniek is dit transformatortype algemeen aanvaard. Een bijkomend voordeel is de gewichtsbesparing (tot ca. 50%) en de geringe afmetingen ervan, zodat een compacte bouw van apparaten mogelijk is.

Int.: Belpa BV, postbus 800, 3840 AV Harderwijk (03410) 13254.

AFGESCHERMDE KOOIEN

Belling Lee Intec Ltd levert zowel modulaire als gelaste afgeschermd kooien waarmee dempingen tot 120 dB bij 10 GHz kunnen worden gerealiseerd; met

FILTERCOMPONENTEN

Murata Erie brengt een uitgebreid programma filtercomponenten voor het tegengaan van EMI, in diverse variëteiten en voor verschillende toepassingsgebieden.



Int.: Nijkerk Elektronica BV, postbus 7920, 1008 AC Amsterdam (020) 462221.

LINEAIRE BREEDBANDIGE VERMOGENSVERSTERKER

Ter ondersteuning van de meettechnieken voor EMI breidt Eaton haar serie versterkers voortdurend uit. Onlangs verscheen een nieuwe brochure van dit bedrijf waarin 11 versterkertypen worden beschreven. Deze typen hebben een bereik van 10...200 W en 10...1000 MHz, voedingsbron 2...2500 MHz, 5 antennes voor susceptibiliteitsmetingen.

Int.: Ailtech Holland, Aalsmeerderweg 543, 1437 EG Rozenburg (02977) 29376.

ADAPTER MET EMP-OVERSPANNINGS- BEVEILIGING

Greenpar Connectors heeft een N-type coaxiale adapter ontwikkeld (type G 80120 BN), waarin een overspanningsbeveiliging tegen EMP is opgenomen. Met deze adapter kunnen apparaten worden beschermd tegen pulsen met een stijgtijd van 1 kV/ns. De nominale impedantie van de adaptor bedraagt 50 Ω.



Int.: CGE Alstom Nederland BV, postbus 85860, 2508 CN Den Haag (070) 608810.

speciale voorzieningen zelfs 125 dB bij 35 GHz. Deze kooien kunnen worden voorzien van (splinterproof) deuren, airconditioning, filters, vluchtluiken e.d.

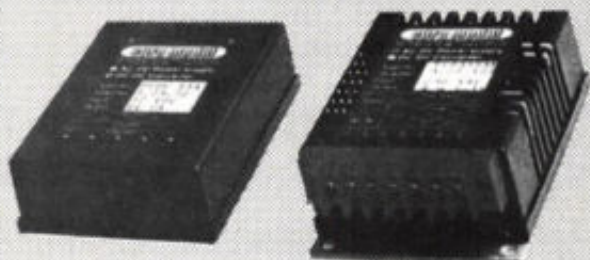
Int.: Belko EMC Intech BV, postbus 64, 5070 AB Udenhout (04241) 2480.



EUROMODULE

AC - DC

25 WATT PRIMAIR GESCHAKELDE
MODULES. Zeer klein en efficient
d.m.v. **POWER-MOS TRANSISTOREN**
(100 KHz schakelfrekwentie)



Typ	V _{out} VDC	I _{out} A
PCP 55	5	5
PCP 122	12	2,2
PCP 151	15	1,8
PCP 212	± 12	± 1,2
PCP 215	± 15	± 0,9
PCP 312	5 u. ± 12	4 ± 0,2
PCP 315	5 u. ± 15	4 ± 0,2

* 2500 VAC isolatie * uitgangsspanning 5%
instelbaar * ontstoord volgens VDE-0871 *
soft start * 15 mSec hold-up time * sense aan-
sluitingen * afm. 89 x 64 x 25 mm *

MTBF 80.000 UUR (MIL HBK 217 C)
SERVICE / GARANTIE
VANUIT EINDHOVEN



AURIEMA NEDERLAND B.V.

Doornakkersweg 26 5642 MP EINDHOVEN
Telefoon: 040-816565 Telex: 51992 auri nl

Bodamer
specialist
in...

R.F.I.

E.M.C.

E.M.P.

bodamer
international bv

NEDERLAND: HAVENSTRAAT 8
1506 PG ZAANDAM TELEFOON 075-351521*

BELGIË: PAMELSTRAAT 371
B 1770 LIEDEKERKE TELEFOON 054-337984



Electromechanische en
Piezokeramische buzzers,
in gelijk- en wissel-
stroom; print- en draad-
aansluitingen.



Net- sleutel- en
draaischakelaars
(ook BCD).

LORLIN
SWITCHES



intercomponents b.v.

P.O. Box 92, 3940 AB DOORN
THE NETHERLANDS
tel.: 03438-17363 telex: 76355

ELEKTRO-MAGNETISCHE STRALING

Het verdient aanbeveling richtlijnen op te stellen waaraan RF- en microgolfsstralingsbronnen moeten voldoen, en waarin de afschermingsmogelijkheden van de storingsgevoelige elektronica nauwkeurig zijn omschreven. Om vast te stellen of aan deze richtlijnen wordt voldaan, moeten de apparaten op de verderop beschreven wijze worden getest.

Afgezien van de effecten op de ons omringende elektronica is elektromagnetische straling bovendien schadelijk voor onszelf. Met name de ogen, de geslachtsorganen en de ongeboren vrucht zijn hiervoor gevoelig. De normen voor straling waaraan men mag worden blootgesteld, worden niet zomaar voortdurend verscherpt. Uit onderzoeken is gebleken dat bedieningspersoneel van bepaalde apparaten die gebruik maken van hoge frequenties om produkten te verhitten (RF-sealers, lasapparaten e.d.) veel te hoge stralingsdoses oplopen. Hierbij zijn waarden gemeten van 800 mW/cm².

Uit het voorgaande blijkt de noodzaak van elektromagnetische stralingsgevoeligheidssproeven. Deze metingen dienen in een speciale ruimte te worden verricht waarin de opgewekte stralingsenergie afdoende is afgeschermd. De binnenkant van de wanden worden daartoe bekleed om reflecties bij hogere frequenties te verkleinen. De voedingskabel voor het te beproeven object, alsmede de meetkabels, antennekabels e.d. moeten via afgeschermd wanddoorvoeringen worden geleid.

Voor het opwekken van elektromagnetische velden heeft men generatoren, regelversterkers, breedbandige vermogensversterkers, E resp. H-veldgeneratoren en antennes nodig. Beïnvloeding van het veld op de meetinstrumenten wordt vermeden door de instrumenten in een andere ruimte onder te brengen. Hiermee wordt tevens de mogelijkheid uitgesloten dat men per ongeluk in een levensgevaarlijk veld terechtkomt om bijvoorbeeld even een instrument in te stellen.

In een meetopstelling stuurt de generator via een regelversterker een hoogvermogenversterker aan. Bij voorkeur past men een breedbandige versterker toe, die werkt in de klasse A of A/B. Bovendien mag de vermogensversterker niet gevoelig zijn voor misaanpassingen aan de in- en uitgang en moet hij zijn vermogen kunnen leveren aan elke impedantie. Een regelversterker

is noodzakelijk omdat breedbandige vermogensversterkers doorgaans zonder regelbaarheid zijn uitgerust. Het veld kan als volgt worden geregeld:

- Direct voor de antenne of E-veldgenerator wordt een richtingskoppelaar gemonteerd waarmee een gedeelte van het vermogen kan worden uitgekoppeld. Dit signaal wordt gelijkgericht aan de regelversterker toegevoerd, die hiermee zijn uitgangssignaal zodanig corrigeert dat over het gehele frequentiebereik het uitgangsvermogen van de vermogensversterker constant blijft.
- De tweede regelbaarheid geschiedt via een veldmeting. Het voordeel hiervan is de correctie van de straal karakteristieken bij gebruik van verschillende antennes of E-veldgeneratoren. Met een E-veldmeter wordt het opgewekte veld gemeten, omgevormd tot een lichtsignaal en via een optische kabel buiten de meetruimte gebracht. Het optische signaal wordt vervolgens met een demodulator weer omgezet in een elektronisch signaal dat aan de regelversterker wordt toegevoerd. Hiermee wordt bereikt dat over het gehele frequentiebereik een constant veld wordt opgewekt.

Voor zeer nauwkeurige metingen is het mogelijk om met een regelversterker en met in totaal 8 E-veldmeters verschillende condities in te stellen. Zo kan een maximum, minimum of een gemiddelde waarde van het E-veld worden ingesteld, waaraan het object tijdens de frequentiezwaai moet worden blootgesteld.

Kleinere objecten kunnen binnen het frequentiebereik van DC tot 1000 MHz in een zgn. Crawfordcel worden beproefd. Deze cel is relatief klein, dus goedkoper dan een grote afgeschermd ruimte, en bovendien transportabel. De Crawfordcel is te vergelijken met een vergrote coaxkabel; de te beproeven objecten worden als het ware tussen de binnenste en buitenste geleider geplaatst. Kleinere objecten zouden in een grote beproevingsruimte resonantieproblemen kunnen geven.

Int.: Coimex BV, postbus 19, 8050 AA Hattem (05206) 41214.

ASSORTIMENTSDOZEN EMI-FILTERS

Voor het experimenteren met EMI-filters heeft AMP twee assortimentsdozen samengesteld; een voor algemene doeleinden en een voor digitale systemen. Door filters in prototype opstellingen in te bouwen, kan de juiste filterkeuze worden gevonden. Het assortiment voor algemene doeleinden bevat 48 filters uit 4 verschillende series (frequentiebanden), zowel in soldeer- als in schroefdraaduitvoeringen. Het assortiment voor digitale systemen bevat 30 filters uit 5 verschillende series met soldeeraansluitingen en 4 chassisdelen. Tevens bevat het assortiment 3 connectoren met ingebouwde filters.



Int.: AMP Holland BV, postbus 288, 5201 AG 's Hertogenbosch (073) 200911.

GEïNTEGREERDE NET-ENTREE

Als nieuw produkt in het eurofilter programma van Hartmann is nu een geïntegreerde eenheid te leveren die bestaat uit een net-entree, zekeringhouders, filters en een netschakelaar.

Int.: Elitopart Almere BV, postbus 50101, 1305 AC Almere (03240) 11531.

KRIMPTANG VOOR SEMI-RIGID KABEL

M/A-COM Omni Spectra heeft een reeks SMA-connectoren (type N en TNC) uitgebracht waarvan de bevestiging aan een semi-rigide kabel niet langer behoeft te worden gesoldeerd. Met een speciale krimptang kunnen deze connectoren eenvoudig worden bevestigd. De eigenschappen van deze verbindingen - t.a.v. frequentiebereik, VSWR, RF-lek enz. - voldoen aan dezelfde MIL-specificaties die aan gesoldeerde versies worden gesteld.

Int.: Microwave Ass. Co. BV, postbus 277, 3600 AB Maarssen (03465) 66024.

ONTSTORINGSCOMPONENTEN

Door het toenemende gebruik van elektronische apparaten stijgt ook de kans op onderlinge storing daarvan.

Vacuumschmelze heeft door haar jarenlange research niet alleen een uitgebreid pakket ontstoringscomponenten ontwikkeld maar ook een omvangrijke kennis verworven. Deze kennis wordt beschikbaar gesteld aan de afnemers van haar produkten, ter ondersteuning van het oplossen van storingsproblemen.

*Int.: Van Delden BV, Voorofsche-
weg 15, 2771 MA Boskoop
(01727) 4293.*

AFGESCHERMDE CONNECTOREN

AMP voert een uitgebreid programma van afgeschermd connectoren. Beschikbaar zijn onder meer:

- print-headers;
- afgeschermd kappen;
- complete snoeren;
- stekers met ingebouwde filters.

Het is in een aantal gevallen ook mogelijk de afgeschermd connectoren te laden met coaxiaal contacten en/of contacten voor glasvezelkabels

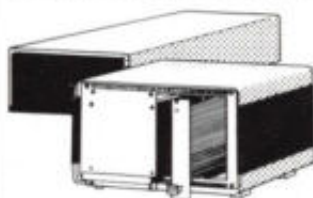


Int.: AMP Holland BV, postbus 288, 5201 AG 's Hertogenbosch (073) 200911.

Kwaliteit service + Manudax



OKW kunststof behuizingen



In het uitgebreide Manudax leveringsprogramma vindt u ook een geweldige serie kunststof behuizingen van OKW. Kwaliteitsprodukten zoals u ze van Manudax mag verwachten. De OKW behuizingen horen al ruim 35 jaar tot het internationale topniveau.

Binnen het programma vindt u o.a. vlakke behuizingen, regelkasten, meet-behuizingen, lessenaarkasten en wandkasten. Een belangrijke plaats binnen het programma neemt een gestandaardiseerde serie voor 19"-inbouw in. Deze behuizingen zijn vervaardigd uit slagvast ABS en voldoen aan DIN 41494. Voordelen als: varieerbare vormgeving, variabele opbouw en uitstekende elektrische isolatie gaan samen met een scherpe prijs. Daarnaast kan OKW u ook uitsakend van dienst zijn met technisch spuitgietswerk van hoge kwaliteit volgens uw eigen specificaties.

Uitvoerige documentatie zenden wij u graag toe.



Manudax

Postbus 25,
5473 ZG Heeswijk-Dinther, Holland
tel. 04139-2901, telex 74810
facsimile 04139-1009 (aut)

MAGNETISCHE AFSCHERMINGEN UIT MUMETAAL



Métalimphy produceert magnetische afschermingen volgens uw specificatie en tekening.

Dit zijn o.m. de toepassingen: cathode straalbuizen-transformatoren-photomultipliers-magneetkoppens-bubbelgeheugens, afschermen van complete ruimtes in bijv. laboratoria (afscherming tegen aardmagnetisme).

Alle toepassingen waarbij een afscherming nodig is tegen sterke stoorvelden.

Bovendien kunnen de magnetische afschermingen ook als kooi van Faraday gebruikt worden.

Vraag de uitgebreide documentatie aan. Bel of schrijf.

imphy
HOLLAND BV

High Fidelity alloys

Postbus 5133, 5004 EC Tilburg
tel: 013-636065

U mag gerust Radikor zeggen als u componenten bedoelt.

Het aanbod in componenten van Radikor groeit met de dag.

Componenten zoals connectoren en IC-sockets, flatcables, printrelais en solid state, codeerschakelaars en keyboards, LED's, trafo's en tellers, noem maar op.

Kwaliteitsprodukten in vele uitvoeringen en waarden. En zo nodig custom made.

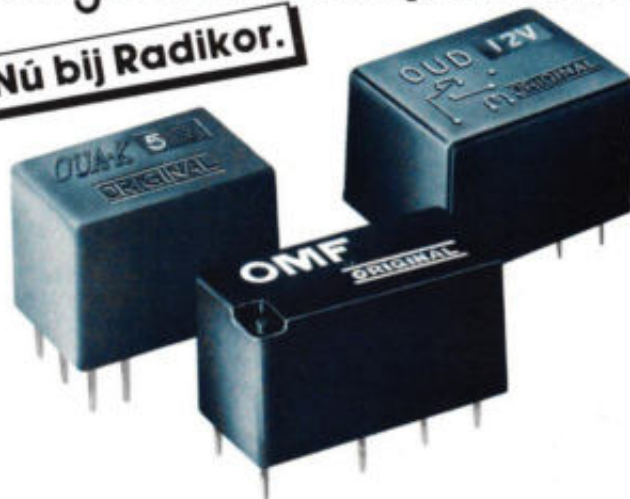
Snel geleverd en uniek in prijsstelling, ook voor kleinere aantallen.

Vraag eens documentatie aan voor...

Bijvoorbeeld:

● **Original miniatuur print-relais.**

Nú bij Radikor.



Wie kent ze niet?

De originele "Original" printrelais.

De kleine blauwe relais in vele verschillende uitvoeringen en specificaties. Betrouwbaar tot en met.

Vanaf nú snel geleverd door Radikor. En de prijs? Nét zo klein als de relais zelf.

RADIKOR

Equivalent voor componenten

Radikor Electronics b.v., Postbus 50006, 1305 AA ALMERE.
Telefoon 03240 - 12554. Telex 70209.

NETFILTERS

Corcom Inc., specialist op het gebied van ontstoringen, produceert een complete serie RFI-netfilters. De filters zijn beschikbaar in uiteenlopende behuizingen en de serie omvat typen voor zowel symmetrische als asymmetrische storingsonderdrukking. Een 36 pagina's tellende catalogus geeft gedetailleerde specificaties over de netfilters en bovendien een schat aan informatie over o.m.: de theorie, de werking en de selectie van netfilters.

Inl.: C & K Components Benelux BV, postbus 170, 3970 AD Driebergen (03438) 18724.

NEMP SIMULATOREN

De elektromagnetische impuls, die vrijkomt bij de explosie van een atoomkop op meer dan 100 km boven het aardoppervlak, kan het functioneren van gevoelige civiele en militaire telecommunicatie-installaties en elektronische meet- en regelsystemen ernstig verstoren. Om te onderzoeken of de NEMP-beschermingsmaatregelen bij dergelijke apparatuur toereikend zijn, worden door fabrikanten en

gebruikers simulatoren toegepast, die de kenmerkende NEMP-parameters – een spanningspuls van 5/200 ns en een E-veld van 50 kV/m – betrouwbaar en reproduceerbaar genereren. De serie mobiele NEMP-generatoren van Emil Haefely & Cie AG, met modulaire generatoren en instelbare laadspanningen tot max. 50, 100 en 200 kV, is geschikt voor het testen van beschermde ruimten, telecommunicatie-apparatuur, elektronische systemen en meet- en regelapparatuur. De serie NEMP-generatoren kan worden gezien als een aanvulling op het programma draagbare NEMP-testers en grote, volgens klantenspecificatie gebouwde testsystemen met spanningen tot 1,5 MV.

Inl.: High Voltage Test Systems, Emil Haefely & Co Ltd, Lehenmattstrasse 353, CH-4028 Basel (061) 411817.

OVERSPANNINGSBEVEILIGINGEN

Overal waar elektronische apparaten onderling zijn verbonden met signaalleidingen, bestaat het

gevaar van beïnvloeding door externe signalen en ongewenste spanningen. Vooral in de computertechniek is dit gevaar bijzonder groot, omdat men er vaak heeft te maken met uitgebreide netwerken van aan elkaar gekoppelde systemen. Om installatie-technische redenen worden datakabels en sterkstroomleidingen vaak in dezelfde kabelgoten gelegd, slechts gescheiden volgens sterkstroomvoorschriften. Deze scheiding is echter niet voldoende om inductieve inkoppeling door transiënten op de sterkstroomleidingen te voorkomen. Spanningspieken van enkele duizenden volt komen hierbij niet zelden voor; data in- en uitgangen kunnen al worden verstoord door pieken van 50 V_p. Om beïnvloeding door dergelijke pieken te voorkomen, ontwikkelde Martzloff und Hahn een serie „Surge Protectors“ (ASP en SSP) voor directe aansluiting op V.24/RS232C interfaces. Alle optredende storingen worden via de massieve aluminium behuizing afgeleid naar de massa van het te beschermen apparaat. De reactietijd van de protectors is 1 ps; gedurende 1 µs kan de beveiliging max. 12 kW dissiperen.

Inl.: Manudax Nederland BV, postbus 25, 5473 ZG Heeswijk (04139) 2901.

MONOLITISCH TRANSISTORPAAR

PMI heeft een monolithisch transistorpaar aan haar programma toegevoegd, nl. de MAT 02.

De extreem gepaarde eigenschappen daarvan, lage ruis en hoge versterking, maken van dit transistorpaar een geschikte ingangsschakeling voor comparatoren en versterkers. De ingangskarakteristieken van de MAT 02 worden gespecificeerd over een collectorstroom-bereik van 1 µA...1 mA. De collector-basisspanning mag van 0...40 V bedragen.

Een MAT 02 in combinatie met een OP-22 micropowerversterker vormt een precisieversterker met hoge versterking bij gebruik van een enkele voedingsspanning, met minimale stroomopname. Deze combinatie is in het bijzonder geschikt als batterij-gevoede instrumentatieversterker. Het laagste ruisniveau en de grootste bandbreedte worden bereikt als de MAT-02 bij hoge collectorstromen wordt gebruikt.

Inl.: Boums Nederland BV, postbus 37, 2270 AA Voorburg (070) 874400.

BELKO EMC intech b.v.



Belling-Lee Intec Ltd zijn met hun veertigjarige ervaring marktleiders in deze technologie met een wereldwijde ervaring en alerte installatie- en testteams. Grote en kleine projecten civiel en voor defensie (NATO, SHAPE etc) zijn in en buiten Nederland reeds gerealiseerd.

Bel of schrijf voor inlichtingen:

specialisten in oplossingen voor EMI - NEMP - TEMPEST

leveringsprogramma omvat:

- kooien (modulair, gelast, aluminium- en koperfolie, anechoic)
- luchtroosters, deuren, RF-locks, vluchtluiken
- netfilters (filterkasten), DC (100dB 10Hz), AC 50, 60, 400Hz. telefoonlijnfilters (ook voor data en PTT goedgekeurd)
- fiber optic (tempest) systemen muxdemux, 32 kanaals, modems, componenten kabel
- flexibele conduit, pakkingen, kous, pasta, strip etc
- consultant, turnkey

Postbus 64 5070 AB Udenhout
Spoorakkerweg 1 5071 NC Udenhout
Holland
Telefoon 04241 - 2480
Telex 52660

Nabestellingen

Reeds verschenen nummers van Elektronica zijn na te bestellen door per gewenst nummer f 5 over te maken op girorekening 4017050, ten name van Kluwer Technische Tijdschriften te Deventer, onder vermelding van „Elektronica”. Vergeet niet aan te geven welk(e) nummer(s) u wenst te ontvangen. Nummers zijn tot twaalf maanden na verschijnen leverbaar.

84/1, 8 januari

Halfgeleiderfabricage in West-Europa

De ontwikkeling van de halfgeleiderfabricage bij een aantal bedrijven in West-Duitsland, Oostenrijk en Nederland.

Harmonischen bij fase-aansnijding
Netvervuiling ten gevolge van vermogensregeling met triacs en thyristoren.

Wigner distributie

Een wiskundige analysemethode voor het karakteriseren van het fysieke gedrag van luidsprekers.

Monolithische geluidsgeneratoren
Enkele produkten; hun toepassing, opbouw en werking.

84/2, 20 januari

PAL verhindert kopiëren van software

Software kan met behulp van pro-

grammeerbare logica (PAL's) worden beschermd tegen ongeoorloofd kopiëren.

Piekdetectie in digitale oscilloscoop

Een piekdetector, die in een digitale geheugenoscilloscoop tussen twee bemonsteringspunten maximum- en minimumwaarden bewaakt, kan de prestaties van de oscilloscoop verbeteren.

Test '83 geslaagd

Een beursverslag van een vakbeurs voor test- en meetinstrumenten.

Japanse apparatuur leert spreken
Spraakanalyse en -synthese in „huishoudelijke” apparatuur.

Precisie instrumentatieversterker
Een geïntegreerde instrumentatieversterker met bijzondere eigenschappen.

84/3, 3 februari

PCM en compressie bij spraak-synthese

Natuurgetrouwe weergave van spraak bij relatief lage bitfrequenties.

Digitale elektrometers

De opbouw en werking van een moderne elektrometer.

Programmeren van logische chips met personal computer

Het programmeren van PAL's.

Referentiespanningsbronnen

Principes, toepassingen en een marktverzicht.

84/4, 17 februari

System 12: opmars der digitale centrales

Deel 1 van een tweedelige serie over de System 12 digitale telefooncentrale van ITT.

Meting van s-parameters van microgolftansistoren

Beschrijving van een meetopstelling op de TH-Eindhoven en het „hoe en waarom” van s-parameters.

Infrarooddetectoren

Verschillende typen infrarooddetectoren en hun toepassingen belycht.

Silicium gate CMOS OpAmp
Een operationele versterker met zeer lage vermogensdissipatie.

Informatica stimuleringsplan
Politiek en elektronica: beleidsvoornemens ten aanzien van de informatietechnologie.

84/5, 9 maart

LCCD geeft kleur aan testen en meten

Met behulp van een door Tektronix ontwikkeld LCD-voorzetscherm verandert men een monochrome kathodestraal-oscilloscoop in een kleuren-scoop.

Principes van de modem
Technieken en specificaties van modems voor datacommunicatie.

System 12: de opmars der digitale centrales (2)

Instrumentatiesysteem met microprocessor

Deel 1 van een driedelige serie over het ontwerp en de toepassingen van een instrumentatiesysteem op basis van de Z80 microcomputer.

Adverteerdersindex

Belangrijke telefoonnummers

Advertentie-reserveringen:

H. Smienk 05700-91471

Materiaal: 05700-91693

Aanvragen bewijssnummers:

05700-91478

Vragen over betalingen:

05700-91484

Hoofd advertentie-exploitatie

L. Havelaar

Advertising representatives

Mr. Piergeorgio Saluti

Wayne Green International,

Peterborough, NH 03458

USA

(603)924-9471

Mr. John Rayment

c/o F. A. Smyth & Associates Ltd.

23A Aylmer Parade,

London N2 0PQ

United Kingdom

(01)3405058

Nippon Keisoku Inc.

(c/o Mr. Y. Yamamoto)

P.O. box 410,

Central Tokyo 100-91

(03)292-0971

Japan

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden, gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissementsrechtbanken en de Kamers van Koophandel.

Air Parts 79

Aittech 96

Analog Devices 38

Arcobel 20

Auriema 12, 54, 106, 114

Auxitrol 72

Avio Diepen 64

B & O 24, 98

Belco Connector 59, 74

Belpa 60

Bodamer 114

Bourms 80, 81

De Buizerd 12

Burr Brown 90

C & K 72

CAD 110, 111

Cartwright Consultants 52

C.E.C 59

C.G.E. Alstom 66

Compcontrol 16, 76

Connector 30

Conrad 95

Deutsche Messe 60

Difa 5

Diode 30, 54

Dugras 95

E.E.M.C 26

El-Contronic 86

Fluke 74

Gould Incorporation 3

Gould Instruments Systems

18, 32, 84, 108

Habia Cable 98

Harting 6

Hestel 42

Hewlett Packard 4, 85

Imphy 86, 116

Intercomponents 114

Intern. Handelskantoor 56

Jobarco 16, 76

Klaasing Electronics 10, 92, 106

Koning en Hartman 36, 50, 78

Koopman 64

Landis & Gyr 73

Malchus 37

Manudax 86, 116

Microtronica 74

Minkels Plaatwerk 80

Molex 0-2

Nijkerk 56, 72

Oude Delft 56

P.C.B 81

Philips Ned. 83

Power Electronics 21

Prima 60

Proto

rint 64

Radiokor 42, 61, 116

Rohde en Schwarz 22

Rodel 42

Rodelco 82

SEB Souria 52, 73

Siemens 46

Simac Electronics 40, 47, 48,

48, 0-4

Smitt 112

Softkey 62, 63

Techmation Electronics 100

Tekelec Airtronic 112

Tektronix 102

Telemos 37

Teleparts 16

Tetraco 37

V & N Electronics 5

Varilec 76

Vekano 32

v. Vliet 35

W en S 23



**"Men heeft het voortdurend over de
nieuwe industriële revolutie.
Maar wie is er eigenlijk in Europa, die
werkelijk wat aan automatisering doet?"**

"Wel – Gould"

Productiviteit en kwaliteitsverbetering in de industrie zijn meer en meer op automatisering gebaseerd. Het is daarom geen wonder, dat de markt voor fabrieksautomatisering, zelfs tijdens een wereldrecessie, met meer dan 25% per jaar groeit.

En wanneer men aan fabrieksautomatisering denkt, denkt men bijna altijd aan Gould – wereldleiders in elektronika zowel als belangrijke producenten met toenemende activiteiten in Europa. Er zijn verschillende afdelingen, die samenwerken om volledig geïntegreerde systemen te produceren – incl. het eerste programmeerbare regelapparaat op de wereld met de snelheid en precisie, die men voor servo-aandrijvingen nodig heeft.

Gould concentreert z'n produkten op zes sleutelgebieden: 32-bit hoogwaardige minicomputers, fabrieksautomatisering, test- en meetapparatuur, medische elektronika, defensie-elektronika en elektronische componenten en materialen. Dit zijn snelgroeiende gebieden, die voor Europa voortdurend belangrijker worden – zodat de plannen van Gould in de komende paar jaar de productie en verkoop in Europa te verdubbelen zin hebben; zowel voor Gould als voor hun cliëntele.

Als u meer over onze onderneming, onze groei-strategie en onze produkten wenst te weten, gelieve u zich te wenden tot: Gould, Afd. X5, Jan van Eycklaan 2, 3720 AB Bilthoven, Nederland.

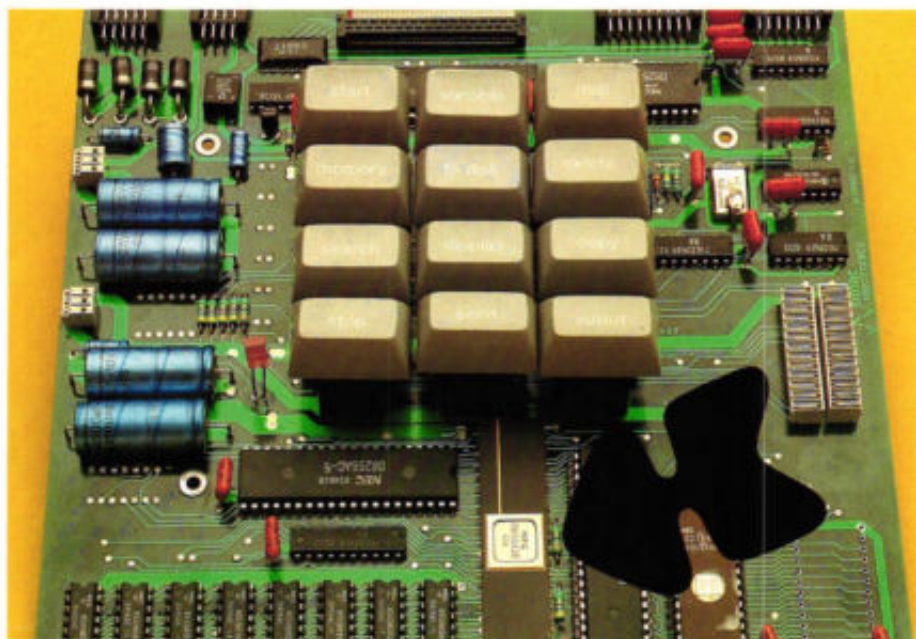


GOULD
Electronics

Nieuws van Simac Electronics



Het ontwikkelen van gate arrays, uw microcomputer en wat wij daarin voor u kunnen betekenen.



Nieuwe ontwikkelingen op het gebied van single chip microcomputers en gate arrays maken de juiste keuze voor uw toepassing steeds moeilijker. Daarom geldt speciaal bij deze complexe chips dat u moet kunnen vertrouwen op een juist advies en inzicht van uw leverancier.

Dit laatste is erg belangrijk evenals het assortiment, een continue kwaliteit en de juiste leveranties op tijd!! NEC is zo'n gedegen kwaliteitsbewuste producent van gate arrays. Zij stelt hoge eisen aan de kwaliteit van haar producten en aan de kennis van diegene die haar vertegenwoordigt. Waarom juist Simac electronics? Omdat juist zij, naast een uitgebreide kennis en ervaring, in deze materie u ook ondersteuning kan geven bij het ontwikkelen. Daarbij heeft zij ook de kennis als het gaat over het gebruik van CAD-systemen, ontwikkel-systemen, etc.

Het grote voordeel echter van NEC gate-arrays is, dat u in deze ingewikkelde CAD-systemen niet hoeft te investeren. U kunt direct uw

applicatie ontwikkelen op bijvoorbeeld uw microcomputer; uw eisen-pakket formuleren en Simac electronics doet de rest.

Logisch dus dat hier ook een gunstige prijs aan vast zit.

De producten range van NEC gate arrays is op te splitsen in 3 technologieën:

1. CMOS:
 - 400, 800, 1300 en 2100 gates met 3 μ s delay time/gate;
 - 4100, 6500 en 1100 gates met 2 μ s delay time/gate;
 - 5 volt voedingsspanning;
 - input en output TTL compatible.
2. TTL:
 - 250 en 550 gates met 2,5 μ s delay time/gate;
 - 1200 en 2000 gates met 0,7 μ s delay time/gate;
 - 5 volt voedingsspanning.
3. ECL:
 - 300 gates met 0,5 μ s delay time/gate;
 - 1200 en 2000 gates met 0,7 μ s delay time/gate;
 - 4,5 volt voedingsspanning;
 - ECL look compatible.

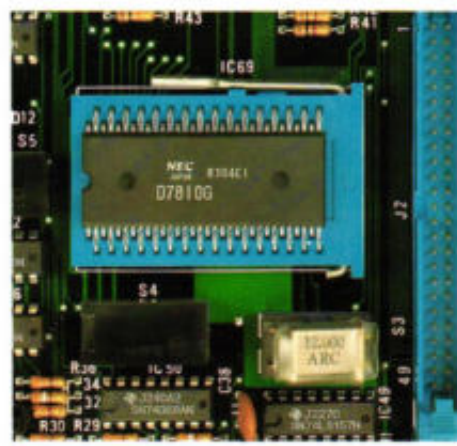
Single chip computers en het voordeel van de software ondersteuning.

Terwijl gate arrays in feite bij puur digitale electronica worden toegepast, bieden single chip computers de voordelen van computer c.q. reken-faciliteiten.

Hiervoor is echter kennis van software nodig. Kennis waar u op moet kunnen rekenen bij uw leverancier, die u naast deze kennis ook de ontwikkelsystemen en/of cross assemblers kan leveren, zodat u in uw bedrijf uw toepassingen kunt ontwikkelen.

De range omvat de volgende items:

1. 4 bits versie μ PD 75xx
 - van 1K tot 4K ROM
 - FIP of LCD controller
2. 8 bits versie μ PD 87xx
 - 1K tot 8K ROM
 - parallel I/O
 - serieel I/O
 - analoge inputs
 - comparator inputs
3. 8 bits versie μ PD 80xx en μ PD 87xx.
 - Intel compatible



**Simac Electronics
voor de allernieuwste
ontwikkelingen,
Uw vertrouwen meer
dan waard.**

met vestigingen te:

Simac Electronics b.v. 5503 HR Veldhoven NL tel.: 040-533725 telex 51037
Simac Electronics pvba/spri 1000 Brussel B tel.: 02-2192453 telex 23662