

Bedienungsanleitung: Temperatur Regler für Metallheizwider- stände, TPRA

FSM
Elektronik GmbH
Kirchzarten



1. Beschreibung:

Der Widerstandsheizregler TPRA dient zur Temperaturregelung von Heizleitern, die mit einem Schweißtransformator betrieben werden, wie es bei Verpackungsmaschinen üblich ist.

Da die verwendeten Heizleiter einen positiven Temperaturkoeffizienten T_k haben, nimmt der Widerstand des Heizleiters mit der Temperatur zu. Dieser Effekt wird für die Temperatur - messung und - regelung verwendet.

Der Temperaturregler arbeitet als reiner Proportionalregler, der den optimalen Proportionalverstärkungs - faktor für die verwendete Transformator-Heizleiter-Kombination in einer Parametrierungsphase **selbständig** ermittelt.

Für die Erfassung des Temperatur-Istwertes wird der Widerstand des Heizleiters bestimmt, indem die Spannung und der Strom am Heizleiter ständig gemessen werden.

Der Widerstandsheizregler TPRA kann für Heizleiter mit den Temperaturkoeffizienten $7.46 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{K}$, $10.8 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{K}$ und $39 \cdot 10^{-4} 1/^\circ\text{K}$ eingestellt werden. Er kann je nach eingestelltem Temperaturbereich in einem Bereich von $0...300^\circ\text{C}$ oder $0...500^\circ\text{C}$ arbeiten.

Der Regler stellt sich während der Parametrierung, zum Beispiel nach Netz-Ein, nach einem gewollten Start der Parametrierung oder nach einem Reset selbständig auf die Spannung und den Strom durch den Heizleiter ein. Die Spannung am Heizleiter kann in einem Bereich von $1...80\text{V}$ liegen. Der Strom durch den Heizleiter, der mit einem Stromwandler gemessen wird, kann in einem Bereich von 20 bis 500A liegen. (Bei zusätzlichem Shunt am Stromwandler und einer größeren Type kann der Strombereich auch bis 1000A betragen.) Die Parametrierungs-Werte können gespeichert werden, so daß dann nach Netz-Ein das automatische Parametrieren entfällt und die Parameter direkt aus dem Speicher zur Verfügung stehen.

Der Temperaturregler schaltet auch Schweißtransformatoren hoher Güte, wie z.B. Ringkerntransformatoren auf der Primärseite, ohne daß ein Stromstoß entsteht, da ein patentiertes Sanfteinschalt-Verfahren verwendet wird. Automatisch nach Netz-Ein oder der Parametrierung wird ein initialisierendes Remanenz-setzen mit unipolarem Phasenanschnitt von 100 bis 300ms Dauer durchgeführt. Bei jedem Schweißvorgang wird dann nur noch ein kurzes Remanenz-setzen von 60 ms Dauer, beziehungsweise 40 ms Dauer nach kurzen Schweißpausen, verwendet. Für die Temperaturregelung selbst benutzt der Regler eine symmetrische Phasenanschnittsteuerung, die so arbeitet, dass auch bei Ringkerntrafos keine Eisenkernsättigung eintritt und damit Stromspitzen immer vermieden werden. (Die Remanenz ist die bleibende Magnetisierung im Transformator-Eisenkern, die auch nach dem Ausschalten im Eisenkern gespeichert wird. Diese läßt sich durch Beaufschlagen der Trafoprimaryseite mit unipolaren Spannungsabschnitten definierter Breite gezielt beeinflussen.)

Der Widerstandsheizregler TPRA hat **vier Betriebszustände**: a, b, c, d:

a. Parametrierung:

Während der Parametrierung paßt sich der Widerstandsheizregler automatisch an die Schweißtransformator-Heizleiter-Kombination an. Es wird der R20-Widerstand des Heizleiters bestimmt, das ist der Widerstand des unbestromten Heizleiters bei 20°C Umgebungstemperatur. Deshalb muß dabei der Heizleiter auch die Umgebungstemperatur angenommen haben. Der beim Parametrieren, Kalibrieren, gemessene Widerstand wird als der Widerstand vom Regler angenommen, den der Heizleiter bei 20 Grad C hat..

In diesem Zustand blinkt die gelbe Leuchtdiode „Kalibrierung“ und das Istwert-Instument schlägt rhythmisch aus. (Siehe auch 2.5)

Wenn die Parametrierungs-Art „Neu-Parametrieren“ gewählt ist, geht der Regler gleich nach Netz-Ein beziehungsweise nach einem Reset in den Parametrierungs-Zustand. Wenn die Parametrierungs-Art „Speicher“ gewählt ist, geht der Regler nur dann in den Parametrierungs-Zustand, **wenn vor Netz-Ein** oder einem Reset, am Steuereingang „Parametrierung-Speichern“ ein High-Signal anliegt, was dann beim Parametrieren weggenommen werden kann.

b. Regler-Aus-Zustand: (Netz Ein vorhanden)

Im Aus-Zustand mißt der Widerstandsheizregler fortwährend den Widerstand des Heizleiters und ermittelt daraus dessen Temperatur und gibt sie an den Istwert-Ausgang aus.

Die Messung des Widerstandes erfolgt nicht kontinuierlich sondern in bestimmten Abständen, wobei für jede Messung eine angeschnittene Netzhalbwelle der immer gleichen Polarität, mit einem Stromflußwinkel von 0.09 Periodendauern (1.8ms bei 50Hz-Netzfrequenz) an den Transformator angelegt wird. Die zeitliche Länge der Abstände richtet sich nach der Temperatur des Heizleiters. Ist der Heizleiter auf 20°C abgekühlt, beträgt der Meßabstand 1.5s, bei einer Temperatur des Heizleiters von 300°C beträgt der Messabstand im Regler Aus Zustand nur 100ms. (Der Stromflußwinkel ist proportional der Dauer des Stromsflusses während einer Sinushalbwellen, $180 \text{ grd} = 10 \text{ msec.}$)

Der Heizleiter erwärmt sich nur um wenige Grad C durch die Messung des Widerstandes im Aus Zustand, da durch das Messverfahren nur eine kleine Menge an Energie in den Heizleiter eingebracht wird.

Der Regler wechselt vom Aus-Zustand in den Ein-Zustand sobald am Steuereingang „Start“ ein High-Signal anliegt. (Auch Dauerheizen mit Variation des Sollwertes ist als Betriebsart möglich.)

c. Ein-Zustand:

Im Ein-Zustand regelt der Widerstandsheizregler nach dem anfänglichen Remanenz-setzen die Temperatur des Heizleiters entsprechend dem eingestellten Sollwert. Die Regelung erfolgt mit einer Phasenanschnittsteuerung.

Sobald am Steuereingang „Start“ kein High-Signal mehr anliegt, geht der Regler in den Aus-Zustand zurück.

d. Störungs-Zustand:

In den Störungs-Zustand gelangt der Widerstandsheizregler nur wenn eine Störung vorliegt. Der Regler überwacht die Netzspannungshöhe, (190-245V), die absolute Temperatur des Heizleiters und die Werte der Strom- und Spannungs-Messung am Heizleiter.

Im Störungs-Zustand werden die Leuchtdioden „Alarm“ und „Kalibrierung“ entsprechend der aufgetretenen Störung angesteuert. Ein Istwert-Instrument am Analog Ausgang angeschlossen, zeigt den letzten ermittelten Temperaturwert an. Als Option ist eine Ausgabe der Fehlerart am Analogausgang vorgesehen.

Der Störungs-Zustand kann nur durch ausschalten der Netzspannung oder mit einem High-Signal am Steuereingang „Reset“ verlassen werden.

2. Einstellungen:

Alle Einstellungen des Reglers werden an acht Dip-Schaltern vorgenommen. (Der Heizregler nimmt die Anpassung an die Spannung und den Strom des Heizleiters und den P-Faktor, (Regelverstärkung,) selbständig vor.)

Veränderungen an den Einstellungen der Dip-Schalter dürfen **nur im Netz-ausgeschaltetem** Zustand des Reglers vorgenommen werden.

Dip-Schalter	Funktion
1	Aufheizrampe 1
2	Aufheizrampe 2
3	T _k -Einstellung 1
4	T _k -Einstellung 2
5	R20-Vergleichszeit
6	Temperatur-Bereich
7	Parametrierungs-Art
8	Transformator-Typ

Außer den beiden Dip-Schalter 1 und 2 für die Aufheizrampe, werden alle Dip-Schalter nur nach Netz-Ein beziehungsweise nach einem Reset eingelesen. Die beiden Dip-Schalter 1 und 2 werden immer im Aus-Zustand des Widerstandsheizreglers eingelesen.

2.1. Aufheizrampe:

Mit den Dip-Schaltern 1 und 2 wird der Zeitwert eingestellt, in dem der Regler den Temperatur-Istwert linear an den Sollwert heranführt. Damit ist ein langsames Aufheizen des Heizleiters möglich.

Rampenzeit	Dip-Schalter	
	2	1
0	Aus	Aus
2 sec.	Aus	Ein
3 sec.	Ein	Aus
5.sec	Ein	Ein

2.2. T_k-Einstellung:

Mit den Dip-Schaltern 3 und 4 wird der Temperaturkoeffizient T_k des verwendeten Heizleiters eingestellt. Der Temperaturkoeffizient ist eine Materialkonstante, der verwendeten Metallegierung des Heizleiters.

Wird ein Temperatorkoeffizient eingestellt, der wesentlich größer ist als der des verwendeten Heizleiters, wird der Heizleiter bei der Temperaturregelung überhitzt beziehungsweise er kann sogar verglühen.

Temp.Koeffizient:	Dip Schalter 4	Dip Schalter 3
$7.46 \cdot 10^{-4} / \text{K}$	Aus	Aus
$10.8 \cdot 10^{-4} / \text{K}$	Aus	Ein
$39 \cdot 10^{-4} / \text{K}$	Ein	Aus
frei	Ein	Ein

2.3. R20-Vergleichszeit,(Widerstand bei 20 Grd C.):

Am Dip-Schalter 5 kann man die Länge, 15 oder 30s, der R20-Vergleichszeit wählen. Bei der Parametrierung wird der R20-Widerstand des Heizleiters bestimmt, nachdem die Meßverstärker für die Strom- und Spannungs-Messung parametrierung wurden. Um sicher zustellen, daß der ermittelte R20-Widerstand stimmt, wird nach dem Ablauf der R20-Vergleichszeit nochmals der Widerstand des Heizleiters gemessen, und mit dem ermittelten R20-Widerstand verglichen. Liegen dieser Widerstandswert und der zuvor ermittelte R20-Widerstand zu weit auseinander, wird der ermittelte R20-Widerstand verworfen, und ein neuer Parametrierungs-Vorgang gestartet. Auf diese Weise wird verhindert, daß sich der Widerstandsheizregler auf ein sich noch abkühlenden Heizleiter parametrierung. Je länger die R20-Vergleichszeit gewählt wird, desto eher werden Widerstandsänderungen des Heizleiters durch die weitere Abkühlung vom Regler festgestellt und damit sichergestellt, dass der Heizleiter für die R20 Messung abgekühlt ist.

R20-Vergleichszeit	Dip-Schalter 5
15s	Aus
30s	Ein

2.4. Temperatur-Bereich:

Mit dem Dip-Schalter 6 wird der Temperaturbereich gewählt indem der Regler arbeiten soll. Entsprechend dieser Einstellung wird auch der Grenzwert für die Übertemperatur gewählt. Im Temperatur-Bereich bis 300°C liegt er bei 330°C, und im Bereich bis 500°C liegt er bei 550°C. Der Grenzwert für Untertemperatur liegt für beide Temperaturbereiche bei +0°C.

Temp.-Bereich	Dip-Schalter 6
0...300°C	Aus
0...500°C	Ein

Wenn der Heizleiter eine Temperatur von 20°C hat, liegt im 300°C-Temperatur-Bereich am Istwert-Ausgang (X17/X13) eine Spannung von 0.66V an. Im 500°C-Temperaturbereich sind es bei 20°C nur 0.4V.

2.5. Parametrierung-Art:

Bei der Parametrierung ermittelt der Regler die nötige Verstärkung für die Messung der Spannung am Heizleiter und dem Strom durch den Heizleiter und den Widerstandswert R_{20} des Heizleiters. Damit der Widerstandswert R_{20} richtig bestimmt wird, darf die Parametrierung nur durchgeführt werden, wenn der Heizleiter eine Temperatur von nahe 20°C hat.

Der Widerstandheizregler führt die Parametrierung direkt nach Netz-Ein beziehungsweise nach einem Reset durch. Der Regler benötigt für einen Parametrierungs-Vorgang maximal 27 beziehungsweise 42s, abhängig davon welche R20-Vergleichszeit (Dip-Schalter 5) gewählt wurde. Die Zeit für einen

Parametrierungs-Vorgang hängt von der Spannungshöhe am Heizleiter und der Polarität und der Höhe des Stromes durch den Heizleiter ab.

Sollte ein Parametrierungs-Vorgang nicht erfolgreich sein, weil zum Beispiel versucht wird den Regler auf einen heißen Heizleiter zu parametrieren, versucht es der Regler noch weitere vier Male, bevor er in den Störungs-Zustand geht. Das heißt die maximale Parametrierungszeit kann 135 beziehungsweise 210s betragen.

Bei einem Parametrierungs-Vorgang wird zuerst die Polarität des gemessenen Stromes festgestellt und dann die nötige Verstärkung der Spannung- und Strom-Messung ermittelt, und anschließend der R₂₀-Wert ermittelt.

Dieser R₂₀-Wert wird dann nach Ablauf der R₂₀-Vergleichszeit, die 15 oder 30s betragen kann, je nach Stellung von Dip-Schalter 5, nochmals überprüft, um sicherzustellen, daß der ermittelte R₂₀-Wert bei stabilen Temperaturverhältnissen, im abgekühlten Zustand bei Raumtemperatur des Heizleiters, gemessen wurde.

Während der Parametrierung blinkt die gelbe Leuchtdiode „Kalibrierung“ und das Istwert-Instrument schlägt rhythmisch aus. Das Istwert-Instrument zeigt abwechselnd den gemessenen parametrierten Strom- und Spannungs-Meßwert an.

Bei einer Temperatur-Anzeige für 300°C wird im Skalen Bereich von **0 bis 150°C der Strom-Meßwert** angezeigt und im Skalen Bereich von **150 bis 300°C der Spannungs-Meßwert** angezeigt. Der Nullpunkt der Meßwerte liegt bei 150°C, der maximale Spannungs-Meßwert liegt bei 300°C und der maximale Strom-Meßwert liegt bei 0°C.

Da die internen programmierbaren Meßverstärker für die Spannung- und Strom-Messung mit maximaler Verstärkung initialisiert werden, wird bei der Parametrierung zunächst jeweils der maximale Spannung- und Strom-Meßwert angezeigt.

Wenn die Parametrierung der Verstärker durchgeführt ist, wird während der restlichen Parametrierungszeit für die Spannung ein Meßwert zwischen 200 und 250°C angezeigt, und für den Strom ein Meßwert zwischen 50 und 100°C angezeigt. (Damit sieht der Bediener ob diese Werte für den Regler plausibel sind.)

Mit dem Dip-Schalter 7 kann gewählt werden, ob die bei der Parametrierung ermittelten Werte in einem Eeprom, (permanenter Speicher der auch im stromlosen Zustand seine Werte behält,) gespeichert werden, und ab diesem Zeitpunkt und nach Netz-Ein beziehungsweise einem Reset automatisch als Parametrierungswerte verwendet werden. Damit entfällt dann der Parametrierungs-Vorgang des Reglers nach jedem Einschalten der Netzspannung , und er ist dann sofort betriebsbereit nach dem Einschalten der Netzspannung ohne zuerst den Parametrierungsvorgang zu durchlaufen. Nur sinnvoll wenn zuvor kein Heizband – oder Spannungswechsel durchgeführt wurde.

Parametrierungs-Art Dip-Schalter 7

Nach Reset oder Netz ein Neu-Parametrieren	Aus
Nach Reset oder Netz ein die Parameter aus Speicher verwenden	Ein

Ist der Dip-Schalter 7 in Stellung Ein (Parametrierungs-Art „Speichern“) werden für die Parametrierung nach Netz-Ein beziehungsweise einem Reset immer die im Eeprom gespeicherten Werte verwendet. Das bedeutet aber bei Veränderung der Schweißtransformator-Heizleiter-Konfiguration muß immer zuerst eine neue Parametrierung durchgeführt werden, um dann diese neu ermittelten Werte im Eeprom zu speichern.

Die Speicherung der Parametrierungs-Werte erfolgt so, daß zunächst mit dem Dip-Schalter 7 die Parametrierungs-Art „Speichern“ (Ein) gewählt wird. **Bevor dann die Parametrierung gestartet wird,**

mit Netz-Ein oder einem Reset, muß am Steuereingang „Parametrierung–Speichern“ ein High-Signal angelegt sein bevor die Netzspannung eingeschaltet wird. (Nach dem Start der Parametrierung kann das Parametrieren Signal wieder entfernt werden.)

Die gespeicherten Parametrierungs-Werte bleiben auch erhalten, wenn der Dip-Schalter 7 wieder in die Aus-Stellung gebracht wird und stehen nach dem Einschalten des Dip Schalter 7 wieder zur Verfügung..(Nur sinnvoll wenn Spannung und Heizband nicht geändert worden sind.)

Ist die Parametrierungs-Art „Neu-Parametrieren“ gewählt, Dip-Schalter 7 auf Aus, führt der Widerstandsheizregler nach jedem Netz-Ein oder Reset eine Parametrierung durch.

2.6. Transformator-Typ:

Mit dem Dip-Schalter 8 wird das Remanenz-setzen, (patentiertes Vormagnetisierverfahren zum Vermeiden von Einschaltstromstößen,) an den Transformator-Typ angepaßt. Beim Remanenz-setzen wird der Transformator mit einem kurzzeitigen unipolarem Phasenanschnitt beaufschlagt. Der Stromflußwinkel des Phasenanschnitts muß an den Transformator-Typ angepaßt werden. Bei Ringkern-Transformatoren wird ein kleinerer Stromflußwinkel (0.122 Periodendauer) benötigt als bei Transformatoren mit EI-Kernen (0.154 Periodendauer).

Transformator-Typ	Dip-Schalter 8
EI-Kern	Aus
Ringkern	Ein

Das Remanenz-setzen wird dafür verwendet den Schweißtransformator, der auf der Primärseite geschaltet wird, für das Einschalten ohne Stromstoß vorzubereiten. Dafür wird zunächst, nach der Parametrierung beziehungsweise direkt nach Netz-Ein oder einem Reset, wenn die Parametrierungs-Art „Speichern“ gewählt ist, ein initialisierendes Remanenz-setzen durchgeführt. Bei diesem Remanenz-setzen werden bei einem EI Kern Trafo fünfzehn angeschnittene unipolare Halbwellen an den Transformator angelegt. Das heißt bei einer Netzfrequenz von 50Hz dauert das initialisierende Remanenz-setzen 0.3s.

Vor jedem Schweißvorgang dagegen wird nur noch ein verkürztes Remanenz-setzen verwendet. Ist die Pausenzeit zwischen zwei Schweißvorgängen kürzer wie fünfzig Netzperioden (1s bei 50Hz-Netzfrequenz) werden nur zwei angeschnittene unipolare Halbwellen an den Transformator angelegt, bevor mit der Phasenanschnittsteuerung begonnen wird. Ist die Pausenzeit größer als fünfzig Netzperioden werden drei angeschnittene unipolare Halbwellen an den Transformator angelegt, bezogen auf einen EI Trafo Kern.

3. Leuchtdioden:

Der Widerstandsheizregler hat vier Leuchtdioden: Die grüne Leuchtdiode „Netz-Ein“ signalisiert, daß die Netzspannung am Regler anliegt.

Die gelbe Leuchtdiode „Heat“ ist direkt an das Thyristor-Stellglied des Reglers geschaltet. Das heißt ihre Leuchtstärke ist proportional der Energie zum Heizleiter.

Die gelbe Leuchtdiode „Kalibrierung“ blink mit einer Frequenz von 2Hz während der Parametrierung, und wenn diese erfolgreich durchgeführt wurde leuchtet sie ständig.

Die rote Leuchtdiode „Alarm“ zeigt zusammen mit der gelben Leuchtdiode „Kalibrierung“ mögliche Fehlerzustände des Widerstandsheizreglers an.

Leuchtdioden Signale

Alarm LED (rt)	Kalibrierung LED (ge)	Störungsart:
Blinken 4 Hz	An oder Aus	Über-oder Unterspannung der Netzversorgung

Blinken 2 Hz	AN	Heizleiter Fehler
An	Blinken 2 Hz	Parametrierungs Fehler
An	Blinken 4 Hz	Bereichüberschreitung der Heizleiter- Spannungs-oder Strom-Messung. Tritt auch auf wenn Trafo zu klein ist.
An	Aus	Initialisierungsfehler des Reglers oder gespeicherte Parametrierungswerte passen nicht zur DIP Schalter Einstellung.
An	Blinken 12 Hz	Startsignal wird während der Parametrierung gegeben. (Bedienungsfehler.)

Bei Störung zeigt das Istwert-Instrument den letzten ermittelten Temperaturwert an. Das bedeutet zum Beispiel, daß das Istwert-Instrument auf Voll-Ausschlag geht, wenn die Meßleitungen für den Stromwandler unterbrochen oder kurzgeschlossen sind, und entsprechend auf 0°C, wenn die Meßleitungen für die Spannungsmessung unterbrochen oder kurzgeschlossen sind.

Der Regler verläßt den Störungs-Zustand nur durch ausschalten der Netzspannung oder einem High-Signal am Reset-Eingang.

4. Ein- und Ausgänge:

4.1. Start-Eingang:

Mit dem Anlegen des High-Signals an den Start-Eingang (X6) wird ein Schweißvorgang gestartet. Der Regler beginnt die Temperatur des Heizleiters entsprechend dem Sollwert auszuregeln und hält die Temperatur solange das High-Signal am Start-Eingang anliegt.

4.2. Parametrierung-Speichern-Eingang:

Der Parametrierung-Speichern-Eingang (X5) ist nur in Funktion, wenn mit dem Dip-Schalter 7 die Parametrierung-Art „Speichern“ gewählt ist. An dem Eingang muß ein High-Signal angelegt werden, bevor die Parametrierung gestartet wird, damit die ermittelten Parametrierungs-Werte im Eeprom gespeichert werden.

Liegt an dem Eingang kein High-Signal an, wenn die Parametrierungs-Art „Speichern“ gewählt ist, werden nach Netz-Ein oder einem Reset die Werte für die Parametrierung des Reglers aus dem Eeprom ausgelesen.

4.3. Reset-Eingang:

Mit einem High-Signal am Reset-Eingang (X7) wird der Widerstandsheizregler zurückgesetzt in den Zustand nach Netz-Ein. Auf diese Weise kann der Regler auch ohne die Netzspannung auszuschalten bei einer Störung zurückgesetzt werden.

4.4. Sollwert-Eingang:

Am Sollwert-Eingang (X16) wird mit einer Analog-Spannung der Temperatur Sollwert für den Regler vorgegeben. Der Spannungsbereich des Sollwertes ist 0...10V.

Am Sollwert-Eingang kann direkt eine variable Spannungsquelle angeschlossen werden oder der Schleifer eines Potentiometers, dessen CW-Anschluß am U_{ref} -Ausgang (X15) angeschlossen ist und dessen CCW-Anschluß am dazugehörigen GND_{ext} -Anschluß (X13) angeschlossen ist. Beim Anschließen des Sollwert-Potentiometers ist auf die Drehrichtung des Potentiometers zu achten, das heißt bei Rechtsdrehung (CW) am Sollwert-Potentiometer nimmt die Spannung am Sollwert-Eingang zu. (CW = Clock wise = rechtsherum. CCW = Conter Clock wise = linksherum.)

Der Spannungsbereich des Sollwert-Eingangs wird auf den gewählten Temperatur-Bereich, 300°C oder 500°C, bezogen, das heißt 10V am Sollwert-Eingang entsprechen 300°C beziehungsweise 500°C.

4.5. Alarm-Ausgang:

Der Alarm-Ausgang (X12/X18) ist ein Open-Collector-Ausgang eines Opto-Kopplers. Der Ausgangstransistor ist leitend wenn eine Störung vorliegt.

4.6. Istwert-Ausgang:

Der Istwert-Ausgang (X17) liefert an seinem Ausgang eine Spannung im Bereich von 0...10V, die proportional der Temperatur des Heizleiters ist.

Der Spannungsbereich des Istwert-Ausgangs ist auf den gewählten Temperatur-Bereich bezogen.

4.7. Uref-Ausgang:

Der U_{ref} -Ausgang (X15) stellt eine Referenz-Spannung von +10V zur Verfügung, um den Sollwert auch mit einem Potentiometer bilden zu können.

Wenn der Widerstandsheizregler ohne ein zusätzliches Netzteil für die Steuereingänge betrieben werden soll, können die Schalter für die Steuereingänge auch am Uref-Ausgang angeschlossen werden (siehe 083appl.sch). Der U_{ref} -Ausgang kann maximal einen Strom von 50mA abgeben.

5. Technische-Daten.

5.1. Widerstandsheizregler:

Anschlußspannung: 230V, -15/+10%

Frequenz: 47...63Hz

Laststrom primär: Primärstrom des Schweißtransformators, der von den Thyristoren des Stellglieds getragen werden kann.

Dauerheizen: 5Aeff, mit internen Thyristoren, mit externem Halbleiterrelais-(momentanschaltend,) bis zu 125 A.
(mit externem Thyristorblock mit separatem Kühler ist der Strom nur vom Thyristorblock abhängig.)

Mit internen Thyristoren:

Impulsheizen: 25A bei 20% Einschaltdauer

max. Spitzenstrom: 500Ap (tpeak = 10ms)

min. Laststrom: 150mA

Grenzlastintegral I^2t : 1250A²s (t = 10ms)

Absicherung: Sicherungsautomat: Nennstrom 16A

Auslöse-Charakteristik B

Bei zu träger und zu großer Absicherung kann der Widerstandsheizregler bei Überlastung oder Kurzschluß beschädigt werden. (Weil der Transformatoreinschaltstromstoß durch ein patentiertes Schaltverfahren verhindert wird, können auch steif ausgelegte Trafos, also solche mit kleiner Kurzschlussspannung eingesetzt werden. Die Absicherung braucht deshalb auch nicht überdimensioniert zu werden.)

Eigenverbrauch: 3W

Steuer-Eingänge: - Parametrierung-Speichern-Eingang (X5/X14)

- Start-Eingang (X6/X14)

- Reset-Eingang (X7/X14)

Steuerspannung: 4-32V(DC); $U_{max} = \pm 40V$, $I_{min} = 1mA$ bei

4V, $I_{max} = 12mA$ bei 32V

Die Eingänge sind per Opto-Koppler potential getrennt und gegen Falschpolung geschützt.

Sollwert-Eingang: 0...10V (X16/X13),

entsprechend 0...300°C beziehungsweise 0...500°C

Eingangswiderstand: 1M Ω

	Der Eingang ist per Trennverstärker potential getrennt und gegen Falschpolung geschützt.
Strom-Meßeingang:	Signal-Spannung: 0.1...2V (X10/X11) max. Eingangs-Spannung: 2.5V Eingangswiderstand: (interner Shunt) 5Ω
Spannungs-Meßeingang:	Signal-Spannung: 1...80V (X8/X9) Max. Eingangs-Spannung: 120V Eingangswiderstand: 6,4kΩ, Bereich 1 (1 bis 8,9 V) 60kΩ, Bereich 2 (8,7 bis 80V. Wenn die Trafo Leistung, gegenüber der Impulsheizleistung am Heizband deutlich kleiner ist, so ist ein Pi Filter vor den Spannungsmesseingang zu schalten. (36 Ohm, 2,2 Myf.)
Alarm-Ausgang:	max. Schaltspannung: 32V (X12/X18) max. Schaltstrom: 50mA Innenwiderstand: 20Ω Der Alarm-Ausgang ist per Opto-Koppler potential getrennt und gegen Falschpolung geschützt. Der Ausgang ist mit einer Poly-Switch-Sicherung kurzschlußfest.
Referenz-Ausgang:	Referenz-Spannung U_{ref} : 10V, ±1% (X15/X13) max. Ausgangsstrom: 50mA Der Referenz-Ausgang ist durch ein internes Netzteil potential getrennt und gegen Überlast und Überhitzung geschützt.
Istwert-Ausgang:	0...10V (X17/X13), entsprechend 0...300°C beziehungsweise 0...500°C (X17/X13) max. Ausgangsstrom: 10mA Innenwiderstand: 33Ω Der Istwert-Ausgang ist per Trennverstärker potential getrennt und gegen Falschpolung, Kurzschluß und Überlastung geschützt.
Bauart:	gekapselt, im Isolierstoff-Gehäuse Material: Polycarbonat faserverstärkt PC-F Brennbarkeitsklasse V0 (UL94)
Schutzart:	IP20
Schutzklasse:	II
Verschmutzungsgrad:	3
Umgebungstemperatur:	5...50°C
Anschlüsse:	steckbare Schraubklemmen, klemmbarer Querschnitt: 0.2-2.5mm ² max. Anzugsmoment: 0.5-0.6Nm Material: Polyamid unverstärkt PA Brennbarkeitsklasse V0 (UL94)
Befestigung:	Befestigung auf 35mm-Trägerschiene nach DIN EN 50 022
Abmessungen (BxHxT):	90mm x 75mm x 135mm
Gewicht:	500g
EMV (CE):	Störaussendung: EN 50 081-1 Störfestigkeit: EN 50 082-2

5.2. Stromwandler:

Übersetzungs-Verhältnis: 1:1000, Typ VAC ZKB 465 501, dabei max. 400A eff hindurch

schicken, weil sonst der Messeingang des TPR 1 übersteuert wird. Das bedeutet bei größeren Strömen ist der Wandler nur mit einem Teilstrom zu beaufschlagen. (Kabel teilen.) Wird beim Automatischen Abgleich vom TPRA kein passender Strombereich gefunden, so ist es erforderlich am Stromwandler einen zusätzlichen externen Shunt, von ca. 2,5 Ohm, anzubringen. Wenn das nicht genügt ist es erforderlich einen größeren Stromwandler zu verwenden. Zum Beispiel: VAC: ZKB 465/604-80 und diesen ebenfalls mit einem zusätzlichen Shunt von 2,5 Ohm zu versehen.

Bauart:	offen, auf Montageplatte für 35mm-Hutschinen Material v. Stromwandler Gehäuse: Polyamid faserverstärkt PA-F Vergußmasse: Polyurethan Montageplatte: Polyamid faserverstärkt PA-F Brennbarkeitsklasse V2 (UL94)
Schutzart:	IP00
Verschmutzungsgrad:	3
Umgebungstemperatur:	-25...+70°C
Anschlüsse:	Faston, 6.3 x 0.8mm
Befestigung:	Befestigung auf 35mm-Trägerschiene nach DIN EN 50 022
Abmessungen (BxHxT):	45mm x 68mm x 63mm
Gewicht:	80g

6. Sicherheits- und Warnhinweise:

6.1. Allgemeiner Sicherheitshinweis:

Die in dieser Anleitung enthaltenen Hinweise und Warnungen müssen beachtet werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Ohne Beeinträchtigung seiner Betriebssicherheit kann das Gerät innerhalb der in den Technischen-Daten genannten Bedingungen betrieben werden.

Dieses Gerät darf nur von elektrotechnischem Fachpersonal installiert, ausschließlich im spannungslosen Zustand angeschlossen und in Betrieb genommen werden!

Wartung und Instandsetzung dürfen nur von sach- und fachkundig geschulten Personen vorgenommen werden, die mit den damit verbundenen Gefahren und Garantiebestimmungen vertraut sind.

6.2. Anwendung:

Der Widerstandsheizregler darf nur für die Beheizung und Temperaturregelung von ausdrücklich dafür geeigneten Heizleitern unter Beachtung der in dieser Anleitung ausgeführten Vorschriften, Hinweise und Warnungen betrieben werden.

Bei Nichtbeachtung beziehungsweise nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch besteht die Gefahr der Beeinträchtigung der Sicherheit beziehungsweise der Überhitzung des Heizleiters, der elektrischen Leitungen, des Transformators, usw..

6.3. Warnhinweise zum Heizleiter:

Eine prinzipielle Voraussetzung für die Funktion und die Sicherheit des gesamten Heizsystems ist die Verwendung geeigneter Heizleiter.

Der Heizleiter muß einen Temperaturkoeffizienten haben, der gleich oder größer ist wie einer, der drei einstellbaren positiven Temperaturkoeffizienten $7.46 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$, $10.8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$ und $39 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$. Der zum Heizleiter passende Temperaturkoeffizient muß am Widerstandsheizregler (Dip-Schalter 3 und 4) eingestellt werden.

Wird ein Heizleiter mit zu kleinem Temperaturkoeffizienten verwendet oder am Regler ein zu großer Temperaturkoeffizient eingestellt, erfolgt eine unkontrollierte Aufheizung des Heizleiters bis hin zum Verglühen des Heizleiters. Siehe auch Punkt 10.

6.4. Warnhinweis zum Transformator:

Der Schweißtransformator muß nach VDE 0551 ausgeführt sein (Trenntransformator mit verstärkter Isolierung).

Falls der Transformator nicht im Schaltschrank sondern im Maschinenkörper plaziert ist, muß ein ausreichender Berührungsschutz vorgesehen werden. Darüber hinaus muß verhindert werden, daß Wasser, Reinigungslösungen beziehungsweise leitende Flüssigkeiten an den Transformator gelangen.

Die Leitungsquerschnitte sind entsprechend dem tatsächlich auftretenden Strömen auszuliegen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise beeinträchtigt die elektrische Sicherheit und die Funktion.

6.5. Warnhinweis zum Stromwandler:

Der Stromwandler ist Bestandteil des Regelsystems. Es darf nur der Stromwandler (VAC, ZKB 465 501, bzw. VAC, ZKB 465 - 604) verwendet werden. Der Stromwandler darf nicht offen, das heißt ohne Bürdenwiderstand betrieben werden, weil dabei eine Überspannung an den Anschlussklemmen des Stromwandlers auftreten kann, welche den Stromwandler zerstören kann.. Der Bürdenwiderstand ist im Regler eingebaut.

7. Allgemeiner Montagehinweise:

Der Widerstandsheizregler ist ausschließlich für den Schaltschrankeinbau geeignet. Der offene Betrieb ist nicht zulässig.

Das Gerät sowie der Stromwandler werden auf eine 35mm-Hutschine nach DIN EN 50022 aufgerastet. Bei der Montage des Reglers auf der Hutschiene ist ein Zwischenabstand von mindestens 20mm zu benachbarten Geräten einzuhalten.

Bei der Platzierung des Reglers ist die Wärmeabstrahlung benachbarter Geräte zu berücksichtigen (zulässige Umgebungstemperatur beachten!).

8. Wartung:

Der Widerstandsheizregler bedarf keiner besonderen Wartung. Das gelegentliche Prüfen beziehungsweise Nachziehen der Anschlußklemmen wird empfohlen. Staubablagerungen am Regler können mit trockener Druckluft, im spannungslosen Zustand des Reglers, entfernt werden.

9. Inbetriebnahme:

Als erstes ist zu überprüfen, ob die auf dem Widerstandsheizregler angegebene Anschlußspannung mit der verwendeten Netzspannung übereinstimmt, und der geplante Primärstrom zu dem Laststrom des Reglers paßt.

9.1. Konfigurierung der Dip-Schalter:

An den acht Dip-Schaltern können folgende Einstellungen vorgenommen werden (Erläuterungen siehe 2.):

Vor der Inbetriebnahme muß vor allen zunächst einmal der richtige Temperaturkoeffizient T_k für den verwendeten Heizleiter eingestellt werden. Wird ein zu großer Temperaturkoeffizient eingestellt führt dies zum Überhitzen des Heizleiters bis hin zum Verglühen.

Außerdem muß die R20-Vergleichzeit, der Temperatur-Bereich, die Parametrierungs-Art und der Transformator-Typ eingestellt werden.

9.2. Anschluß des Widerstandsheizreglers:

Der Widerstandsheizregler muß entsprechend den Anschlußplänen (siehe 083an1.sch, TPRA-A01.dwg, TPRA_A02.dwg) angeschlossen werden. Auf die Polarität der Meßleitungen für Strom und Spannung am Heizleiter, sowie des Anschlusses des Schweißtransformators auf der Primär- und Sekundärseite muß nicht geachtet werden.

Beim Anschließen des Sollwert-Potentiometers ist unbedingt auf die richtige Drehrichtung zu achten, daß heißt in der 0°C-Stellung muß der Widerstand zwischen Klemme X13 und X16 0Ω betragen. Eventuell nachmessen.

Die Meßleitungen für die Spannungs-Messung sollten nahe am Heizleiter angeschlossen werden und verdrillt (≥ 50 Schläge/m) sein. Die Zuleitungen vom Schweißtransformator sollten mit Kabelschuhen und nicht mit Steckanschlüssen am Heizleiter angeschlossen werden. Die Leitungen sollten einen ausreichenden Leitungsquerschnitt haben. Im Sekundärkreis des Schweißtransformators sollte zwischen Transformator und Heizleiter keine zusätzliche Widerstände wie Sicherungen, Schalter oder Strommeßgeräte eingebaut werden.

9.3. Steuereingänge:

Vor dem ersten Netz-Einschalten des Reglers sollten die Steuersignale „Reset“ und „Start“ ausgeschaltet sein. Das Steuersignal „Parametrierung-Speichern“ sollte am Widerstandsheizregler anliegen, wenn die Parametrierungs-Art „Speichern“ gewählt werden soll, damit der Regler gleich nach dem Anlegen der Netzspannung mit der Parametrierung des Reglers beginnt.

Falls die Parametrierungs-Art „Speichern“ (Dip-Schalter 7=Ein) gewählt ist, das Signal „Parametrierung-Speichern“ nicht eingeschaltet ist und das Sollwert-Potentiometer nicht in der Nullstellung ist oder falsch angeschlossen ist, kann der Widerstandsheizregler sofort nach dem Einschalten der Netzspannung aufheizen, wenn das Signal „Start“ bereits eingeschaltet ist. Dabei verwendet der Regler die Parametrierungswerte, die noch von einer früheren Anwendung gespeichert sind, wenn die Einstellung der Dip-Schalter zufällig übereinstimmt. Voraussetzung dafür ist, daß die bei der früheren Anwendung gewählte Einstellung an den Dip-Schaltern für den Temperaturkoeffizient, Temperatur-Bereich und Transformator-Typ mit der jetzigen übereinstimmt.

9.4. Netzspannung anlegen:

Nach dem Anlegen der Netzspannung leuchtet die grüne Leuchtdiode „Netz-Ein“. Die rote Leuchtdiode „Alarm“ blinkt kurz auf.

Unabhängig vom gewählten Parametrierungs-Art beginnt der Widerstandsheizregler mit der Parametrierung der Strom- und Spannungs-Messung am Heizleiter. Dies ist an dem rhythmischen Zeigerausschlag des Istwert-Instruments und dem blinken der gelben Leuchtdiode „Kalibrierung“ zuerkennen. Bei erfolgreicher Parametrierung wechselt die Anzeige des Istwert-Instruments, während der R20-Vergleichszeit nur noch zwischen den Bereichen 50...100°C und 200...250°C. Nach dem Initialisierendem-Remanenz-setzen ist der Regler betriebsbereit. Die gelbe Leuchtdiode „Kalibrierung“ leuchtet.

Das Istwert-Instrument zeigt zunächst eine höhere Temperatur als 20°C an, wegen der Erwärmung durch das Initialisierende Remanenz-setzen. Nach der Abkühlung des Heizleiters geht die Anzeige am Istwert-Instrument auf 20°C zurück

9.5. Einbrennen des Heizleiters:

Der Heizleiter wird am besten so eingebrannt, daß das Signal „Start“ eingeschaltet wird und der Temperatursollwert langsam erhöht wird. Dabei sollte der Heizleiter beobachtet werden. Nach dem Einbrennen ist eine erneute Parametrierung durchzuführen.

Das langsame Erhöhen des Sollwerts empfiehlt sich auch, wenn ein thermisch vorbehandelter Heizleiter verwendet wird, der nicht eingebrannt werden muß. Auf diese Weise kann die ordnungsgemäße Temperaturführung des Heizleiters überprüft werden und Fehler bei der Parametrierung beziehungsweise der Wahl des Temperaturkoeffizienten erkannt werden, ohne daß der Heizleiter überhitzen oder verglühen kann.

10. Der Heizleiter:

Der Heizleiter ist ein wichtiger Bestandteil des Regelkreises, weil er sowohl Temperatursensor als auch Heizelement zugleich ist. Auf die Geometrie des Heizleiters kann wegen ihrer Vielfältigkeit nicht eingegangen werden. Daher nur einige Anmerkungen zu physikalischen und elektrischen Eigenschaften.

Das Meßprinzip des Widerstandsheizreglers erfordert einen Heizleiter mit einem Temperaturkoeffizienten T_k , der den drei einstellbaren Temperaturkoeffizienten von $7,46 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$, $10,8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$ und $39 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{K}$ entspricht. Bei der Verwendung eines Heizleiters mit kleinerem Temperaturkoeffizient, als wie am Regler eingestellt, kann der Heizleiter überhitzt werden bis hin zum Verglühen.

Beim erstmaligen Aufheizen des Heizleiters auf $250 \dots 300^\circ\text{C}$ erfährt der Kaltwiderstand des Heizleiter eine Widerstandsänderung (Einbrenneffekt) von $2 \dots 3\%$. Diese Widerstandsveränderung führt zu einem Nullpunktfehler von $20 \dots 30^\circ\text{C}$. Das heißt nach einigen Aufheizzyklen sollte mit einer neuen Parametrierung dieser Nullpunktfehler korrigiert werden.

Ein überhitzter oder ausgeglüheter Heizleiter darf wegen irreversiblen Veränderungen des Temperaturkoeffizienten nicht mehr verwendet werden.

Eine konstruktive Maßnahme zur Verbesserung der exakten Temperaturregelung und der Erhöhung der Lebensdauer des Heizleiters und des Teflonüberzuges, ist die Verkupferung oder Versilberung der Heizleiterenden. Diese Maßnahme sorgt für kalte Enden des Heizleiters.

Nach jedem Heizleiterwechsel sollte die Parametrierung des Widerstandsheizreglers neu durchgeführt werden, um fertigungsbedingte Toleranzen des Heizleiters auszugleichen. Bei neuen Heizleiter ist wieder das Einbrennen durchzuführen.

Bei Heizleitern die an den Enden mit gut leitendem Metall beschichtet sind, (versilbert), für breite Heizleisten aber schmale zu verschweißende Folien, ist der Sollwert entsprechend dem Verhältnis der aktiven Heizleiterlänge welche sich erwärmt, zur Gesamtlänge, zu reduzieren, weil der Regler mit solchen Heizleitern eine höhere Temperatur einstellt, als wenn der Heizleiter nicht an den Enden metallisiert ist.

Die Spannungsfühleranschlussdrähte, welche verdrillt werden müssen und die Heizleiterspannung zum TPRA zurückmelden, sollten so nahe wie möglich an den Heizleiter-einspannstellen angeschlossen werden. Fastonstecker oder längere Stromleiter welche zwischen Heizleiter und Stromeinspeisung und den Spannungsmesspunkten liegen und vom Heizstrom durchflossen werden, verschlechtern das Temperatur-Regelerggebnis, weil deren Widerstandsänderung mitgemessen wird und weil diese einen zusätzlichen Serienwiderstand in den Heizkreis einbringen .

11.) Hinweise zu den verschiedenen Applikations-schaltplänen für den TPRA

11a.) Anschlussplan zu TPRA mit externem Halbleiterrelais, momentanschaltend, für größere Leistungen als 5 A Primär-Dauerstrom.= TPRA_A03.dwg für autonomen Betrieb oder TPRA_A04.dwg für Betrieb an einer SPS-Steuerung.

11b.) Anschlussplan zu TPRA mit externen Thyristoren in Form Thyristormodulen plus RC Platine* für größere Leistungen als 5 A Dauerstrom TPRA_A05.dwg für autonomen Betrieb oder TPRA_A06.dwg für Betrieb an einer SPS-Steuerung. (* Die RC Platine ist selbst anzufertigen oder bei FSM zu bestellen. Bestellnummer:)

11c.) Anschlussplan zu TPRA mit internen Thyristoren bis 5A Dauerstrom. Für autonomen Betrieb= 083app1.sch oder TPRA_A01.dwg

11d.) Anschlussplan zu TPRA mit internen Thyristoren bis 5A Dauerstrom. Für Betrieb an SPS Steuerung: 083app2.sch oder TPRA_A02.dwg.

12.) Transformatorauslegung:

EMEKO Ing. Büro erteilt gerne AUSKUNFT FÜR DIE OPTIMALE AUSLEGUNG der Heiztrafos. Siehe E-mail: emek@t-online.de

13.) Transformatorauslegung bei niederohmigen Heizern, wie Bleche oder Rohre:

Wird zum Beispiel ein sehr niederohmiges Heizband verwendet, das nur 1,8 Milli Ohm bei 20 Grd. C hat, so muß der Trafo darauf abgestimmt werden.

Es kann kein üblicher 24V 1kVA, 70% ED Trafo verwendet werden, wie ihn die meisten Verpackungsmaschinenhersteller am Lager haben. Die Trafospaltung muß natürlich wesentlich kleiner als 24V sein.

Die Querschnitte der Zuleitungskabel vom Trafo zum Heizband müssen auch darauf abgestimmt werden.

Beispiel:

Heizband aus Aluminium, $7 * 1 * 400 \text{ mm} = 8 \text{ m Ohm}$. Ringkern-Trafo 1kVA , 230V prim. Ohne Sekundärwicklung. Sekundärwicklung ist gleichzeitig das Zuleitungskabel mit 2 mal 25 qmm Querschnitt. Zuleitungslänge ca. 500 mm. Es werden 2 mal 4 Windungen durch das Trafo Kernloch gewickelt = 4,4 Volt Unenn sek. $4,4\text{V} / 8 \text{ mOhm} = 550\text{A}$. Ein Strom von 550 A benötigt einen Stromwandler für 500A. Die Aufheizleistung beträgt 1,1 kW und ist vom Trafo gut auch im Dauerbetrieb zu liefern. Nach dem Parametrieren, welches durch die Istwert Anzeiger Zeigerausschläge vom Bediener gut zu überwachen ist. Ausschläge von 5 Volt aus nach links auf 2,5 V für Strombereich ok und nach 7,5 Volt für Spannungsbereich ok. (Das ist nicht die echte Sekundärspannung sondern nur auf der Skala eines 10V Instrumentes so abzulesen.) Es erfolgt nach dem Startbefehl anlegen eine schnelle Aufheizung und eine gute Regelung, die im oberen Temperaturbereich ab ca. 200 Grad C sehr stabil mit gleichmäßigen Stromzipfeln regelt.

Weitere Infos dazu bei: EMEKO@t-online.de.

Wird das oben genannte Heizband jedoch mit einem Zuleitungskabel von **nur** 1 mal 10 qmm gespeist, so zeigt das Istwertzeigerinstrument beim Ausschlag nach rechts einen zu geringen Ausschlag. Es pendelt nur von der Mitte = 5V auf ca. 6 V nach rechts und signalisiert einen zu geringen Mess-Wert für den Spannungsbereich. (nach 7,5 V wäre ok gewesen.)

Ein Parametrierungsfehler wird nach dem erfolglosen mehrmaligen selbstständigen Neustart des Parametrierens vom TPRA angezeigt. (Die Stromparametrierung war mit dem Ausschlag auf +2,5 V ok.) Die Mess-Spannung am Heizleiter war also zu gering.