

---

# **Der Signal Generator SMT als VOR/ILS Testgenerator**

---

Application Note 1GPAN09D

H.-G. Titze 06.94

Produkte:

**Signalgenerator SMT**



**ROHDE & SCHWARZ**

Präzise Generierung der Modulationssignale, hervorragende AM-Eigenschaften und nicht zuletzt das überaus anwenderfreundliche Bedienkonzept machen den Signalgenerator SMT zum idealen Generator für umfassende Tests an VOR/ILS-Navigationsempfängern.

Diese Application Note beschreibt die Möglichkeiten, die der Signalgenerator SMT beim Test von Flugnavigationsempfängern bietet.

Voraussetzung für die Erzeugung von VOR-, ILS- und Marker Beacon -Testsignalen \*) ist die Bestückung mit der Option **Multifunktionsgenerator SM-B6**, als interne Modulationsquelle .

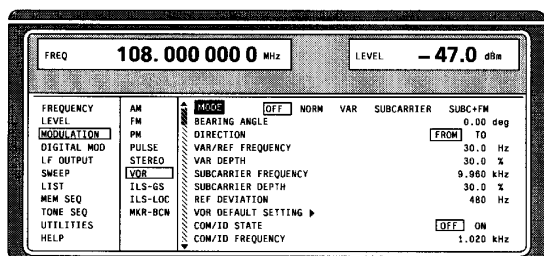


Bild 1: Bedienmenü des SMT

Die Option Multifunktionsgenerator, SM-B6, ermöglicht durch den Einsatz moderner Signalprozessortechnik höchste Präzision der erzeugten VOR/ILS-Modulationssignale bei gleichzeitig hoher Langzeitstabilität und garantiert somit den **hohen Grad an Zuverlässigkeit**, der für den Test von VOR/ILS-Empfängern unabdingbar ist.

Neben der hochgenauen Generierung der Modulationssignale kommt den AM-Modulationseigenschaften des Signalgenerators besondere Bedeutung zu. Der **geringe Frequenz- und Phasengang** des AM-Modulators des SMT bildet die Grundlage für die Präzision der generierten VOR/ILS-Signale.

Neben den technischen Eigenschaften überzeugt der SMT insbesondere durch sein hohes Maß an Bedienkomfort. Das eigens für die SM-Signalgeneratorfamilie entwickelte Bedienkonzept setzt hier Maßstäbe. Das großzügige LC-Display des SMT ermöglicht die übersichtliche Darstellung der

wichtigsten VOR - bzw. ILS-Parameter auf einer Bildschirmseite.

Die hohe Auflösung der Modulationsparameter gestattet umfassende Empfängertests. Fest eingeprogrammierte VOR/ILS-Standard Einstellungen ermöglichen auf einfache Art Funktionstests gemäß ARINC 578 und 579.

Neben den vorprogrammierten Standard Einstellungen können bis zu 50 weitere Einstellungen im nichtflüchtigen Speicher des SMT abgelegt und mit Hilfe der MEMORY SEQUENCE-Funktion auf Tastendruck aktiviert werden . Auf diese Weise lassen sich komplette empfangerspezifische Testabläufe generieren.

Die Einsatzmöglichkeiten des SMT als Testgenerator für Flugnavigationsempfänger sind anhand von Beispielen in den Applikationsschriften

### VOR-Empfängertests mit dem Signal Generator SMT (Application Note 1GPAN10D)

und

### ILS-Empfängertests mit dem Signal Generator SMT (Application Note 1GPAN11D)

beschrieben.

\*) VOR ist die Abkürzung für VHF Omnidirectional Radiorange, ILS die Abkürzung für Instrument Landing System

## Überblick

### VOR Navigation

Das VOR - System dient im zivilen wie auch militärischen Flugverkehr als Navigationshilfe zur Streckennavigation. Es besteht aus einer Vielzahl strategisch angeordneter VOR-Sendestationen.

Der VOR-Sender besteht aus einem Drehfunkfeuer, das durch einen mit 30 Umdrehungen pro Sekunde rotierenden Richtstrahler gebildet wird,

und einer Rundstrahlantenne, über die ein mit einem 30 Hz-Referenzsignal frequenzmodulierter 9960 Hz-Hilfsträger amplitudenmoduliert ausgestrahlt wird. Der Frequenzhub des 30 Hz-Referenzsignals beträgt 480 Hz.

Beide Antennensysteme arbeiten auf einer gemeinsamen HF-Trägerfrequenz im Bereich 108 ... 118 MHz.

Die Rotation des Richtstrahlers bewirkt, daß das abgestrahlte CW-Signal an einem beliebigen Empfangsort amplitudenmoduliert erscheint. Die Phase dieses 30 Hz-Modulationssignals ist bedingt durch die Rotation eine Funktion des Empfangsortes, wogegen die Phase des 30 Hz-Referenzsignals ortsunabhängig ist.

Das 30 Hz-Referenzsignal ist so mit der Rotation des Richtstrahlers synchronisiert, daß sich in Nordrichtung eine Phasendifferenz von 0 Grad ergibt.

Die Richtung, in der sich die empfangene VOR-Station befindet, läßt sich somit nach Demodulation durch einen Vergleich der Phasen beider 30 Hz-Signale ermitteln.

Durch Empfang und Auswertung des Signals einer VOR-Station bestimmt der VOR-Empfänger an Bord des Flugzeugs wahlweise den Winkel zwischen der Verbindungslinie Flugzeug VOR-Station ( Betriebsart "TO" ) oder VOR-Station Flugzeug ( Betriebsart "FROM" ) und der geographischen Nordrichtung.

Der Empfang der Signale zweier VOR-Stationen ermöglicht durch Triangulation die Bestimmung der momentanen Position des Flugzeuges.

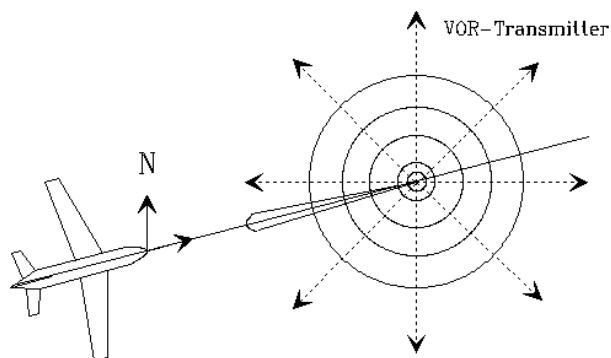


Bild 2 Prinzip des VOR-Systems

Zur Stationskennung wird dem beschriebenen Modulationssignal ein im Morse-Code getastetes NF-Signal der Frequenz 1020 Hz überlagert. Die VOR-Stationskennung umfaßt drei Buchstaben und wird repetierend ausgestrahlt.

In Tabelle 1 sind die genormten VOR-Sendefrequenzen zusammengefaßt.

108.00	111.20	113.20	114.80	116.40
108.05	111.25	113.25	114.85	116.45
108.20	111.40	113.30	114.90	116.50
108.25	111.45	113.35	114.95	116.55
108.40	111.60	113.40	115.00	116.60
108.45	111.65	113.45	115.05	116.65
108.60	111.80	113.50	115.10	116.70
108.65	111.85	113.55	115.15	116.75
108.80	112.00	113.60	115.20	116.80
108.85	112.05	113.65	115.25	116.85
109.00	112.10	113.70	115.30	116.90
109.05	112.15	113.75	115.35	116.95
109.20	112.20	113.80	115.40	117.00
109.25	112.25	113.85	115.45	114.05
109.40	112.30	113.90	115.50	117.10
109.45	112.35	113.95	115.55	117.15
109.60	112.40	114.00	115.60	117.20
109.65	112.45	114.05	115.65	117.25
109.80	112.50	114.10	115.70	117.30
109.85	112.55	114.15	115.75	117.35
110.00	112.60	114.20	115.80	117.40
110.05	112.65	114.25	115.85	117.45
110.20	112.70	114.30	115.90	117.50
110.25	112.75	114.35	115.95	117.55
110.40	112.80	114.40	116.00	117.60
110.45	112.85	114.45	116.05	117.65
110.60	112.90	114.50	116.10	117.70
110.65	112.95	114.55	116.15	117.75
110.80	113.00	114.60	116.20	117.80
110.85	113.05	114.65	116.25	117.85
111.00	113.10	114.70	116.30	117.90
111.05	113.15	114.75	116.35	117.95

Tabelle 1: VOR-Sendefrequenzen (MHz)

## Der SMT als VOR-Testgenerator

Die Option SM-B6 zum Signalgenerator SMT ermöglicht die Generierung des oben beschriebenen VOR-Summenmodulationssignals. Das Summenmodulationssignal lässt sich in der Betriebsart VOR einer beliebigen Trägerfrequenz des SMT als Amplitudenmodulation aufmodulieren. Es steht parallel am LF-Ausgang des SMT als Testsignal zur Einspeisung in Empfängermodule zur Verfügung.

Zur Generierung der VOR-Stationskennung lässt sich dem Summensignal ein NF-Signal (COM/ID)

variabler Frequenz überlagern und mit Hilfe der MEMORY SEQUENCE-Funktion des SMT zeitgenau ein und austasten.

Die Implementierung einer spezifischen VOR-Stationskennung ist in der Applikationsschrift "VOR-Empfängertests mit dem Signal Generator SMT" beschrieben.

Bild 3 zeigt das VOR-Menü des SMT.

<b>FREQ</b> 108.100 000 0 MHz		<b>LEVEL</b> - 47.0 dBm	
<b>VOR</b>			
<b>FREQUENCY</b>	AM	<b>MODE</b>	OFF <u>NORM</u> VAR SUBCARRIER SUBC+FM
<b>LEVEL</b>	FM	<b>BEARING ANGLE</b>	0.00 deg
<b>MODULATION</b>	PM	<b>DIRECTION</b>	<u>FROM</u> TO
<b>LF OUTPUT</b>	PULSE	<b>VAR/REF FREQUENCY</b>	30.0 Hz
<b>SWEEP</b>	STEREO	<b>VAR DEPTH</b>	30.0 %
<b>MEM SEQ</b>	<b>VOR</b>	<b>SUBCARRIER FREQUENCY</b>	9.96 kHz
<b>UTILITIES</b>	ILS-GS	<b>SUBCARRIER DEPTH</b>	30.0 %
<b>HELP</b>	ILS-LOC	<b>REF DEVIATION</b>	480 Hz
	MKR-BCN	<b>VOR DEFAULT SETTING</b>	
		<b>COM/ID STATE</b>	<u>OFF</u> ON
		<b>COM/ID FREQUENCY</b>	1.020 0 kHz
		<b>COM/ID DEPTH</b>	10.0 %
		<b>CARRIER FREQ KNOB STEP</b>	<u>DECIMAL</u> DEFINED
		<b>EXT AM [SENS. 1V/100%]</b>	<u>OFF</u> EXT1

Bild 3

Sämtliche VOR-Parameter lassen sich im VOR-Menü präzise und mit hoher Auflösung variieren.

Neben der Betriebsart NORM, der Standardeinstellung, deren Parametrierung im Bild 3 dargestellt ist, lassen sich in den Betriebsarten "VAR", "SUBCARRIER" sowie "SUBC + FM" einzelne VOR-Signalkomponenten auf Tastendruck zur Überprüfung der Alarmfunktion des VOR-Emp-

fängers unterdrücken, ohne die Parametrierung verändern zu müssen.

Die Funktion VOR DEFAULT SETTING ermöglicht auf Tastendruck eine Einstellung der VOR-Parameter mit Standardwerten.

Der Parameter CARRIER FREQ KNOB STEP ermöglicht wahlweise eine Variation der Trägerfrequenz mit Hilfe des Drehknopfes mit beliebiger

Schrittweite (Einstellung "DECIMAL") oder einen Wechsel zwischen den genormten VOR-Sendefrequenzen gemäß Tabelle 1 (Einstellung "DEFINED").

### Zusammenfassung der VOR-Daten des SMT.

#### VOR-Betriebsarten

NORM	Standard VOR-Signal
VAR	30 Hz-VAR-Ton
SUBCARRIER	9.96 kHz-Träger, unmoduliert
SUBC+FM	9.96 kHz-Träger, FM-moduliert

#### Modulationstöne

##### 30Hz (VAR,REF)

Einstellbereich	20 ... 40 Hz
Auflösung	0,1 Hz

##### Bearing Angle (Phaseneinstellung)

Defaulteinstellung	0,00°
Einstellbereich	0 ... 360°
Auflösung	0,01°
Einstellfehler	
Modulationssignal	< 0,01°
HF-Signal	< 0,05°, typ. 0.01°

##### 9,96 kHz-FM-Träger

Einstellbereich	5 ... 15 kHz
Auflösung	10 Hz
	Frequenzhub,
30Hz-REF	0 ... 960 Hz
Defaulteinstellung	480 Hz
Auflösung, Hub	1 Hz
Einstellfehler, Hub	< 1 Hz

##### COM/ID-Ton

Defaulteinstellung	1020 Hz
Einstellbereich	0,1 Hz ... 20 kHz
Frequenzauflösung	0,1 Hz

##### Klirrfaktor

30 Hz-VAR-Ton	< 0,1%
9,96 kHz-FM-Träger	< 0,1%

COM/ID-Ton < 0,1%

#### **Amplitudenmodulation**

Modulationstiefe 30 Hz-VAR-Ton

Einstellbereich	0 ... 100%
Auflösung	0,1%
Einstellfehler (30%)	typ. < 0,5% der AM-Einstellung

9,96 kHz-Träger

Einstellbereich	0 ... 100%
Auflösung	0,1%
Einstellfehler (30%)	typ. < 0,5% der AM-Einstellung

COM/ID-Ton

Einstellbereich	0 ... 100%
Auflösung	0,1%
Einstellfehler (30%)	typ. < 0,5% der AM-Einstellung

#### ILS, Instrument Landing System

Das ILS-System wurde als Landehilfe entwickelt und erlaubt Landungen unter schwierigen Wetter- und damit Sichtbedingungen. Es versorgt den Piloten während des Landeanfluges mit Informationen bezüglich der Position des Flugzeugs relativ zum idealen Anflugkurs.

Beim ILS-Verfahren werden zur Azimut- und Gleitwegführung des Flugzeugs jeweils zwei sich teilweise überdeckende Richtkeulen gleicher Trägerfrequenz ausgestrahlt, von denen eine mit einem 90 Hz- , die andere mit einem 150 Hz-Ton amplitudenmoduliert ist. Der Modulationsgrad der beiden Töne beträgt je 20% für den Landekursender und 40% für den Gleitwegsender.

Die Trägerfrequenz des Landekursenders ("Localizer") liegt im Bereich zwischen 108 MHz bis 112 MHz, die des Gleitwegsenders ("Glide Slope") im Bereich 328,8 MHz bis 335.4 MHz. Jeder Localizer-Sendefrequenz ist eine bestimmte Glide Slope-Frequenz zugeordnet (siehe Tabelle 2).

Befindet sich das Flugzeug genau in der Verlängerung der Landebahn - also im Überlappungsbereich der Localizer-Richtkeulen - , so empfängt es beide Signale des Landekursenders (Localizer) mit der gleichen Intensität. Der Unterschied

der Modulationstiefe beider Töne (DDM, Difference in Depth of Modulation) des empfangenen Summensignals beträgt in diesem Fall Null.

Der Bereich, in dem die Intensität beider Richtkeulen des Localizer-Systems mit gleicher Intensität empfangen werden, beträgt in der Praxis etwa  $3^\circ$  bis  $6^\circ$ .

Weicht der Landekurs des Flugzeugs von dieser Leitlinie ab, so überwiegt das Signal einer der beiden Richtkeulen des Landekursenders. Das Summensignal weist in diesem Fall eine unterschiedliche Modulationstiefe der Modulationstöne auf (DDM ungleich Null). Der DDM-Wert stellt somit ein Maß für die Abweichung vom idealen Landekurs dar.

Vom Flugzeug aus gesehen überwiegt links der Leitlinie das mit 90 Hz, rechts der Leitlinie das mit 150 Hz modulierte Signal.

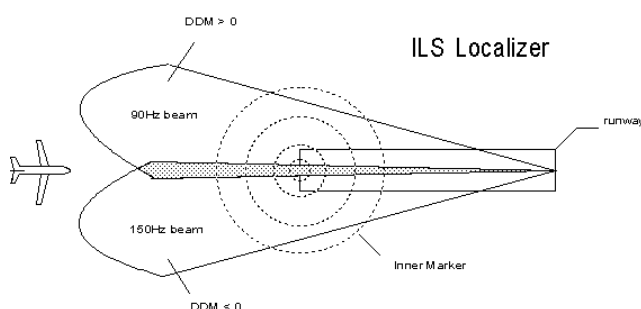


Bild 4: ILS-Localizer Prinzip

Zur Kennung der ILS-Sendestation wird dem Localizer-Modulationssignal wie beim VOR-System ein im Morse-Code getastetes NF-Signal (1020 Hz) überlagert.

Analog zur Azimutführung beträgt die empfangene Modulationstiefe für beide Signalkomponenten je 40%, wenn sich das Flugzeug genau auf dem idealen Gleitpfad (Glide Slope) befindet.

Oberhalb des Gleitpfades überwiegt die 90 Hz-Komponente, unterhalb die 150 Hz-Komponente. Im Gegensatz zum Landekurssignal wird dem Gleitwegsignal keine Stationskennung überlagert.

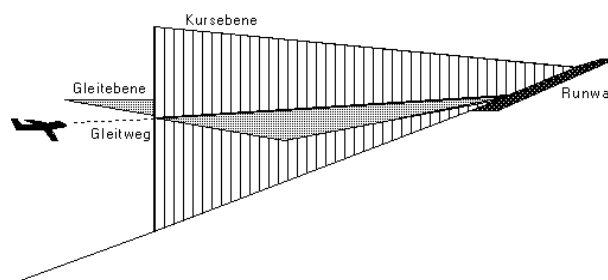


Bild 5 Prinzip des ILS-Systems

Tabelle 2 zeigt die verwendeten ILS-Localizer- und die dazugehörigen Glide-Slope-Frequenzen in MHz.

### Der SMT als ILS Testgenerator

Die Option Multifunktionsgenerator, SM-B6, ermöglicht die Erzeugung hochpräziser ILS-Landekurs (Localizer)- und ILS-Gleitweg (Glide Slope)-Testsignale. Analog zur Betriebsart VOR steht sowohl das Empfängertestsignal (RF) als auch das Modulationssignal (LF) parallel zur Verfügung. Dem ILS-Modulationssignal läßt sich ein NF-Signal (COM/ID) zur Landeplatzkennung überlagern.

Zur Generierung einer ILS-Stationskennung läßt sich dem Summensignal ein NF-Signal (COM/ID) variabler Frequenz überlagern und mit Hilfe der MEMORY SEQUENCE-Funktion des SMT zeitgenau ein- und austasten.

Die Implementierung einer spezifischen ILS-Stationskennung ist in der Applikationsschrift "ILS-Empfängertests mit dem Signal Generator SMT" eingehend beschrieben.

Bild 6 zeigt das ILS-Landekurs-Menü (ILS-LOC).

Localizer (MHz)	Glide Slope (MHz)	Localizer (MHz)	Glide Slope (MHz)
108.10	334.70	110.10	334.40
108.15	334.55	110.15	334.25
108.30	334.10	110.30	335.00
108.35	333.95	110.35	334.85
108.50	329.90	110.50	329.60
108.55	329.75	110.55	329.45
108.70	330.50	110.70	330.20
108.75	330.35	110.75	330.05
108.90	329.30	110.90	330.80
108.95	329.15	110.95	330.65
109.10	331.40	111.10	331.70
109.15	331.25	111.15	331.55
109.30	332.00	111.30	332.30
109.35	331.85	111.35	332.15
109.50	332.60	111.50	332.90
109.55	332.45	111.55	332.75
109.70	333.20	111.70	333.50
109.75	333.05	111.75	333.35
109.90	333.80	111.90	331.10
109.95	333.65	111.95	330.95

Tabelle 2

Das ILS-Localizer-Menü bietet 3 ILS-Betriebsarten zur Auswahl : NORM, 90 Hz und 150 Hz.

Die Betriebsart "NORM" entspricht der ILS-Localizer-StandardEinstellung.

Durch Auswahl der Betriebsarten "90 Hz" oder "150 Hz" läßt sich einer der beiden ILS-Modulationstöne auf Tastendruck zum Test der Alarmfunktion des ILS-Empfängers selektiv unterdrücken, ohne die Parametrierung zu verändern.

Sämtliche ILS-Parameter lassen sich im ILS-LOC- bzw. ILS-GS-Menü präzise und mit hoher Auflösung variieren.

Die Auflösung des DDM-Wertes beträgt 0,01% .Er läßt sich entweder direkt, als resultierender Stromwert des ILS-Anzeigeeinstrumentes oder als Verhältnis der Modulationsgrade von 90 Hz- und 150 Hz-Signal in dB eingeben.

Der DDM-Wert berechnet sich nach folgender Formel :

$$DDM = [AM(90 \text{ Hz}) - AM(150 \text{ Hz})] / 100\%$$

Entsprechend der Anordnung der Richtkeulen kennzeichnen somit positive DDM-Werte eine Abweichung nach links bzw. oben bezogen auf den idealen Anflugkurs.

Ein positiver DDM-Wert führt automatisch zu einer "RIGHT"-Anzeige des Parameters "FLY". Analog läßt sich das Vorzeichen des DDM-Wertes durch Wechsel des Parameters FLY auf einfache Art und Weise invertieren.

Neben der numerischen Variation des DDM-Wertes bietet der SMT die Möglichkeit, bei Empfängertests häufig benutzte DDM-Werte mit Hilfe des Drehknopfes abzurufen. Der Parameter DDM VAR STEP ist zu diesem Zweck von DECIMAL auf DEFINED umzuschalten.

Analog ermöglicht die Einstellung "DEFINED" des Parameters CARRIER FREQ KNOB STEP die Variation der HF-Trägerfrequenz gemäß Tabelle 2.

Ein Wechsel vom Landekurs- (ILS-LOC) zum Gleitwegbetrieb (ILS-GS) führt bei dieser Einstellung automatisch zu einer Anpassung der HF-Trägerfrequenz auf die korrespondierende ILS-Glide Slope-Trägerfrequenz.

Der Parameter SUM OF DEPTH erlaubt eine Variation der arithmetischen Summe der Modulationsgrade beider Modulationstöne, ohne den DDM-Wert zu verändern.

Der effektive AM-Modulationsgrad des Summensignals wird von der Phasenbeziehung beider Modulationstöne beeinflusst. Die Phase beider Modulationstöne läßt sich mit Hilfe des Parameters LEFT/RIGHT- bzw. UP/DOWN-PHASE variieren. Bei einer Einstellung von 60° entspricht der effektive Modulationsgrad dem Wert des Parameters SUM OF DEPTH.

Für weitergehende Tests läßt sich dem ILS-Modulationssignal ein externes Störmodulationssignal überlagern. Hierzu ist der Parameter AM EXT auf EXT1 umzuschalten und das Störsignal an den Modulationseingang EXT1 anzulegen.

Die Funktion DEFAULT SETTING ermöglicht auf ILS-GS-Parameter mit Standardwerten.  
Tastendruck eine Einstellung der ILS-LOC bzw.

FREQ		108.100 000 0 MHz		LEVEL		- 47.0 dBm	
<b>VOR</b>							
FREQUENCY	AM	MODE	OFF	<u>NORM</u>	90Hz	150Hz	
LEVEL	FM	DDM					0.000 0
<b>MODULATION</b>	PM	DDM					0.00 µA
LF OUTPUT	STEREO	DDM					0.0 dB
SWEEP	VOR	FLY		<u>LEFT</u>	RIGHT		
MEM SEQ	ILS-GS	SUM OF DEPHT					40.0 %
UTILITIES	<b>ILS-LOC</b>	LEFT FREQUENCY					90.0 Hz
HELP	MKR-BCN	RIGHT FREQUENCY					150.0 Hz
		LEFT/RIGHT PHASE					0.0 deg
		ILS DEFAULT SETTING					
		COM/ID STATE		<u>OFF</u>	ON		
		COM/ID FREQUENCY					1.020 kHz
		COM/ID DEPHT					10.0 %
		DDM KNOB STEP		<u>DECIMAL</u>	DEFINED		
		CARRIER FREQ KNOB STEP		<u>DECIMAL</u>	DEFINED		
		EXT AM [SENS. 1V/100%]		<u>OFF</u>	EXT1		

Bild 6: ILS-Landekurs-Menü (ILS-LOC)



## Zusammenfassung der ILS-Daten des SMT

### ILS-Betriebsarten ILS-LOC/ILS-GS

NORM	Standard Localizer / Glide Slope-Signal + COM/ID-Ton
90 Hz	Unterdrückung des 150 Hz-Modulations tons
150 Hz	Unterdrückung des 90 Hz-Modulations tons

### ILS-Modulationstöne \*)

90 Hz-Ton	
Einstellbereich	60 ... 120 Hz
Auflösung	0,3 Hz
150 Hz-Ton	
Einstellbereich	100 ... 200 Hz
Auflösung	0,5 Hz
COM/ID-Ton	
Einstellbereich	0,1 Hz ... 15 kHz
Auflösung	0,1 Hz

\*) Bei Variation der Frequenz des 90 Hz- bzw. des 150 Hz-Tons erfolgt automatisch eine proportionale Anpassung des jeweils anderen Tons, so daß das Frequenzverhältnis zwischen beiden Tönen von 3 : 5 erhalten bleibt.

### Amplitudenmodulation \*\*)

Summenmodulationstiefe (SOD), 90Hz und 150 Hz-Ton	
Einstellbereich	0 ... 100%
Auflösung	0,1%
Einstellfehler	typ. < 0,5% der AM-Einstellung **)
Defaulteinstellungen	
Localizer	40%
Glide Slope	80%

### DDM-Nullfehler des SMT

Modulationssignal	< 0,0002, typ. 0,0001
-------------------	--------------------------

HF-Signal	< 0,0004, typ. 0,0001
-----------	--------------------------

### Differenz der Modulationsgrade (DDM)

Localizer (ILS-LOC) und Glide Slope (ILS-GS)	
Einstellbereich	0 ... +/- SOD
Auflösung	0,0001
DDM-Fehler	
Modulationssignal	< 0,005*DDM + 0,0002
HF-Signal	< 0,02*DDM + 0,0004

### Phaseneinstellung zwischen 90 Hz- und 150 Hz-Signal \*\*\*)

Einstellbereich	0 ... 120°
Auflösung	0,01°
Einstellfehler	
Modulationssignal	< 0,02°
HF-Signal	< 0,05°

\*\*) Die angegebenen Fehlerwerte gelten im Frequenzbereich von 108 bis 118 MHz sowie 329 bis 335 MHz. Sie gelten nicht in der Betriebsart ATTENUATOR MODE FIXED.

\*\*\*) Als Phase zwischen den beiden Modulationssignalen ist die Phase zwischen zwei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen (Nullphase) der Sinussignale bezogen auf den Nulldurchgang des 150 Hz-Signals in Grad des 150 Hz-Signals definiert.

### Marker Beacons

Neben dem ILS-System stehen dem Piloten im Landeanflug drei Funkbaken, die sogenannten **Marker Beacons**, als Anflughilfe zur Verfügung. Die Funkbaken signalisieren dem Piloten beim Überfliegen die Entfernung zur Landebahn und geben ihm die Möglichkeit, seine Flughöhe zu kontrollieren. Sie sind in einer Entfernung von 5 nautischen Meilen, 1300 Fuß sowie unmittelbar vor der Landebahn angeordnet.

Das Signal der äußeren Funkbake ("Outer Marker") ist zur Identifizierung mit einem 400 Hz-Ton, das der mittleren Bake ("Middle Marker") mit einem 1300 Hz-Ton und das der der Landebahn am

nächsten gelegenen Bake ("Inner Marker") mit einem 3000 Hz-Ton amplitudenmoduliert. Der Modulationsgrad beträgt jeweils 95%. Zur zusätzlichen Kennung werden die Modulationssignale der drei Funkbaken unterschiedlich getastet.

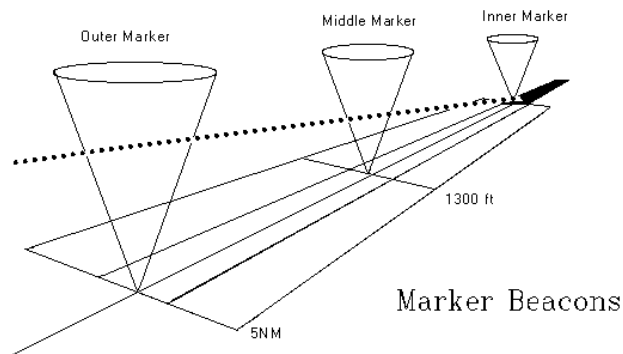


Bild 7: Marker Beacons

Die Tastung des Modulationssignals lässt sich mit Hilfe der MEMORY SEQUENCE-Funktion des SMT auf einfache Weise erzeugen. Die Implementierung der Markererkennung ist in der Applikationsschrift "ILS-Empfängertests mit dem Signal Generator SMT" detailliert beschrieben.

Die verwendeten Trägerfrequenzen der Funkbaken liegen im Frequenzbereich von 74,6 MHz bis 75,4 MHz.

74.600	74.775	74.950	75.125	75.300
74.625	74.800	74.975	75.150	75.325
74.650	74.825	75.000	75.175	75.350
74.675	74.850	75.025	75.200	75.375
74.700	74.875	75.050	75.225	75.40
74.725	74.900	75.075	75.250	
74.750	74.925	75.100	75.275	

Tabelle 3: Marker Beacon Frequenzen (MHz)

## Erzeugung von Marker Beacon-Signalen mit dem SMT

Bild 8 zeigt das Marker Beacon -Menü (MKR-BCN) des SMT.

Die Auswahl des gewünschten Markersignals erfolgt über den Parameter MARKER FREQ, mit dem die Modulationsfrequenz gewählt wird.

FREQ		75.000 000 0 MHz		LEVEL		- 47.0 dBm	
<b>MKR-BCN</b>							
FREQUENCY	AM	MARKER BEACON STATE				OFF <u>ON</u>	
LEVEL	FM						
<b>MODULATION</b>	PM	MARKER FREQ		<u>400</u>	1300	3000	Hz
LF OUTPUT	STEREO	MARKER DEPTH		95.0 %			
SWEEP	VOR						
MEM SEQ	ILS-GS	COM/ID STATE				<u>OFF</u> ON	
UTILITIES	ILS-LOC	COM/ID FREQUENCY		1.020 0 Hz			
HELP	<b>MKR-BCN</b>	COM/ID DEPTH		5.0 %			
		CARRIER FREQ KNOB STEP		<u>DECIMAL</u> DEFINED			

Bild 8

Dem 400 Hz, 1300 Hz oder 3000 Hz - Modulationssignal kann ein weiteres Signal ("COM/ID") überlagert werden.

Der Parameter CARRIER FREQ KNOB STEP bietet analog zur Bedienung des ILS-Menüs die Möglichkeit die Trägerfrequenz des Marker Beacons gemäß der in Tabelle 3 aufgeführten Werte zu variieren.

**Literatur:**

Lüttich F.; Klier J.: Signal Generator SMT, Der Signallieferant für Empfänger und EMV-Messungen bis 3 GHz. Neues von Rohde & Schwarz (1993) Nr. 142, S. 13-15