



# ESTAmat® MH Bedienungsanleitung MV1151



VISHAY ELECTRONIC GMBH - Geschäftsbereich ROEDERSTEIN, ESTA und Hybride  
Hofmark-Aich-Str. 36 - Phone 0871 / 86-0 - Fax 0871 / 86 25 12 - D-84030 Landshut - Germany

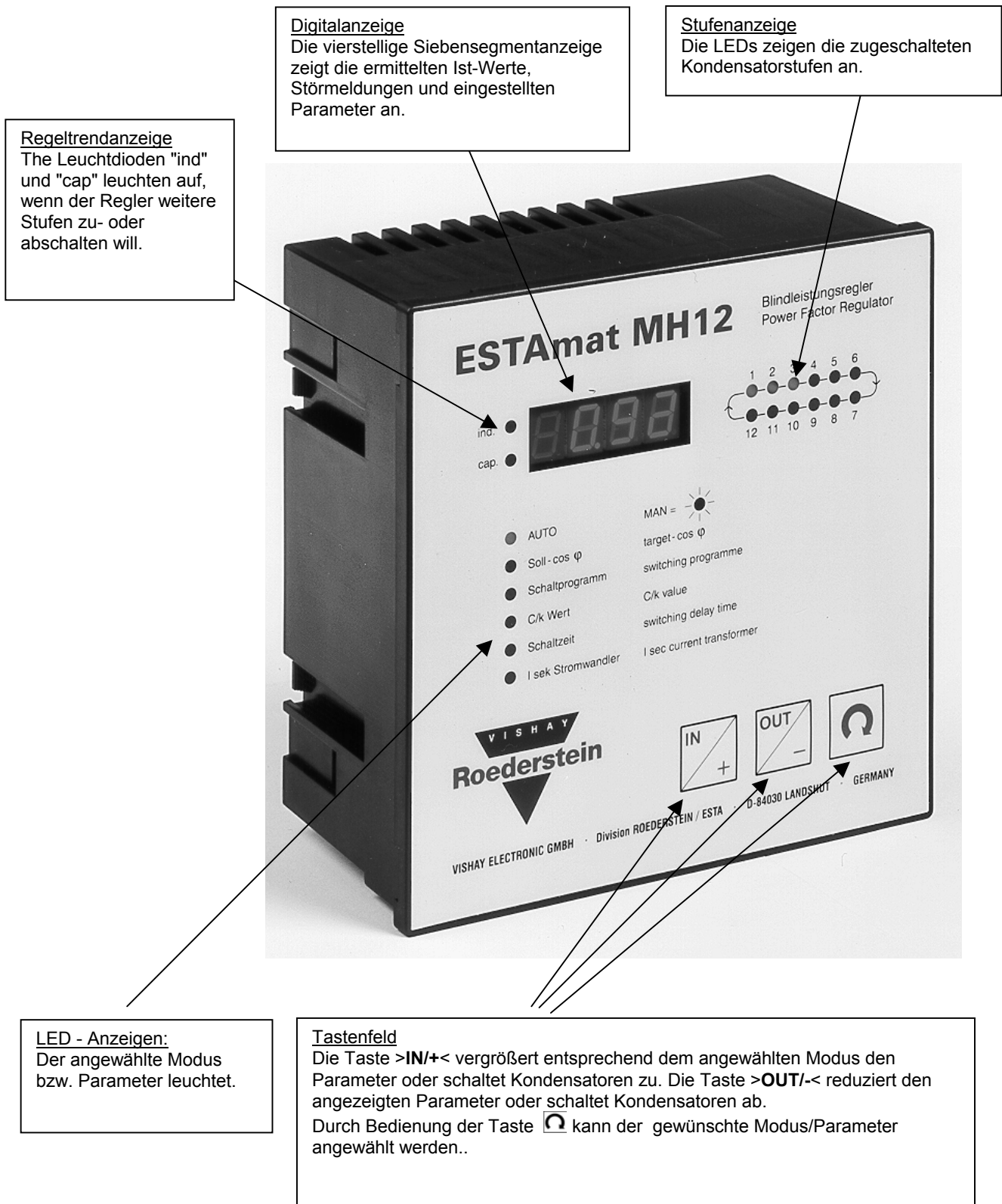
[www.vishay.com](http://www.vishay.com)

Ausgabe September 2000

Version 1.1.2

Issue September 2000  
Document Number: 13123

## Bedienungselemente



**Inhaltsverzeichnis****1. Kurzanleitung für Inbetriebnahme**

1.1 Einstellung	4
1.2 Inbetriebnahme	4

**2. Allgemein**

2.1 Funktion und Arbeitsweise	5
2.2 Kreisschaltung	5
2.3 Spannungsunterbrechung	5
2.4 Optimiertes Schaltverhalten	5
2.5 Generatorbetrieb (4 Quadrantenbetrieb)	5
2.6 Wiederauschaltperrzeit	5
2.7 Parallelbetrieb	5
2.8 Summenstromwandler	6

**3. Anschluß**

3.1 Anschluß des ESTAmat MH	6
3.2 Allgemeine Anschlußhinweise	6
3.3 Anschlußhinweise für den Stromwandler	6

**4. Inbetriebnahme**

4.1 Sichtkontrolle	6
4.2 Überprüfung der Anschlußspannung	6
4.3 Überprüfung der Einstellwerte	6
4.4 Inbetriebnahmetests	7
4.5 Funktionsprüfung bei Schwachlast	7

**5. Betriebsart**

5.1 Automatikbetrieb	7
5.2 Handbetrieb	7

**6. Einstellungen und Anzeigen**

6.1 Ist- und Soll-cos $\phi$	7
6.2 Schaltprogramme	8
6.3 C/k-Wert	8
6.4 Schaltzeit	9
6.5 Stromwandler-Sekundärstrom	9
6.6 Wiederauschaltperrzeit und Verriegelung	9

**7. Störmeldungen**

7.1 Meßstrom zu gering	9
7.2 Meßstrom zu groß	9
7.3 Unterkompensation	9
7.4 Alarmrelais	9

**8. Fehlersuche**

10

**9. Technische Daten**

9.1 Meßkreis	11
9.2 Steuerkreis	11
9.3 Geräteanschlußwerte	11
9.4 Mechanischer Aufbau	11

**10. Anschlußschaubild**

11



## 2. Allgemein

### 2.1 Funktion und Arbeitsweise

Der mikroprozessor-gesteuerte ESTAmat MH kann überall dort eingesetzt werden wo eine automatische Regelung des Leistungsfaktors benötigt wird. Alle Funktionen des 'ESTAmat MH' werden von einem Mikroprozessor gesteuert. Eine Schutzeinrichtung (Watchdog) überwacht permanent den Prozessor auf fehlerfreie Funktion. Voraussetzung für ein einwandfreies Arbeiten des 'ESTAmat MH' ist die richtige Zuordnung von Strom und Spannung, da die Meßsignale aus der gleichen Phase kommen müssen. In der Regel wird der Strom in Phase L1 und die Spannung zwischen den Phasen L1 und N eingelesen. Über die 6 bzw. 12 Ausgangsrelais können Kondensatorstufen mit den vorgegebenen Regelreihen geschaltet werden.

Die Leistung der kleinsten Kondensatorstufe bestimmt die Stufenzahl der Regelanlage.

### 2.2 Kreisschaltung

Bei der Kreisschaltung werden die Kondensatoren die zuerst eingeschaltet wurden, auch als erste wieder abgeschaltet. Die Schaltung erfolgt nach dem FIFO-Prinzip, First-IN-First-OUT. Erfolgt die Zuschaltung in der Reihenfolge 1-2-3-4-5 werden die Kondensatoren in der gleichen Reihenfolge 1-2-3-4-5 wieder abgeschaltet.

Die Kreisschaltung verteilt die Belastung gleichmäßig auf alle Bauteile wie Schütze und Kondensatoren. Ein weiterer Vorteil ist, daß eine einmal abgeschaltete Kondensatorstufe bis zu ihrer Wiedereinschaltung genügend Zeit zum Entladen hat.

Die Vorteile der Kreisschaltung gelten auch für die sogenannten Pendelschaltprogramme. Wird z.B. die Regelreihe 1:2:2:2:2 angewandt, so werden die »2er«-Stufen ebenfalls nach dem Kreisschaltungsprinzip zugeschaltet.

Die »1er«-Stufe wird dann lediglich zur Feinabstufung verwendet.

Der 'ESTAmat MH' bietet somit bei allen Regelprogrammen mit unterschiedlicher Wertigkeit den Vorteil, die Pendelstufe nicht durch das ganze Schaltprogramm immer wieder zu- und abschalten zu müssen.

### 2.3 Spannungsunterbrechung

Bei Netzunterbrechungen werden im Regler sämtliche Ausgangsrelais abgeschaltet.

Bei Spannungswiederkehr beginnt die Zuschaltung der Kondensatoren nach Ablauf der Sperrzeit. Damit ist sichergestellt, daß die Kondensatoren ausreichend entladen sind und eine schädliche Zuschaltung in Phasenopposition zur Netzspannung vermieden wird.

### 2.4 Optimiertes Schaltverhalten

Der ESTAmat MH mißt ständig die Blindleistungsanforderungen bzw. Änderungen des Blindleistungsbedarfs und schaltet aufgrund des optimierten Schaltverhaltens immer die größtmögliche Kondensatorstufe.

Bei einer Regelanlage mit z.B. 25 : 25: 50 : 50 : 50 kVAr wird bei einem Blindleistungsbedarf von mindestens 50 kVAr sofort eine 50-kVAr-Stufe zugeschaltet und nicht schrittweise über die 25-kVAr-Stufe. Damit wird die Anzahl der Schaltungen reduziert und die Lebensdauer von Kondensatoren und Schützen erhöht.

### 2.5 Generatorbetrieb (4 Quadrantenbetrieb)

Die zunehmende Nutzung regenerativer Energiequellen wie Windkraft, Sonnenenergie, Biogas, Wärmekraftkopplung, aber auch die Verwendung von Notstromversorgungen, fordern von modernen Blindleistungsreglern eine einwandfreie Funktion auch bei Generatorbetrieb. Der "ESTAmat MH" erkennt die dabei auftretende Energieumkehr, d. h. die Rückspeisung ins Netz, und kompensiert weiter in Richtung Verbraucher.

### 2.6 Wiederzuschaltsperrzeit

Die Zeit zwischen Abschalten einer bestimmten Stufe bis zum frühestmöglichen Wiederschalten wird als Wiederzuschaltsperrzeit definiert. Beim "ESTAmat MH" beträgt diese Wiederzuschaltsperrzeit 20, 60 oder 180 Sekunden. Der Vorteil dabei ist, daß bei schnellen Laständerungen (z. B. Kräne, Aufzüge) der Regler einen Kondensator erst wieder zuschaltet, wenn sich der Kondensator auf ein vertretbares Niveau entladen hat.

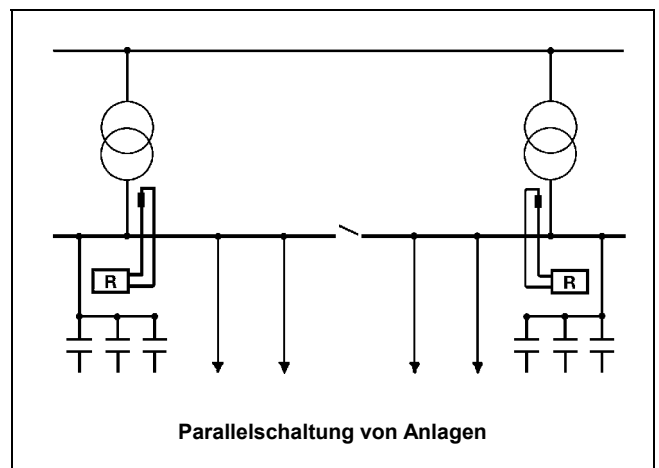
Auch bei Handschaltung wird die Wiederzuschaltsperrzeit, je nach Wahl von 20, 60 oder 180 Sekunden eingehalten.

Wenn die Wiederzuschaltsperrzeit für eine benötigte Stufe noch läuft, blinkt der Dezimalpunkt der Digitalanzeige.

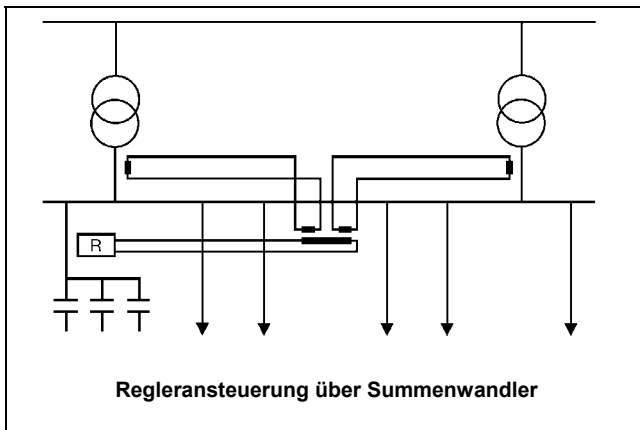
### 2.7 Parallelbetrieb

Werden 2 Netzabschnitte mit jeweils eigenständiger Regelanlage zusammengeschaltet, so beeinflussen sich die zwei Regler, da sich die Ströme über beide Transformatoren aufteilen. Damit es hierbei zu keinem Pendeln der beiden Regler kommt, sollten die C/k-Werte unterschiedlich eingestellt werden. Damit kommt es zu einem sogenannten "führend-folgt"- Verhalten, indem ein Regler träger reagiert.

#### Parallelbetrieb



## 2.8 Summenstromwandler



Ermittlung des C/k-Wertes siehe Punkt 6.3.2

## 3. Anschluß

### 3.1 Anschluß des ESTAmat MH

Der Anschluß erfolgt über eine verschraubbare Steckleiste, mit folgender Kennzeichnung:

Klemmen	Anschluß
1	Stromwandleranschluß k, X/5 A oder X/1 A
2	Stromwandleranschluß I, X/5 A oder X/1 A
3	- (nicht belegt)
4	Netzanschluß N, 230 VAC
5	Netzanschluß L1, 230 VAC
6	- (nicht belegt)
7, 8	potentialfreier Störmeldekontakt, Schließer
9 - 14	Steuerausgänge für Schütze 1-6
15 - 20	Steuerausgänge für Schütze 7-12

### 3.2 Allgemeine Anschlußhinweise

1. Der Regler ist intern mit einer Feinsicherung 100 mA (Glasrohrsicherung 5 x 20 mm) abgesichert. Diese Sicherung ist von außen nicht zugänglich.

2. Die Größe der externen Sicherung richtet sich nach der Stromaufnahme der angeschlossenen Schütze. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß ein einzelner Steuerkontakt zwar mit maximal 5 A belastet werden darf, jedoch die externe Sicherung den Wert von 10 Ampere nicht überschreiten darf.

Der Gesamtstrom sollte nicht mehr als 10 A betragen!

3. Alle Steuerkontakte, außer dem Störmeldekontakt, sind mit einer Funkenlöschkombination (RC-Glied) überbrückt. Die Impedanz des RC-Gliedes beträgt 30 k $\Omega$  bei 50 Hz.

### 3.3 Anschlußhinweise für den Stromwandler

1. Voraussetzung für die einwandfreie Funktion des ESTAmat MH ist die richtige Zuordnung von Strom und Spannung. Der Stromwandler muß in der Phase eingebaut sein, von der auch die Versorgungsspannung abgegriffen wird. In der Regel befindet sich der Stromwandler in der Phase L1 und die Spannung wird zwischen der Phase L1 und N abgegriffen.

2. Bei ungleicher Phasenbelastung sollte der Stromwandler in der am höchsten belasteten Phase eingebaut werden.

3. Der Stromwandler ist so einzubauen, daß durch ihn der gesamte nachgeordnete Verbraucherstrom einschließlich dem der Kondensatoren fließt. Dies ist in der Regel unmittelbar nach dem Einspeisetransformator und hinter dem Tarifizähler-Meßsatz.

4. Für das Wandleranschlußkabel ist bei einer Entfernung bis zu 10 Meter ist ein Leitungsquerschnitt von mindestens 2,5 mm<sup>2</sup> vorzusehen. Bei längeren Zuleitungen muß ein höherer Leitungsquerschnitt oder ein Stromwandler mit einer höheren Leistung verwendet werden.

5. Kann ein bereits vorhandener Stromwandler mitbenutzt werden, so sind die Strompfade der einzelnen Geräte immer in Reihe mit dem ESTAmat MH zu schalten. Es ist auch auf ausreichende Leistung der Stromwandler zu achten.

6. Das Übersetzungsverhältnis des Wandlers sollte dem Bedarf der Verbraucher angepaßt sein. Bei einem überdimensionierten Wandler bekommt der ESTAmat MH ein zu kleines Meßsignal und regelt deshalb entweder ungenau oder überhaupt nicht und signalisiert die Störung "Stromausfall".

### Hinweis:

Bei Arbeiten am Stromwandlersekundärkreis (z.B. beim Ausbau des ESTAmat MH) ist stets darauf zu achten, daß die Stromwandlerklemmen zuvor kurzgeschlossen werden.

## 4. Inbetriebnahme

### 4.1 Sichtkontrolle

Nach Abschluß der Einbauarbeiten sollten nochmals alle Anschlüsse des Hauptstromkreises und die Anschlußklemmen der Steuerleitungen, sowie die Schrauben zur Fixierung der Steckleiste kontrolliert werden.

### 4.2 Überprüfen der Einstellwerte

Beim Anlegen der Versorgungsspannung werden für jeweils 2 Sekunden die Programmversion (z.B. "1.1.2") und die eingestellten Standardwerte für den Soll-cos $\phi$ , die Schaltprogrammart, die Stufenanzahl, den C/k-Wert und die Schaltzeit angezeigt.

Der ESTAmat MH wird mit folgender Standardeinstellung ausgeliefert :


<b>Soll-cos<math>\phi</math>:</b>	<b>1,00</b>
<b>Schaltprogrammart:</b>	<b>1:1:1:1</b>
<b>Stufenanzahl:</b>	<b>6 (MH12: 12)</b>
<b>C/k-Wert:</b>	<b>0,025 A</b>
<b>Schaltzeit:</b>	<b>'LoAd'</b>
<b>Wiederzuschaltsperrzeit:</b>	<b>20 Sekunden</b>
<b>Verriegelung:</b>	<b>nicht aktiviert</b>

In Übereinstimmung mit dem Anlagentyp müssen folgende Werte bei der Inbetriebnahme unbedingt kontrolliert und evtl. angepaßt werden:

- **Schaltprogrammart und Stufenanzahl**
- **C/k-Wert**

Änderungen können wie unter Punkt 6 beschrieben durchgeführt werden.

#### Hinweis:

Sollte der ESTAmat MH zuvor auf Handbetrieb umgestellt worden sein, schaltet der Regler nach Spannungswiederkehr automatisch wieder auf Handbetrieb. Es werden dann alle Kondensatorstufen, die vorher eingeschaltet waren, unter Berücksichtigung der Wiederzuschaltsperrzeit, zugeschaltet. Durch drücken der Taste  kann dieser Vorgang abgebrochen werden.

#### 4.4 Inbetriebnahmetests

Für einen Funktionstest empfiehlt es sich, den Soll- $\cos\phi$  auf 1,00 einzustellen. Nach der Rückkehr in den Automatikbetrieb sollten nun unter der Voraussetzung, daß genügend induktive Verbraucher eingeschaltet sind, entsprechende Stufen zugeschaltet werden.

Nach Erreichen des  $\cos\phi$  1,00 ist der Soll- $\cos\phi$  auf 0,85 induktiv einzustellen. Der ESTAmat MH sollte nun einige Stufen abschalten, um den neuen Soll- $\cos\phi$  zu erreichen.

Nach Abschluß dieser Tests ist der gewünschte Soll- $\cos\phi$  wieder für den Normalbetrieb einzustellen.

Wird vom EVU ein  $\cos\phi$  von z.B. 0,9 verlangt, sollte der Soll- $\cos\phi$  auf 0,92 oder 0,95 eingestellt werden. In Gebieten mit Scheinleistungsabrechnung empfiehlt es sich, einen Soll- $\cos\phi$  von 1,00 einzustellen.

#### 4.5 Funktionsprüfung bei Schwachlast

Das Zu- oder Abschalten von Kondensatorstufen im Automatikbetrieb ist mit Hilfe der Tasten "IN/+" oder "OUT/-" möglich. Die Schaltungen werden entsprechend der eingestellten Schaltprogrammart durchgeführt.

### 5. Betriebsarten

#### 5.1 Automatikbetrieb

Im Automatikbetrieb werden die Kondensatoren, abhängig vom Blindleistungsbedarf, der  $\cos\phi$ -Abweichung vom eingestellten Soll-Wert und dem C/k-Wert automatisch zugeschaltet.


Für Prüfzwecke ist während des Automatikbetriebs eine Zu- oder Abschaltung von Kondensatoren per Hand jederzeit möglich:

Taste "OUT/-": Abschalten von Kondensatoren.  
Taste "IN/+": Zuschalten von Kondensatoren.

#### Hinweis:


Wenn der Dezimalpunkt im Display blinkt, ist noch die Wiederzuschaltsperrzeit wirksam. Es wird jedoch die Tastenbedienung gespeichert, und die Kondensatorstufe nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit eingeschaltet.

#### 5.2 Handbetrieb

Um auf Handbetrieb umzuschalten, muß die Taste  solange gedrückt werden, bis das Display dunkelgesteuert wird (ca. 5 Sekunden). Danach kann die Taste losgelassen werden. Angezeigt wird der Handbetrieb durch die blinkende LED "AUTO". Im Handbetrieb ist das manuelle Zu- oder Abschalten von Kondensatoren möglich:

Taste "OUT/-": Abschalten von Kondensatoren.  
Taste "IN/+": Zuschalten von Kondensatoren

Die automatische Regelung ist dabei unwirksam, d.h. die eingeschalteten Kondensatoren bleiben permanent zugeschaltet.

Der Handbetrieb kann aus jedem beliebigen Modus gewählt werden. Zum Verlassen des Handbetriebes reicht eine kurze Betätigung der Taste .

#### Hinweis:


Der Handbetrieb-Umstellung bleibt auch bei Spannungsunterbrechung erhalten. Der Regler schaltet nach Spannungswiederkehr selbsttätig wieder in den Handbetrieb. Kondensatoren, die vor der Spannungsunterbrechung eingeschaltet waren, werden unter Berücksichtigung der Wiederzuschaltsperrzeit erneut zugeschaltet.

Durch Bedienung der Taste  kann dieser Vorgang abgebrochen werden

Wenn der Dezimalpunkt im Display blinkt, ist noch die Wiederzuschaltsperrzeit wirksam. Es wird jedoch die Tastenbedienung gespeichert und die Kondensatorstufe nach Ablauf der Wiederzuschaltsperrzeit eingeschaltet.

Die Tasten "IN/+" oder "OUT/-" sind zum Teil mit einer Wiederholungsfunktion ausgestattet. Bei einer kurzen Betätigung wird der angezeigte Parameter nur um einen Schritt verändert, während bei einer längeren Betätigung die schrittweise Änderung im 0,5 Sekundentakt erfolgt.

### 6. Einstellungen und Anzeigen

**Einstellungen und Anzeigen sind nach Anwahl des gewünschten Modus mit der Taste  möglich.**

#### 6.1 Ist- und Soll- $\cos\phi$

Bezogen auf die Netzfrequenz ermöglichen elektronische Meß-EingangsfILTER eine äußerst genaue  $\cos\phi$ -Anzeige, unabhängig von der jeweiligen Kurvenform von Strom und Spannung. Dieser Vorteil gilt insbesondere für Betriebe mit überdurchschnittlichen Oberschwingungsbelastungen.

Angezeigt wird immer der aktuelle Ist- $\cos\phi$ . Ein Minuszeichen vor dem Leistungsfaktor bedeutet, daß dieser kapazitiv ist.

Der Soll- $\cos\phi$  kann im Bereich von 0,85 induktiv bis 0,95 kapazitiv eingestellt werden:

Taste "OUT/-": Soll- $\cos\phi$  reduzieren.  
Taste "IN/+": Soll- $\cos\phi$  erhöhen.

Bei gleichzeitigem Drücken der Tasten "OUT/-" und "IN/+" erfolgt für den Soll- $\cos\phi$  die Standardeinstellung "1,00". Gespeichert wird der Wert, der beim Verlassen des Einstell-Modus für den Soll- $\cos\phi$  angezeigt wird.

## 6.2 Schaltprogramme:

Folgende Werte müssen bei der Inbetriebnahme unbedingt überprüft und evtl. neu eingestellt werden:

- Schaltprogrammart und Stufenanzahl
- C/k-Wert.

Die Wertigkeit der Schaltprogrammart wird vierstellig dargestellt (z.B: 1111, 1222, 1244).

Mit Hilfe der Stufen-LED's werden die aktivierten Ausgänge angezeigt.

Zuerst wird die aktuelle Schaltprogrammart im Display angezeigt. Andere Schaltprogrammarten können mit Hilfe der Tasten "IN/+" und "OUT/-" ausgewählt werden. Veränderungen werden durch das blinkende Display signalisiert.

Wenn keine Änderungen vorzunehmen sind, oder die richtige Schaltprogrammart eingestellt ist, ist die Eingabe mit der Taste **↵** zu bestätigen.

Folgende Schaltprogrammarten stehen zur Verfügung:

1.	1:1:1:1 ...	7.	1:2:2:2 ...
2.	1:1:2:2 ...	8.	1:2:3:3 ...
3.	1:1:2:4 ...	9.	1:2:3:4 ...
4.	1:1:2:3 ...	10.	1:2:3:6 ...
5.	1:1:2:4:4 ...	11.	1:2:4:4 ...
6.	1:1:2:4:8 ...	12.	1:2:4:8 ...

Als nächstes wird die Stufenanzahl angezeigt. Mit Hilfe der Stufen-LED's wird die Anzahl der aktivierten Ausgänge permanent angezeigt. Die Stufenanzahl kann mit Hilfe der Tasten "IN/+" und "OUT/-" verändert werden. Veränderungen werden durch blinkende Stufen-LEDs signalisiert. Wenn keine Änderungen vorzunehmen sind, oder die richtige Anzahl bereits ausgewählt wurde, ist die Eingabe ebenfalls mit der Taste **↵** zu bestätigen.

### Hinweis:

Wird die Schaltprogrammart oder die Stufenanzahl verändert, werden beim Verlassen der Modusart 'Schaltprogramm' alle eingeschalteten Stufen abgeschaltet.

## 6.3 C/k-Wert

Der C/k-Wert ist der Ansprechwert des Blindleistungsreglers. Der Wert steht für die Blindstromansprechschwelle des Reglers in Ampere reaktiv. Überschreitet der Blindstromanteil der Last den eingestellten C/k-Wert, wird dies durch eine der beiden Regeltrend-LED's angezeigt.

Angezeigt wird immer der aktuelle C/k-Wert.

Taste "OUT/-": C/k-Wert verkleinern.

Taste "IN/+": C/k-Wert vergrößern.

Bei gleichzeitigem Drücken der Tasten "OUT/-" und "IN/+" erfolgt die Standardeinstellung des C/k-Wertes auf "0,025".

### 6.3.1 Berechnung und Einstellen des C/k-Wertes:

Durch die Tasten "IN/+" und "OUT/-" kann der C/k-Wert im Bereich von 0,025 A bis maximal 1,5 A verändert werden. Der C/k-Wert wird wie folgt berechnet:

$$C/k = \frac{Q}{1,73 \cdot U \cdot k}$$

**Q = Leistung der kleinsten Kondensatorstufe**  
**U = Außenleiterspannung**  
**k = Stromwandler-Übersetzungsverhältnis**

Beispiel : Q = 25 kvar; U = 400 V; k = 1000:5 = 200;

$$C/k = 25\,000 \text{ VA} / (400\text{V} \cdot 1,73 \cdot 200) = 0,18 \text{ A}$$

### Hinweis:

Wird der C/k-Wert verändert, werden beim Verlassen der Modusart 'C/k-Wert' alle eingeschalteten Stufen abgeschaltet.

## 6.3.2 Summenstromwandler

Bei der Einspeisung von mehreren Transformatoren auf eine Niederspannungsschiene müssen die Ströme der Transformatoren mit Stromwandler gemessen und über Summenstromwandler addiert werden.

Dabei ist besonders auf die richtige Polung zu achten, da sich ansonsten die Ströme der einzelnen Wandler subtrahieren.

Der C/k-Wert errechnet sich bei dieser Konfiguration wie folgt:

$$C/k = \frac{Q}{1,73 \cdot U \cdot k}$$

**Q = Leistung der kleinsten Kondensatorstufe**  
**U = Außenleiterspannung**  
**k = Σ Stromwandler-Übersetzungsverhältnisse**

$$k = K1 + K2 + K3 \dots$$

z.B.: 2 Stromwandler 600/5, k = 120

$$k = 120 + 120 = 240$$

### C/k Werte für 400 V

Stromwandler	C/k-Werte für 400 V												
	kleinste Kondensatorstufe [kvar]												
	5	10	12,5	15	16,7	20	25	30	40	50	60	100	150
50:5	0,72	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75:5	0,48	0,96	1,20	1,44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100:5	0,36	0,72	0,90	1,08	1,21	1,44	-	-	-	-	-	-	-
150:5	0,24	0,48	0,60	0,72	0,80	0,96	1,20	1,44	-	-	-	-	-
200:5	0,18	0,36	0,45	0,54	0,60	0,72	0,90	1,08	1,44	-	-	-	-
250:5	0,14	0,29	0,36	0,43	0,48	0,58	0,72	0,87	1,15	1,44	-	-	-
300:5	0,12	0,24	0,30	0,36	0,40	0,48	0,60	0,72	0,96	1,20	1,44	-	-
400:5	0,09	0,18	0,23	0,27	0,30	0,36	0,45	0,54	0,72	0,90	1,08	-	-
500:5	0,07	0,14	0,18	0,22	0,24	0,29	0,36	0,43	0,58	0,72	0,87	1,44	-
600:5	0,06	0,12	0,15	0,18	0,20	0,24	0,30	0,36	0,48	0,60	0,72	1,20	-
800:5	0,05	0,09	0,11	0,14	0,15	0,18	0,23	0,27	0,36	0,45	0,54	0,90	1,35
1000:5	0,04	0,07	0,09	0,11	0,12	0,14	0,18	0,22	0,29	0,36	0,43	0,72	1,08
2000:5	0,02	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11	0,14	0,18	0,22	0,36	0,54
2500:5	-	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,07	0,09	0,12	0,14	0,17	0,29	0,43
3000:5	-	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07	0,10	0,12	0,14	0,24	0,36
4000:5	-	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,11	0,18	0,27



#### 6.4 Schaltzeit

Die Zeit vom Überschreiten der Hysterese bis zum Schaltvorgang wird als Schaltzeit definiert. Die Überschreitung muß während der ermittelten Schaltzeit permanent anliegen. Die Schaltzeit kann vom 'ESTAmat MH' lastabhängig ermittelt oder vom Anwender fest vorgegeben werden.

Es sind folgende feste Schaltzeiten möglich:  
**10, 30, 60, 120, 180, 300 und 500 Sekunden**

Lastabhängig sind folgende Schaltzeiten möglich:  
**2 - 500 Sekunden**

Angezeigt wird die aktuelle Schaltzeit.

Taste **"OUT/-"**: Schaltzeit verkleinern.  
Taste **"IN/+"**: Schaltzeit vergrößern.

Bei gleichzeitigem Drücken der Tasten **"OUT/-"** und **"IN/+"** erfolgt eine Standardeinstellung der Schaltzeit auf "LoAd". Die lastabhängige Schaltzeitermittlung ist aktiviert, wenn in der Digitalanzeige **'LoAd'** angezeigt wird. Die lastabhängige Schaltzeitermittlung ist zu bevorzugen, da damit **in den meisten Fällen ein Optimum erreicht wird.**

#### 6.5 Stromwandler-Sekundärstrom

Anzeige des Wandlersekundärstromes in Ampère.  
Keine Einstellungen erforderlich.


#### 6.6 Wiederschaltsperrzeit und Verriegelung (Programmversion 1.1.2)

Die eingestellten Sollwerte, wie Soll-cos $\phi$ , Schaltprogrammart, Anzahl der Schaltstufen, C/k-Wert und Schaltzeit können verriegelt werden und sind somit gegen unbelegte Bedienung geschützt. Die Wiederschaltsperrzeit kann auf 20, 60 oder 180 Sekunden eingestellt werden.

##### 6.6.1 Die Parameter

Parameter	Werte	Bedeutung
-01-	on off	Verriegelung ein Verriegelung aus
-02-	20,60,180	Wiederschaltsperrzeit in Sekunden
Stop/End	-	Beenden des Einstellmenüs



##### 6.6.2 Aktivieren des Einstellmenüs:

Zum Ändern der Wiederschaltsperrzeit oder um die Verriegelung zu de-/aktivieren muß ein spezielles Einstellmenü angewählt werden. Hierzu müssen die drei Tasten **"IN/+"**, **"OUT/-"** und  solange gleichzeitig gedrückt bleiben, bis alle Segmente des Displays aufleuchten (Anzeige: '8888'). Mit der Freigabe der Tasten wird der Parameter **-01-** abwechselnd mit seiner aktuellen Belegung im Display angezeigt. Die Parameternummern werden stets mit Bindestrich angegeben (z.B.: **-01-**; **-02-**). Die Parameterbelegung wird in Zahlen (z.B.: **20, 60, 180**) oder Worten (z.B.: **on, off**) dargestellt.

##### 6.6.3 Auswahl eines Parameters:


Im Modus der abwechselnden Anzeige eines Parameters und seines Wertes kann mit den Tasten **"IN/+"** oder **"OUT/-"** auf einen anderen Parameter umgeschaltet werden.

##### 6.6.4 Verändern der Parameterbelegung:

Die Belegung (=Wert) eines Parameters kann verändert werden, wenn nach Anwahl der gewünschten Parameternummer (siehe 6.6.3.) die Taste  gedrückt wird. Anschließend blinkt der aktuelle Wert des Parameters und kann mit Hilfe der Tasten **"IN/+"** und **"OUT/-"** vergrößert bzw. verkleinert werden. Mit Hilfe der Taste  wird der

angezeigte Wert bestätigt. Der Wert wird dauerhaft abgespeichert. Anschließend wird, wie in Punkt 6.6.2 beschrieben, abwechselnd der Parameter und sein Wert dargestellt.

##### 6.6.5 Verlassen des Einstellmenüs:

Das Einstellmenü kann verlassen werden, wenn mit Hilfe der Tasten **"IN/+"** oder **"OUT/-"**, wie in Punkt 6.6.3 beschrieben, die Anzeige 'Stop' / 'End' gewählt wird. Mit Taste  kann dann der Einstellmodus verlassen werden. Der Einstellmodus wird ebenfalls verlassen, wenn innerhalb von 2 Minuten keine Tastenbedienung erfolgt.

##### Wichtiger Hinweis:

Bei Werksauslieferung ist die Wiederschaltsperrzeit auf 20 Sekunden eingestellt und die Verriegelung ist nicht aktiviert.

Wenn beim Verändern der Sollwerte die Anzeige 'SAFE' erscheint, ist die Verriegelung aktiviert worden.

##### Hinweis:

Schaltet man nicht per Hand auf den Automatikbetrieb zurück, wird nach 30 Sekunden Wartezeit auf Automatikbetrieb gewechselt.

Dies ist ebenso für Punkt 6.1 - 6.4 gültig

#### 7. Störmeldungen

Störungen werden durch das Blinken der beiden Regel-trend-Leuchtdioden ("ind" und "cap") und mit Hilfe eines Symbols im Display angezeigt. Die Störmeldung ist nur solange vorhanden, wie auch der Fehler anliegt. Ein Quittieren ist nicht erforderlich.

##### 7.1 Meßstrom zu gering

Voraussetzung: Meßstrom ist für mindestens 2 Sekunden kleiner als 25 mA.

Meldung: Blinken der Regel-trend-LEDs.  
Fehlersymboldarstellung "≡" im Display.  
Die Kondensatoren werden, wenn die Fehlermeldung länger als 5 Minuten anliegt, abgeschaltet.

##### 7.2 Meßstrom zu groß

Voraussetzung: Meßstrom ist für mindestens 2 Sekunden größer als 5,3 A

Meldung: Blinken der Regel-trend-LEDs.  
Fehlersymboldarstellung "≡O" im Display.

##### 7.3 Unterkompensation

Voraussetzung: Der Ist-Leistungsfaktor ist permanent für mindestens 15 Minuten kleiner 0,9 induktiv.


Meldung: Blinken der Regel-trend-LEDs.  
Anzeige des aktuellen Ist-cos $\phi$ .  
Alarmkontakt schließt.

##### 7.4 Alarmrelais

Das Störmelderelais ist eine zusätzliche Kontrolle für die Funktionsüberwachung. Wird ein vorgegebener Leistungsfaktor durchgehend länger als 15 Minuten nicht erreicht, wird dies über das Störmelderelais signalisiert. Dadurch können zu gering gewordene Kompensationsleistungen oder sonstige Störungen rechtzeitig erkannt und beseitigt werden.

Der potentialfreie Kontakt des Alarmrelais ist geschlossen, wenn die Versorgungsspannung fehlt, oder die Fehlermeldung Unterkompensation vorliegt.

## 8. Fehlersuche

Fehler	mögliche Ursachen
Display ist dunkel	<ul style="list-style-type: none"><li>- Betriebsspannung fehlt</li><li>- Gerätesicherung ist defekt. Eventuell wurde eine überhöhte Betriebsspannung angelegt.</li></ul>
Störung "≡I"	<ul style="list-style-type: none"><li>- Meßstrom ist kleiner als 25 mA, eventuell Stromwandler zu groß.</li><li>- Leitung zum Stromwandler unterbrochen.</li><li>- Bei Eigenstromerzeugung kann der Wandlerstrom auf Null gehen, wenn der Eigenbedarf und die Generatorleistung etwa gleich sind, und ein Soll-cosφ von 1,00 eingestellt ist.</li></ul>
Störung "≡O"	<ul style="list-style-type: none"><li>- Meßstrom ist größer als 5,3 A, eventuell Stromwandler zu klein.</li></ul>
Störung "EPR" oder "EEPR"	<ul style="list-style-type: none"><li>- Es ist ein gravierender interner Hardware-Fehler eingetreten. Der "ESTAmat MH" muß zur Überprüfung zurückgeschickt werden.</li></ul>
Regler schaltet nicht, Ist-cosφ wird angezeigt und LED "auto" blinkt	<ul style="list-style-type: none"><li>- Der Regler ist auf "man" geschaltet; mit der Taste  in den Automatikbetrieb umschalten.</li></ul>
Regeltrend-LEDs blinken, alle Kondensatorstufen sind eingeschaltet.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Kompensationsleistung ist zu klein, der Zielleistungsfaktor kann nicht erreicht werden.</li><li>- Die Kondensatoren nehmen keinen Strom mehr auf, evtl. sind die NH-Sicherungen defekt.</li></ul>
Regler pendelt.	<ul style="list-style-type: none"><li>- C/k-Wert zu niedrig.</li></ul>
Der Regler zeigt einen kapazitiven Leistungsfaktor, obwohl ind. Last vorhanden ist, und keine Stufen eingeschaltet sind.	<ul style="list-style-type: none"><li>- k / I -Klemme vertauscht.</li></ul>
Der eingestellte Soll-cosφ wird erreicht, entspricht aber nicht dem tatsächlichen Anlagenleistungsfaktor.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Stromwandler / Meßspannung nicht in der selben Phase</li></ul>
Regler schaltet nicht, Regel-LEDs dunkel	<ul style="list-style-type: none"><li>- die an den Summenstromwandler angeschlossenen Einzel-Stromwandler wurden nicht richtig gepolt und heben sich damit auf, anstatt sich zu addieren; Wandlersekundärstrom überprüfen.</li><li>- C/k-Wert falsch eingestellt.</li><li>- Stufenleistung für diese Anwendung zu groß.</li></ul>

## 9. Technische Daten

### 9.1 Meßkreis

Genauigkeit:	Klasse 1
Meßeingangsfiter:	Jeder Meßkreis ist mit einem Bandpaßfilter ausgestattet
Meßfrequenz:	50 Hz (60 Hz auf Wunsch)
Meßspannung:	mit der Versorgungsspannung intern verbunden
Meßstrombereich:	25 mA - 5 A
Meßstrom-Leistungsaufnahme:	1 VA
Meßstrom-Dauerüberlastung:	maximal 20 %
Stromwandler:	x/5 A oder x/1 A, Klasse 1

### 9.2 Steuerkreis

Stufenzahl:	6 oder 12 Stufen
Schaltzeit:	blindlastabhängig (2-500 Sekunden) oder fest einstellbar (10, 30, 60, 120, 180, 300, 500 Sekunden)
Wiederzuschaltsperrzeit:	20, 60, 180 Sekunden
Fehleranzeige:	für Stromausfall oder Überstrom im Meßkreis und Unterkompensation
Alarmrelais:	Versorgungsspannungsausfall und Unterkompensation
Kontaktbelastbarkeit:	5 A / 265 VAC; Bei den Stufenrelais sind die Kontakte mit Entstörkondensatoren 47 nF überbrückt.

### 9.3 Geräteanschlußwerte

Betriebsspannung:	230 VAC±15 %, 50Hz (60Hz und/oder 115 VAC auf Wunsch)
Leistungsaufnahme:	max. 8 W
Gerätesicherung:	100 mA tr. 5 x 20 mm, im Gerät
Anschluß:	über 14-polige (MH12: 20-polig) Steckerleiste mit Schraubkontakten, Steckerarretierung durch 2 Schrauben
Externe Sicherung:	maximal 10 A

### 9.4 Mechanischer Aufbau

Fronplatte:	142 x 142 mm
Schalttafelausschnitt:	138 x 138 mm
Tiefe:	ca. 65 mm
Gewicht:	max. 0,65 kg
Ausführung:	nach EN 50178, Schutzklasse II, und EN 61010-1, CE - Zertifizierung: EN50081-2, EN61000-6-2
Schutzart:	IP 40
Betriebs-Umgebungstemperatur:	-25 bis +60 Grad Celsius

## 10. Anschlußschaltbild

### Rückansicht des Reglers

