

Gerätebeschreibung: Widerstands-Temperaturregler TPRB





Einsatzgebiete:

Verpackungsmaschinen zum Schweißen von Kunststofffolien

Abbildungen von links: TPRB, Stromwandler, Sollwert-Potentiometer, Istwertanzeiger.

Inhalt:

Kurzbeschreibung	
1. Betriebszustände	1.1: 1.1.8. Kalibrierung 1.1.10. Aus-Zustand 1.1.11. Ein-Zustand 1.1.12. Störungs-Zustand (Fehler-Tabelle)
2. Einstellungen	2. DIP- Schalter 2.1. – 2.2. Aufheizrampe 2.3. – 2.4. Temperaturkoeffizient 2.5. Temperatur-Vergleichszeit 2.6. Temperaturbereich 2.7. Kalibrierungs-Art 2.8. Transformator-Typ und Größe 2.9. Bezugstemperatur 2.10. Temperaturkoeffizienten-Korrektur
3. LEDn-Anzeige	3.1. Netz -- 3.2. Heizen-- 3.3. Kalibrieren -- 3.4. Alarm
4. Ein- und Ausgänge	4.1. Start-Eingang, Logiksignal 4.2. Kalibrierung-Start-Eingang, (Logiksignal) 4.3. Reset-Eingang, (Logiksignal) 4.4. Sollwert-Eingang, (Analogsignal, 0-10 Vdc) 4.5. Uref-Ausgang, (Analogsignal, 10 Vdc) 4.6. Istwert-Ausgang, (Analogsignal, 0-10 Vdc) 4.7. Alarm-Ausgang, (Schließerkontakt)
5. Sicherheits- u. Warnhinweise Und Empfehlungen	5.1. Allgemeiner Sicherheitshinweis 5.2. Anwendung 5.3. Hinweis zum Heizleiter 5.4. Hinweis zum Schweißtransformator 5.5. Hinweis zum Stromwandler 5.6. Allgemeine Montagehinweise 5.7. Wartung
6. Inbetriebnahme	6.1. Konfiguration der DIP- Schalter 6.2. Anschluss des Widerstands-Temperaturreglers 6.3. Steuereingänge - Funktion 6.4. Netzspannung anlegen 6.5. Einbrennen des Heizleiters 6.6. Wenn der Regler nicht richtig arbeitet
7. Der Heizleiter	7. Heizleiter: Anforderungen, Bedingungen
8. Technische Daten	8.1. von Widerstands-Temperaturregler 8.2. von Stromwandler 8.3. von Potentiometer 8.4. von Analog-Anzeige 8.5. von Schweißtransformator 8.6. Bestellschlüssel für TPRB 8.7.1.....8.7.4 Gehäuse Maßbilder von: Regler, Stromwandler, Poti, Anzeige-Instrument

9. Anschlusspläne

9.1. TPRB mit externen Thyristoren

9.2. TPRB mit externem Halbleiterrelais

9.3. TPRB mit internen Thyristoren

10. Applikationshinweise

Kurzbeschreibung:

Der Widerstands-Temperaturregler TPRB dient zur Temperaturregelung von Heizleitern **für das Wärmeimpulsschweißen z.B. zum Folienschweißen**. Der Schweißtransformator wird vom TPRB auf der Primärseite gesteuert. Der Heizleiter wird dabei von der Sekundärseite des Trafos gespeist. Die Messsignale werden direkt am Heizleiter abgenommen und dem Regler zur Verfügung gestellt.

Der Temperaturkoeffizient des Heizleiters muss positiv sein. Bei Erwärmung nimmt dessen Widerstand zu. Dieser Effekt wird für die Temperaturregelung verwendet. Der Temperaturregler misst und regelt den Widerstand des Heizleiters. Der Temperaturkoeffizient ist eine Materialkonstante der verwendeten Metalllegierung des Heizleiters. Der Temperatur-Istwert wird durch Spannungs- und Strommessung bestimmt.

Der TPRB arbeitet als Proportional-Regler, der den optimalen P-Faktor, also die Regelverstärkung, für die Regelstrecke selbsttätig ermittelt. Die Regelstrecke besteht aus Schweißtransformator und Heizleiter.

Der TPRB kann mit DIP Schaltern auf vorgegebene Temperaturkoeffizienten eingestellt werden (**siehe Abschnitt 2.3**). Bei abweichenden Werten des Temperaturkoeffizienten muss die Sollwertspannung korrigiert werden (siehe unter **Abschnitt 2.3**.) Der TPRB kann den tatsächlichen Temperaturkoeffizienten eines Heizleiters auch selbst bestimmen (siehe **Abschnitt 2.10**). Der TPRB arbeitet je nach Einstellung in einem Temperaturbereichbereich von 0...300 °C bzw. 0...500 °C.

Der Regler stellt sich während der Kalibrierung selbständig auf die Trafospannung und den Strom durch den Heizleiter ein. Die Trafospannung kann in einem Bereich von 1...80 V liegen. Der mit einem Stromwandler gemessene Strom kann in einem Bereich von 20 bis 400 A liegen. Die Kalibrierwerte können im Regler gespeichert werden, so dass nach Netz-Ein bei gleichen Voraussetzungen das erneute Kalibrieren und damit Inbetriebsetzungszeit eingespart wird.

Der TPRB kann die Kalibrierung sowohl bei einer „als fest angenommenen Raumtemperatur von 20 °C“ als auch bei einer variablen Umgebungstemperatur zwischen 0...50 °C durchführen. Dabei wird die tatsächliche Bezugs-Temperatur dem Regler von außen mitgeteilt. Das ist für gleich bleibende Schweißtemperaturen mit unterschiedlichen Umgebungsbedingungen vorteilhaft (siehe **Abschnitt 2.9**.)

Der TPRB schaltet auch Schweißtransformatoren hoher Güte wie z.B. Ringkerntransformatoren, auf der Primärseite ohne Stromstoß ein. Es wird ein Sanfteinschalt-Verfahren verwendet, mit dem die Remanenz des Schweißtransformators berücksichtigt und beeinflusst wird. Automatisch nach Netz-Ein und der Kalibrierung wird ein initialisierendes Remanenz- setzen durchgeführt. Bei jedem Schweißvorgang wird nur noch ein kurzes Remanenz- setzen von 40 ms Dauer bei EI – und 80 ms Dauer bei Ringkerntransformatoren verwendet. Die Remanenz ist die bleibende Magnetisierung im Transformator-Eisenkern. Bei initialisierendem Remanenz- setzen wird der Heizleiter zwangsläufig für kurze Zeit auf ca. 40 bis 70 Grad C erwärmt. Für die Temperaturregelung selbst benutzt der TPRB eine Phasenanschnittsteuerung.

1: Betriebszustände:

1.1: Kalibrierung Allgemeines

Während der Kalibrierung passt sich der TPRB selbständig an die *Schweißtransformator-Heizleiter-Kombination an*. Dabei wird die Spannung U_r am Heizleiter und der Strom I_r durch den Heizleiter im Sekundentakt gemessen. In diesem Zustand leuchtet die gelbe LED "Kalibrierung". Der Istwert-Ausgang wird für die Anzeige der einzelnen Schritte benutzt. Dazu wird der Istwertausgang im Sekundentakt aktualisiert. Die steuernde SPS kann durch Beobachten des Regler-Analogausgangs an Pin 17 selbstständig feststellen, wann die Kalibrierung vom Regler beendet ist und dann die Bedienung zum Schweißen freigeben. Dazu kann die SPS auf das Ende vom Remanenz setzen, siehe Abbildung 1, nach Schritt 7 warten. Während den Kalibrierungsschritten 1 bis 7 darf kein Startsignal gegeben werden, sonst bricht der Regler die Kalibrierung mit einer Fehlermeldung ab.

Die Kalibrierung durchläuft folgende Schritte:

1.1.1. Polaritätserkennung: Die Polarität des Stromsignals I_r des Heizleiters wird ermittelt.

Am Istwertausgang liegt während einer Sekunde bei einer positiven Polarität eine Spannung von 6.66 V und bei negativer Polarität 3.33 V an.

1.1.2. Eingangsverstärker kalibrieren: Die Eingangsverstärker für U_r und I_r werden schrittweise auf Spannung und Strom am Heizleiter eingestellt. Bei diesem Kalibrierschritt wird der Istwert-Ausgang im Sekundentakt mit verschiedenen Spannungswerten beaufschlagt. Abwechselnd liegt der gemessene Strom- oder Spannungs-Messwert an. Im Bereich von 0..5 V wird der Strom-Wert und im Bereich von 5...10 V wird der Spannungs-Wert abgebildet. Der Nullpunkt der Messwerte liegt bei 5 V. Die Messverstär-

ker für die Spannung U_r und den Strom I_r werden am Anfang der Kalibrierung mit maximaler Verstärkung initialisiert. Deshalb werden zu Beginn der Kalibrierung jeweils die maximalen Messwerte angezeigt. Am Ende des Kalibrierungsschrittes liegt bei erfolgreichem Abgleich der Strom-Messwert im Bereich 1.66...3.33 V und der Spannungs-Messwert im Bereich 6.66...8.33 V.

1.1.3. Phasenverschiebung bestimmen: Bei diesem Schritt wird die transformatorbedingte Phasenverschiebungen zwischen U_r und I_r gemessen und korrigiert. Der Regler stellt automatisch die optimalen Abtastzeitpunkte für U_r und I_r ein. Der Istwert-Ausgang zeigt die Phasenverschiebung an. Dabei entspricht ein Signal von ca. 5 V dem optimalen Korrektur-Wert.

1.1.4. Bezugswiderstand bestimmen: (siehe auch 2.9) In diesem Schritt wird der Bezugswiderstand R_{bez} des Heizleiter bestimmt und am Istwert-Ausgang eine Sekunde lang angezeigt. Für die Kalibrierung wird vom Regler eine feste Bezugstemperatur von 20 °C angenommen. Eine variable Bezugstemperatur von 0...50 °C muss am Sollwerteingang eingegeben werden. (50°C = 1,66V beim 300 °C-Bereich.) Zu Beginn der Kalibrierung der Eingangsverstärker liest der TPRB die variable Bezugstemperatur abhängig von DIP- Schalter 9 = ON ein. Vor der Kalibrierung muss der Heizleiter die Bezugstemperatur haben. Durch die Normierung des Spannungs-Signals U_r und des Strom-Signals I_r liegt der Bezugswiderstand für die einzelnen Temperaturkoeffizienten immer im selben Spannungsbereich. Ist als Bezugstemperatur 20 °C gewählt, so wird als Bezugswiderstand direkt der R_{20} des Heizleiters bestimmt. Wenn eine andere Heizleiter- Bezugs-temperatur als 20 °C für die Kalibrierung gewählt worden ist, DIP- Schalter 9 = ON, liegt der ermittelte Bezugswiderstand entsprechend dem Temperaturkoeffizienten über bzw. unter dem Wert für den R_{20} . Der Bezugswiderstand wird zu Beginn der Temperatur-Vergleichszeit im Kalibrierschritt 4 für eine Sekunde am Istwert-Ausgang angezeigt.

1.1.5. Temperatur-Vergleichszeit: Mit der Temperatur-Vergleichszeit soll sichergestellt werden, dass der Bezugswiderstand bei bereits vollkommen abgekühltem Heizleiter ermittelt wurde. Das Signal am Istwert-Ausgang läuft während der Vergleichszeit von 10 V auf 0V herunter. Für die Temperatur-Vergleichszeit kann mit dem DIP- Schalter 5, eine Zeit von 15 s oder 30 s gewählt werden.

1.1.6. Bezugswiderstand prüfen: Hierbei wird der Bezugswiderstand nach Ablauf der Temperatur-Vergleichszeit überprüft. Wenn auf einen Heizleiter kalibriert wird der sich während dem Ablauf der Temperatur-Vergleichszeit noch weiter abkühlt, wird die gesamte Kalibrierung verworfen und automatisch neu gestartet. Der TPRB berechnet bei erfolgreicher Prüfung des Bezugswiderstandes aus der Art der eingestellten Bezugstemperatur, dem gewählten Temperatur-Koeffizienten und dem ermittelten Bezugswiderstand R_{bez} , den R_{20} des Heizleiters. (Widerstand bei 20 Grad C)

1.1.7 P-Faktor bestimmen: Der P-Faktor der Schweißtransformator-Heizleiter-Kombination wird durch ein gezieltes Aufheizen mit einer konstanten Stellgröße ermittelt. Dabei wird das Heizelement entweder um etwa 55 K erwärmt oder maximal 120 Netzperioden lang mit einer Stellgröße beaufschlagt. *Die Gesamtverstärkung des Regelsystems wird durch die Messung der Trafospannung und die Messung der Heizleiterreaktion ermittelt. Daraus wird der P-Faktor für den TPRB berechnet.*

1.1.8. Temperaturkoeffizienten-Korrektur: DIP- Schalter 10 = ON (**siehe 2.10.**). Mit dieser Funktion können Toleranzen der Temperaturkoeffizienten korrigiert werden. Diese ergeben sich durch die metallurgische Zusammensetzung der Heizleiter.

Im Kalibrierschritt 8 wird der Heizleiter durch den TPRB in Temperaturschritten von 50 K stufenweise aufgeheizt. Das geschieht im 300 Grad C Bereich von 50 °C ausgehend bis auf 200 Grad. Im 500 Grad Bereich wird bis auf 400 Grad aufgeheizt. Die tatsächliche Temperatur des Heizleiters muss von extern über den Sollwert-Eingang zum TPRB zurückgemeldet werden. 10 V entsprechen dabei 300 bzw. 500 Grad C. Abweichungen bis zu $\pm 15\%$ zwischen der vom Regler errechneten Istwert-Temperatur und der tatsächlichen Temperatur des Heizleiters können damit korrigiert werden (**siehe Abschnitt 2.10.**). Mit dem Signal am Steuereingang „Schweißen -Start“ wird das Korrekturverfahren gesteuert. Mit der steigenden Flanke des Signals wird zum nächsten Temperaturaufheizenschritt gewechselt und mit der fallenden Flanke wird die von extern gemessene Temperatur des Heizleiters am Sollwert-Eingang übernommen. Nach dem Aufheizen auf die nächste Temperaturstufe muss mit dem Übernehmen der Temperatur entsprechend lange gewartet werden, bis der Heizleiter die neue Temperatur tatsächlich angenommen hat. Der Istwert-Ausgang zeigt dabei die entsprechende, noch unkorrigierte Istwert-Temperatur des TPRB an.

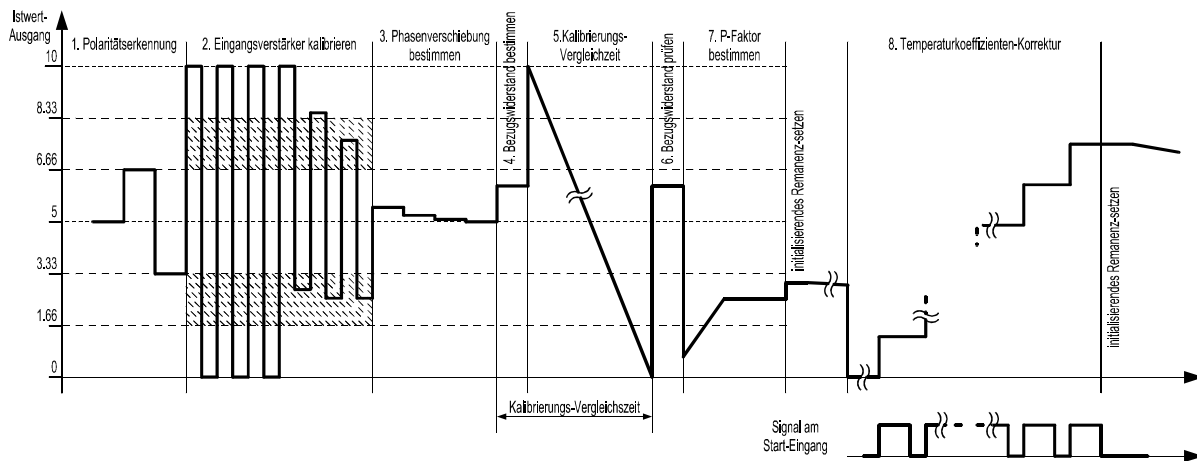


Abbildung 1

Die Kalibrierschritte eins bis sieben **müssen** bei jeder Kalibrierung vom Regler durchlaufen werden. Der achte Schritt ist eine wählbare Kalibrierfunktion. (**siehe Abschnitt 1.1.8.**) Tritt ein Fehler während den einzelnen Kalibrierschritten auf, bricht der TPRB den Kalibriervorgang ab und startet einen neuen Versuch. Nach dem fünften Versuch bricht er die Kalibrierung mit einer Störmeldung ab. (**siehe Abschnitt 1.1.12.**)

Damit der Bezugswiderstand R_{20} des Heizleiters richtig bestimmt wird, muss die Kalibrierung durchgeführt werden, wenn der Heizleiter eine Temperatur von ca. 20 °C, bzw. die extern ermittelte Kalibriertemperatur hat. Die Zeit für einen Kalibriervorgang wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die Polarität der Messsignale, die Spannungshöhe am Heizleiter, der Strom durch den Heizleiter, die Phasenverschiebung von U_r und I_r und der P-Faktor der Schweißtransformator-Heizleiter-Kombination bestimmen die Kalibrierdauer. Der Regler benötigt für einen Kalibriervorgang maximal 54 bzw. 69 s.

Sollte der Kalibriervorgang nicht erfolgreich sein, weil z.B. der P-Faktor falsch bestimmt wurde, macht der Regler weitere vier Versuche, bevor er einen Fehler meldet. In diesem Fall beträgt die maximale Kalibrierzeit 270 bzw. 345 s, abhängig von der Temperatur-Vergleichszeit.

In der Betriebsart „**Neu-Kalibrierung**“ wechselt der Regler jedes mal nach Netz-Ein bzw. nach einem Reset gleich zur Kalibrierung.

Wenn die Kalibrierungs-Art „**Speichern**“ gewählt ist, wechselt der Regler nur zur Kalibrierung, wenn im Aus-Zustand oder vor dem Netz-Einschalten am Steuereingang Kalibrierung- Start ein High- Signal anliegt. Bei dieser Kalibrierungs-Art werden die Kalibrierwerte in einen nichtflüchtigen Speicher gesichert und stehen dann nach Netz-Ein bzw. nach einem Reset sofort im Regler zur Verfügung. Siehe Abschnitt 2.7

Das Ende des erfolgreichen Kalibriervorgangs kann der Bediener oder die steuernde SPS folgendermaßen erkennen:

DIP-SWITCH 10 off: (Ohne Temperaturkoeffizienten Korrektur.)

Durch Beobachten des Istwertes auf die charakteristischen Spannungsverläufe (siehe Abb1, Schritt 5, 6 und 7 mit anschließendem Remanenz setzen und anschließendem Abkühlen des Heizleiters von ca. +50 Grad auf annähernd Umgebungstemperatur).

DIP-SWITCH 10 on: (Mit Temperaturkoeffizienten Korrektur.)

Wie zuvor jedoch mit anschließender Temperaturkoeffizienten Korrektur (siehe Schritt 8). Nach dem letzten Remanenz setzen ist der Regler betriebsbereit. Die SPS muss dann solange warten bis die Temperatur des Heizleiters sich nicht weiter abkühlt und der Schweißzyklus gestartet werden kann.

1.1.10. Aus-Zustand:

Im Aus-Zustand misst der TPRB fortwährend den Widerstand des Heizleiters, ermittelt daraus dessen Temperatur und gibt diese als Istwert aus.

Dazu wird für jede Widerstandsmessung eine angeschnittene positive und negative Netzhalbwellen mit einem festen Stromflusswinkel (1.8ms bei 50Hz-Netzfrequenz) an den Transformator gegeben. Die Zeitintervalle der Messungen richten sich nach der Temperatur des Heizleiters. Wenn der Heizleiter eine Temperatur von 20 °C hat, beträgt das Messintervall 1,5 s. Bei einer Temperatur von 300 °C beträgt das Messintervall nur 100 ms.

Da Energie zur Messung des Widerstandes in den Heizleiter eingebracht wird, erwärmt sich dieser im Ruhezustand abhängig von der Heizleiterspannung.

Der Regler wechselt vom Aus-Zustand in den Ein-Zustand, sobald am Steuereingang Start ein High-Signal anliegt. Wenn am Steuereingang Kalibrierung- Start ein High- Signal anliegt, wechselt der TPRB zur Kalibrierung und kehrt bei erfolgreicher Kalibrierung in den Aus-Zustand zurück, auch dann wenn das Kalibrier Logiksignal noch anliegt (Auswertung der Anstiegsflanke).

1.1.11. Ein-Zustand:

Im Ein-Zustand regelt der TPRB 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.

1.1.12. Störungs-Zustand:

In den Störungs-Zustand gelangt der TPRB, wenn er einen Fehler feststellt. Der Regler überwacht die Netzspannung, die Temperatur des Heizleiters, die Werte der Strom- und Spannungs-Messung am Heizleiter und die Kalibrierungsparameter, die über den Sollwert-Eingang vorgegeben werden (DIP-Switch 10 = on).

Der Alarm-Ausgang wird im Störungs-Zustand niederohmig. Bei Netzstörung (Fehler 3) erfolgt die Bestätigung erst mit 1 s Verzögerung. Die Alarm und Kalibrierungs LED's werden im Störungs-Zustand entsprechend des aufgetretenen Fehlers mit unterschiedlichen Taktraten von 1 oder 4 Hz angesteuert (siehe Tabelle 1). Auch der Istwert-Ausgang wird im Fehlerfall getaktet. Die Spannung am Istwertausgang wechselt dann jede Sekunde zwischen der zum Fehler gehörenden Spannung und +10V (Siehe Tabelle 1). Der Störungs-Zustand kann nur durch Ausschalten der Netzspannung oder mit einem High-Signal am Steuereingang Reset verlassen werden.

Im Aus-Zustand nach Netz-Ein oder nach Reset werden die Fehler 4...13 nur gemeldet, aber der TPRB wechselt nicht in den Störungs-Zustand, damit ohne Reset zur Kalibrierung gewechselt werden kann.

Tabelle 1 – Fehler-Möglichkeiten

Fehler Nr.	Fehler	Istwert-Ausgang	Alarm-LED	Kalibr.-LED	Alarm-Ausgang	
					nach Reset	nach Start-Sig.
1	Geräte-Fehler	4.66 / 10 V	an	aus	geschlossen	
2	- Interner- Fehler <u>oder</u> - Schreib-Lese-Fehler des nichtfl. Speichers - <u>oder</u> Start-Signal während der Kalibrierung	4.00 V	an	aus	geschlossen	
3	Netzstörung (Unter-/Überspannung., Netzfrequenzfehler)	3.33 V	an	4 Hz	geschlossen	
4	Stromsignal Ir und Spg.-Signal Ur zu klein	2.00 V	an	1 Hz	offen	geschlossen
5	Spannungssignal Ur zu klein	1.33 V	an	1 Hz	offen	geschlossen
6	Stromsignal Ir zu klein	0.66 V	an	1 Hz	offen	geschlossen
7	Strom- und/oder Spannungssignal zu groß	5.33<>10 V	4 Hz	1 Hz	offen	geschlossen
8	Temperatur zu groß oder zu klein (Heizleiterstörung)	2.66 V	an	an	offen	geschlossen
9	Datenfehler, gespeicherte Kalibrierwerte passen nicht zur Einstellung der DIP-Schalter	6.00<>10 V	4 Hz	4 Hz	offen	geschlossen
	Kalibrierung nicht möglich, weil					
10	- Stromsignal Ir und Spannungssignal Ur zu klein oder zu groß oder - die Ermittlung von R20 nicht möglich oder - die Phasenverschiebung nicht bestimmt werden kann,	8.00<>10 V	1 Hz	4 Hz	offen	geschlossen
11	- Spannungssignal Ur zu klein oder zu groß,	7.33<>10 V	1 Hz	1 Hz	offen	geschlossen
12	- Stromsignal Ir zu klein oder zu groß,	6.66<>10 V	1 Hz	1 Hz	offen	geschlossen
13	- Bezugstemperatur zu groß gewählt oder - Bereich der Temperaturkoeffizienten-Korrektur überschritten.	8.66<>10 V	1 Hz	4 Hz	offen	geschlossen

2: Einstellungen:

Die Einstellungen des Reglers werden an 10 DIP-Schaltern vorgenommen (siehe Tabelle 2). Der TPRB nimmt die Anpassung an die Spannung Ur und den Strom Ir des Heizleiters und den P-Faktor (Regelverstärkung) selbständig vor. Die DIP-Schalter müssen vor dem Netzeinschalten gesetzt werden. Außer den DIP-Schaltern 1 und 2 werden alle Veränderungen an den Einstellungen nur direkt nach Netz-Ein oder einem Reset eingelesen. Die DIP-Schalter 1 und 2 werden nur im Aus-Zustand des Widerstands-Temperaturreglers eingelesen.

Tabelle 2 – DIP- Schalter-Einstellung

Schalter.	Funktion	Stellung		
		2	1	
1/2	Aufheizrampe	2	1	Aufheizrampe des Heizleiters
		Off	Off	Ohne <u>Rampe</u>
		Off	On	2 s <u>Rampe</u>
		On	Off	3 s <u>Rampe</u>
		On	On	5 s <u>Rampe</u>
3/4	Temperaturkoeffizient	4	3	Temperaturkoeffizient des Heizleiters
		Off	Off	Tk1= 7.46×10^{-4} 1/K, Tk2= 0, Tk3=0
		Off	On	Tk1= 10.8×10^{-4} 1/K, Tk2= 0, Tk3=0 (Alloy A20)
		On	Off	Tk1= 48.3×10^{-4} 1/K, Tk2= -6.12×10^{-6} 1/K ² , Tk3= 2.80×10^{-9} 1/K ³ (NOREX)
		On	On	Tk1= 8.62×10^{-4} 1/K, Tk2= 0, Tk3=0
5	Temperatur-Vergleichszeit	Off		15 s
		On		30 s
6	Temperaturbereich	Off		0...300 °C, Übertemperatur 360 °C, Untertemperatur -10 °C
		On		0...500 °C, Übertemperatur 600 °C, Untertemperatur -10 °C
7	Kalibrierungs-Art	Off		Neu-Kalibrierung <u>nach Reset oder Netz ein</u>
		On		Kalibrierung speichern <u>am Ende vom Kal. Vorgang</u>
8	Transformortyp	Off		Schweißtransformator mit EI- oder UI-Kern
		On		Schweißtransformator mit Ringkern
9	Bezugstemperatur	Off		Fixe Bezugstemperatur = 20 °C
		On		variable Bezugstemperatur 0...50 °C
10	Temperaturkoeffizienten-Korrektur	Off		ohne Temperaturkoeffizienten-Korrektur
		On		mit Temperaturkoeffizienten-Korrektur

2.1. Schalter 1 / 2: Aufheizrampe:

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

2.3. Schalter 3 / 4: Temperaturkoeffizienten-Einstellung:

An den DIP- Schaltern 3 und 4 wird der Temperaturkoeffizient des verwendeten Heizleiters eingestellt. **Warnhinweis:** Wird ein zu großer Temperaturkoeffizient eingestellt, kann der Heizleiter bei der Temperaturregelung **überhitzen** bzw. **verglühen**. Der Istwert kann dann den Sollwert nicht erreichen und der Regler heizt immer weiter auf. Für Heizleiter, die einen abweichenden Temperaturkoeffizienten haben, muss die Sollwertspannung korrigiert werden. Beispiel: Der Tk des Heizleiters ist $4,3 \times 10^{-4}$ 1/K und kann nicht direkt eingestellt werden. Kleinster einstellbarer TK mit DIP-SWITCH 3 / 4 ist $7,46 \times 10^{-4}$ 1/K.

Rechnung: $7,46 / 4,3 = 100\% / X$. Daraus folgt: Sollwert $X = 57\%$. Der Sollwert ist nicht 10 V sondern nur = 5,7 V für 300 Grad C mit der $7,46 \times 10^{-4}$ 1/K Einstellung. Bei Sollwert = 10V würde der Regler statt auf 300 Grad C auf 526 Grad C regeln wollen.

2.5. Schalter 5: Temperatur-Vergleichszeit:

Am DIP- Schalter 5 wird die Temperatur-Vergleichszeit eingestellt. Bei der Kalibrierung wird der Widerstand des Heizleiters bei der Bezugstemperatur bestimmt, nachdem die Eingangsverstärker kalibriert wurden. Um sicherzustellen, dass der ermittelte Bezugswiderstand korrekt ist, wird nach Ablauf der Temperatur-Vergleichszeit nochmals der Widerstand des Heizleiters gemessen und mit dem zuvor ermittelten Bezugswiderstand verglichen. Ist die Differenz der beiden Messungen größer 1,2% wird ein neuer Kalibriervorgang gestartet. Auf diese Weise wird verhindert, dass eine Kalibrierung auf einen sich noch abkühlenden Heizleiter erfolgt. Je größer die Temperatur-Vergleichszeit gewählt wird, desto eher werden Widerstandsänderungen des Heizleiters durch eine Abkühlung während der Kalibrierung festgestellt.

2.6. Schalter 6: Temperaturbereich:

Mit dem DIP- Schalter 6 wird der Arbeitstemperaturbereich des Reglers zwischen 300 und 500 Grad C gewählt. Entsprechend gelten die Über- und Untertemperaturwerte gemäß DIP- Schalter Einstell- Tabelle 2.

2.7. Schalter 7: Kalibrierungs-Art:

Neu-Kalibrierung: Jeweils nach Netz-Ein oder einem Reset erfolgt automatisch eine neue Kalibrierung. Die Kalibrierwerte werden nicht gespeichert. Im Aus-Zustand kann zusätzlich mit einem High-Signal am Steuereingang Kalibrierung-Start die Kalibrierung gestartet werden.

Kalibrierung speichern: Die Kalibrierung wird mit einem High- Signal am Steuereingang Kalibrierung-Start im Aus-Zustand gestartet. Die Kalibrierwerte sind in einem nichtflüchtigen Speicher gesichert und können mit Netz-Ein oder einem Reset nicht gelöscht werden. Das bedeutet, dass bei Veränderung der Heizleiter-Konfiguration oder einer Spannungsänderung am Trafo eine neue Kalibrierung durchgeführt werden muss. Die neu ermittelten Werte überschreiben dann die alten Speicherwerte.

2.8. Schalter 8: Transformator-Typ: (Konventioneller oder Ringkern-Trafo.)

Mit dem DIP- Schalter 8 wird der TPRB an den Transformator-Typ angepasst. Beim ersten Netz Einschalten wird der Transformator mit mehreren unipolaren Phasenanschnitten beaufschlagt und damit die Remanenz im Trafoeisenkern in eine definierte Lage gebracht. Der Stromflusswinkel des Phasenanschnitts zum Remanenz-setzen wird dabei an den Transformator-Typ angepasst. Bei jeder Schweißung wird das Schnell-Einschalt-Verfahren verwendet, bei dem der Transformator mit nur wenigen Remanenz-setz Impulsen vor dem Volleinschalten beaufschlagt wird. Das verwendete Sanft-Einschalt-Verfahren dient zum stromstoßfreien Einschalten von Transformatoren hoher Güte.

2.9. Schalter 9: Bezugstemperatur:

DIP- Schalter 9 bestimmt die Kalibrierung mit einer festen Bezugstemperatur von 20 °C oder einer variablen Bezugstemperatur zwischen 0...50 °C. Mit der variablen Bezugstemperatur wird auch bei von 20 °C stark abweichenden Umgebungstemperaturen eine exakte Kalibrierung der Heizleiter möglich. Wenn die Schweißbandtemperatur mit einem Temperatursensor vor dem Kalibrierbeginn gemessen wird, kann der Umgebungs-Temperaturerfluß beim Kalibrieren vollkommen ausgeschaltet werden. Die variable Bezugstemperatur muss dem TPRB am Sollwert-Eingang vor dem Beginn der Kalibrierung vorgegeben werden. Das kann mit einem Poti, einem Analogsignal von der SPS oder von einem externen Temperatur-Sensor erfolgen.

Wenn der Bereich der Bezugstemperatur von +50 °C überschritten wird, erfolgt eine Fehler-Meldung. Der TPRB liest die variable Bezugstemperatur nach dem Beginn der Kalibrierung ein (siehe Abbildung 1). (+50°C entspricht 1,66 V im 300 °C Bereich und 1,0 V im 500 °C Bereich).

2.10. Schalter 10: Temperaturkoeffizienten-Korrektur:

Mit dem DIP- Schalter 10 wird die Temperaturkoeffizienten-Korrektur aktiviert. Legierungsbedingte Streuungen der Heizleitermaterialien können mit dieser Funktion korrigiert werden.

Für das Korrekturverfahren wird der Heizleiter vom TPRB automatisch in Temperaturschritten von 50 K von 50 °C bis auf 200 bzw.400 Grad, je nach gewähltem Temperaturbereich (300 bzw. 500 °C) aufgeheizt. Im Temperaturbereich 0...300 °C sind es 4 Schritte und im Temperaturbereich 0...500 °C sind es 8 Schritte. Bei jedem Schritt wird die tatsächliche Temperatur des Heizleiters über den Sollwert-Eingang dem TPRB von extern zurückgemeldet. Jeder einzelne Abgleichpunkt wird sofort bei der Erfassung auf eine maximale Abweichung von $\pm 15\%$ überprüft (Fehlermeldung 13).

Aus den eingegebenen Messpunkten berechnet der TPRB eine Ausgleichsparabel, um seinen Istwert entsprechend der tatsächlichen Temperatur des Heizleiters zu korrigieren.

Rückmeldung mit Spannung: Für 300 °C mit 10 V.

Rückmeldung mit Potentiometer: Für 300 Grad das Potentiometer auf 300 °C einstellen.

Mit dem Signal am Start-Steuereingang wird das Korrekturverfahren gesteuert. Mit der steigenden Flanke des Start-Signals wird zum nächsten Temperaturschritt gewechselt (aufgeheizt) und mit der fallenden Flanke wird die extern gemessene Temperatur des Heizleiters am Sollwert-Eingang vom Regler übernommen. Damit der Heizleiter die Temperatur nach dem Sollwertsprung exakt annehmen kann, ist eine Verweildauer von mindestens 30 sek. (Systemabhängig) nach einer Aufheizphase erforderlich.

3. LEDn:

3.1. Netz: Die grüne LED Netz signalisiert die Netzspannung am TPRB.

3.2. Heizen: Die gelbe LED Heizen ist direkt parallel zur Stellglied-Ansteuerung des Reglers geschaltet. Die Leuchtstärke ist proportional der Energie zum Heizleiter.

3.3. Kalibrierung: Die gelbe LED Kalibrierung leuchtet im Zustand Kalibrierung und wird zur Fehlerdekodierung verwendet.

3.4. Alarm: Die rote LED Alarm zeigt zusammen mit der gelben LED Kalibrierung den Fehlertyp des Widerstand-Temperaturreglers an.

4. Ein- und Ausgänge:

4.1. Start-Eingang:

Durch Anlegen des High- Signals an den Start-Eingang (X6) wird ein Schweißvorgang gestartet. Der Regler beginnt die Temperatur des Heizleiters entsprechend dem Sollwert auszuregulieren und hält die Temperatur konstant, solange das High- Signal am Start-Eingang anliegt. Wenn bei der Kalibrierung die Tempera-

turkoeffizienten-Korrektur mit DIPSWITCH 10 gewählt ist, wird mit dem Start-Eingang auch das Korrekturverfahren gesteuert.

4.2. Kalibrierung-Start-Eingang:

Mit einem High-Signal am Kalibrierung-Start-Eingang (X5) im Aus-Zustand des Reglers wird in den Kalibrierzustand gewechselt. Hier wird der Regler an die Kombination aus Heizleiter und Schweißtransformator angepasst. Das Signal kann während der Kalibrierfunktion des Reglers wieder auf Low-Signal gehen.

4.3. Reset-Eingang:

Mit einem High-Signal am Reset-Eingang (X7) wird der Widerstand-Temperaturregler bei einer Störung, auch ohne die Netzspannung auszuschalten, in den Zustand nach Netz-Ein zurückgesetzt.

4.4. Sollwert-Eingang:

Am Sollwert-Eingang (X16) wird mit einer Analog-Spannung der Temperatur-Sollwert des Reglers angegeben. Bei Kalibrierung mit variabler Bezugstemperatur wird die Bezugstemperatur angegeben und bei Temperaturkoeffizienten Korrektur wird die tatsächliche Temperatur des Heizleiters angegeben. Der Spannungsbereich des Sollwertes ist 0...10 V. Der gewählte Temperaturbereich wird auf die maximale Sollwert-Spannung linear abgebildet, das heißt 10 V am Sollwert-Eingang entsprechen 300 °C bzw. 500 °C.

Für den Sollwert kann auch ein Potentiometer verwendet werden, dessen Schleifer am Sollwert-Eingang, der CW-Anschluss am U_{ref} -Ausgang (X15) und der CCW-Anschluss am dazugehörigen GND-Anschluss (X13) angeschlossen ist. Beim Anschließen des Sollwert-Potentiometers ist auf die Drehrichtung des Potentiometers zu achten. Bei Rechtsdrehung, (CW) am Sollwert-Potentiometer, soll die Spannung am Sollwert-Eingang zunehmen.

4.5. Uref-Ausgang:

Der Uref-Ausgang (X15) stellt die Referenz-Spannung von +10 V zur Sollwerteinstellung mit einem Potentiometer zur Verfügung. Wenn der Widerstands-Temperaturregler ohne zusätzliches Netzteil für die Steuereingänge betrieben werden soll, können die Schalter für die Steuereingänge auch am Uref-Ausgang angeschlossen werden. Der Uref-Ausgang kann einen Strom von maximal 20 mA abgeben.

4.6. Istwert-Ausgang:

Der Istwert-Ausgang (X17) liefert eine Spannung im Bereich von 0...10 V, die proportional der Temperatur des Heizleiters ist. Der Spannungsbereich ist auf den gewählten Temperaturbereich bezogen, das heißt 10 V am Istwert-Ausgang entsprechen 300 °C bzw. 500 °C.

4.7. Alarm-Ausgang:

Der Alarm-Ausgang (X12/X18) ist ein Schaltkontakt. Der Relaiskontakt ist bei einer Störung geschlossen. Er wird bei Netzstörung (Fehler 3) mit einer Verzögerung von 1 s angesteuert, bei allen anderen Fehlern sofort.

5. Sicherheits- und Warnhinweise und Empfehlungen:

5.1. Allgemeiner Sicherheitshinweis:

Die in dieser Beschreibung 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 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.

5.2. Anwendung:

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

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

5.3. Hinweis 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 genannten positiven Temperaturkoeffizienten. Der zum Heizleiter passende Temperaturkoeffizient muss am Widerstands-Temperaturregler (DIP-Schalter 3 und 4) eingestellt werden. Der Temperaturkoeffizient des Heizleiters muss im ganzen Temperaturbereich positiv sein.

Wird ein Heizleiter mit zu kleinem Temperaturkoeffizienten verwendet oder am Regler ein zu großer Temperaturkoeffizient eingestellt, erfolgt eine unkontrollierte Aufheizung bis hin zum Verglühen des Heizleiters. Bei Korrektur der Sollwertspannung können auch Heizleiter mit kleinerem Tk verwendet werden (siehe **Abschnitt 2.3.**).

Heizleiter in Parallelschaltung sind leichter auf gleiche Temperatur zu regeln als solche in Reihenschaltung. Die Verkabelung muss dabei jedoch streng symmetrisch und so ausgeführt werden, dass bei Berührung von zwei gegenüberliegenden Heizleitern kein Überstrom entsteht.

Müssen in Reihe geschaltete Heizleiter verwendet werden, so ist bei der Art der Verschaltung die Auswirkung auf die Überstrom-Reaktion bei Berührung von zwei gegenüberliegenden Schweißbändern zu achten.

5.4. Hinweis zum Schweißtransformator:

Der Schweißtransformator muss nach EN 60742 (VDE 0551) ausgeführt sein (Trenntransformator mit verstärkter Isolierung). Als Schweißtrafo können alle normenkonformen Typen und Bauarten verwendet werden. Die Induktion im Trafoeisenkern muß **nicht** abgesenkt werden, wie es sonst für primärseitigen Thyristorbetrieb allgemein üblich ist. Ein Trafo mit geringen Verlusten bricht auf der Sekundärseite weniger stark ein als ein einschaltstromarmer Trafo. Für Anwendungen mit kurzer Aufheiz- und Schweißzeit sollten deshalb steife und eher größere Trafos benutzt werden. Für große Schweißleistungen ist ein 400 V Trafo von Vorteil, weil damit der Standard TPRB eher ausreicht und noch kein externes Stellglied eingesetzt werden muss.

Falls der Transformator im Maschinenkörper platziert ist, muss ein ausreichender Berührungsschutz vorgesehen werden. Darüber hinaus muss verhindert werden, dass Wasser, Reinigungslösungen bzw. leitende Flüssigkeiten an den Transformator gelangen.

Die Leitungsquerschnitte sind entsprechend den tatsächlich auftretenden Strömen auszulegen.

Das Nichtbeachten dieser Hinweise beeinträchtigt die elektrische Sicherheit.

Für gute Ergebnisse müssen Trafoleistung und Sekundärspannung zum Schweißband passen.

Mit einer hohen Trafo-Ausgangsspannung wird eine kurze Aufheizzeit erreicht. Allerdings sollte die Spannung nicht so groß gewählt werden, dass weniger als 12 Messungen des Reglers beim Aufheizen für einen Temperatursollwertsprung von 300 Grad C benötigt werden. Für niedrigere Aufheizkurven sind entsprechend weniger Messungen erforderlich. (Pro 20 msec. erfolgt eine Messung durch den TPRB.).

Je größer die Trafo-Sekundärspannung für einen gegebenen Heizleiter ist, desto mehr Energie wird in den Heizleiter innerhalb 20 msec. eingebracht. Das geschieht auch durch die schmalen Temperaturmessimpulse, welche der Regler fortwährend zum Heizleiter sendet. Die Ruhetemperatur ist deshalb umso mehr abweichend von der Umgebungstemperatur, je höher die Trafospannung ist.

5.5. Hinweis zum Stromwandler:

Der Stromwandler ist Bestandteil des Regelsystems. Es dürfen nur FSM-Stromwandler verwendet werden. Der Stromwandler darf nur mit Bürdenwiderstand betrieben werden. Der Bürdenwiderstand ist im Regler eingebaut. Der Stromwandler muss so montiert werden, dass magnetische Streufelder des Trafos die Messung nicht beeinflussen.

5.6. Allgemeine Montagehinweise:

Der Widerstands-Temperaturregler TPRB ist ausschließlich für den Schaltschrankeinbau geeignet. Der offene Betrieb ist nicht zulässig.

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

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

5.7. Wartung:

Der Widerstands-Temperaturregler bedarf keiner besonderen Wartung. Das gelegentliche Prüfen bzw. Nachziehen der Anschlussklemmen wird empfohlen. Staubablagerungen am Regler können mit trockener Druckluft im spannungslosen Zustand des Reglers entfernt werden.

6. Inbetriebnahme:

Als erstes ist zu überprüfen, ob die auf dem Widerstands-Temperaturregler angegebene Anschlussspannung mit der verwendeten Netzspannung übereinstimmt und der Transformator-Primärstrom zu dem zulässigen Laststrom des Reglers passt.

6.1. Konfigurierung der DIP- Schalter:

An 10 DIP- Schaltern können folgende Einstellungen vorgenommen werden (Erläuterungen siehe Tabelle 2):

Aufheizrampe
Temperaturkoeffizient

Kalibrierungs-Art
Transformator-Typ

Vor Inbetriebnahme muss zuerst der richtige Temperaturkoeffizient für den verwendeten Heizleiter eingestellt werden. Wird ein zu großer Temperaturkoeffizient eingestellt, führt dies zum Überhitzen des Heizleiters bis hin zum Verglühen. **Siehe Abschnitt 2.3**

Außerdem müssen die Temperatur-Vergleichszeit, der Temperaturbereich, die Kalibrierungs-Art und der Transformator-Typ eingestellt werden. Bei Bedarf muss noch die variable Bezugstemperatur und die Temperaturkoeffizienten-Korrektur eingeschaltet werden. Entsprechend muss am Sollwert-Eingang ein Signal angelegt werden. Die DIP- Schalter für die Aufheizrampe können vor oder auch nach der Kalibrierung eingestellt werden.

6.2. Anschluss des Widerstands-Temperaturreglers:

Der Widerstands-Temperaturregler muss entsprechend dem Anschlussplan der verwendeten Stellglied-Variante angeschlossen werden. Auf die Polarität der Messleitungen für Strom I_r und Spannung U_r am Heizleiter sowie des Anschlusses des Schweißtransformators auf der Primär- und Sekundärseite muss nicht geachtet werden.

Beim Anschließen eines Sollwert-Potentiometers ist unbedingt auf die richtige Drehrichtung zu achten. Dabei muss in der 0° C-Stellung der Widerstand zwischen Klemme X13 und X16 gleich 0Ω betragen.

Die Messleitungen für die Spannungsmessung sind direkt am Heizleiter anzuschließen und müssen verdreht werden. (≥ 50 Schläge/m). Die Zuleitungen vom Schweißtransformator sollten mit Schraub-Kabelschuhen und nicht mit Faston- Steckanschlüssen am Heizleiter angeschlossen werden. Die Leitungen müssen einen ausreichenden Leitungsquerschnitt haben. Im Sekundärkreis des Schweißtransformators sollten keine zusätzlichen Bauteile wie Sicherungen, Schalter oder widerstandsbehaftete Strommessgeräte eingebaut werden.

6.3. Steuereingänge:

Vor dem ersten Einschalten des Reglers darf an den Steuereingängen Reset und Start kein High-Signal anliegen. (Wenn die Kalibrierung zu einem geänderten Heizband nicht passt, kann überheizt werden.)

6.4. Netzspannung anlegen:

Nach dem Anlegen der Netzspannung leuchtet die grüne LED Netz.

Ist mit DIP- Schalter 7 Neu-Kalibrierung gewählt, wechselt der TPRB nach Anlegen der Netzspannung direkt in den Kalibrierungs-Zustand und passt den Regler an die Kombination aus Schweißtransformator und Heizleiter an. Die gelbe LED Kalibrierung leuchtet und die LED Heizen blinkt. Nach erfolgreicher Kalibrierung kehrt der TPRB in den Aus-Zustand zurück und ist betriebsbereit (siehe Abb.1).

Ist mit DIP- Schalter 7 Kalibrierung speichern gewählt, geht der TPRB in den Aus-Zustand nach dem Anlegen der Netzspannung und wartet auf ein High-Signal am Steuereingang Kalibrierung-Start. Die LED's Alarm und Kalibrierung können aus oder an sein oder blinken. Wenn die Fehler 1...3 (siehe Störungszustand Tabelle 1) nicht vorliegen, kann zur Kalibrierung gewechselt werden.

6.5. Einbrennen des Heizleiters: (Siehe Abschnitt 7).

Der Heizleiter wird bei offen stehendem Schweißwerkzeug am Besten so eingebrannt, dass das Signal Start eingeschaltet und der Temperatursollwert langsam von Null erhöht wird und die End-Einbrenntemperatur mindestens 50 Grad über der maximalen Schweißtemperatur am gesamten Heizleiter liegen muß. Dabei sollte der Heizleiter beobachtet werden. (Anlauffarben, heiße Stellen). Nach dem Einbrennen ist eine erneute Kalibrierung durchzuführen.

Das erstmalige 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. Fehler bei der Kalibrierung bzw. bei der Wahl des Temperaturkoeffizienten können auf diese Weise erkannt werden, ohne dass der Heizleiter überhitzen oder verglühen kann.

6.6. Wenn der Regler nicht richtig arbeitet:

Siehe die **Abschnitte: 1.1.12, (Tabelle 1), 2, (Tabelle 2), 5.3, 5.4, 6.1, 6.2, 6.5, 7, 9.4, 9.5**

7. Der Heizleiter:

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

Das Messprinzip des Widerstands-Temperaturreglers erfordert einen Heizleiter mit einem positiven Temperaturkoeffizienten, der den eingangs benannten Temperaturkoeffizienten entspricht. Bei der Verwendung eines Heizleiters mit kleinerem Temperaturkoeffizient wie am Regler eingestellt, kann der Heizleiter

überhitzt werden oder gar verglühen (siehe Abschnitt 2.3.). Der Istwert kann dabei trotz voller Heizleistung nicht auf den Sollwert gebracht werden.

Beim erstmaligen Aufheizen des Heizleiters auf 250...300 °C erfährt der Kaltwiderstand des Heizleiters eine Widerstandsänderung (Einbrenneffekt) von 2...3 %. Diese Widerstandsveränderung führt zu einem Nullpunktfehler von 20...30 °C. Nach einigen Aufheizzyklen sollte mit einer neuen Kalibrierung dieser Nullpunktfehler korrigiert werden.

Ein überhitzter oder ausgeglühter 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 sowie des Teflonüberzuges ist die Verkupferung oder Versilberung der Heizleiter-Enden. Diese Maßnahme sorgt für „kalte Enden“ des Heizleiters und erlaubt dem Regler die Temperatur nur dort zu messen, wo auch geschweißt wird. Die Temperatur des Heizleiters kann vom TPRB nur als Mittelwert aller Teilstücke des Heizleiters ermittelt werden. Liegen einzelne Teilstücke des Heizleiters frei oder sind anderweitig nicht in Kontakt mit wärmeableitenden Flächen, so werden diese beim Aufheizen heißer als die Teilstücke des Heizleiters, welche ihre Wärme abgeben können. In diesem Fall ist die an diesen Teilstücken mit guter Wärmeableitung erreichte Heiztemperatur kleiner als die vom Regler angezeigte Temperatur und das Schweißergebnis schlechter.

Nach jedem Heizleiterwechsel sollte die Kalibrierung des Widerstands-Temperaturreglers TPRB neu durchgeführt werden, um fertigungsbedingte Toleranzen des Heizleiters auszugleichen. Bei neuen Heizleitern ist wieder das Einbrennen durchzuführen.

8. Technische Daten:

(Einschaltverfahren nach Patent Nr.: DE 42 17 866, EP 05 75 715 B1, US 005 517 380A)

8.1. Regler

Nennspannungen:	Siehe Bestellschlüssel.			
Standard:	230 V: 195 VAC – 253 VAC; Spitzenspannung max. 800 V			
Option:	110 V: 93 VAC – 121 VAC; Spitzenspannung max. 600 V			
Option	400 V: 340 VAC – 440 VAC; Spitzenspannung max. 1200 V			
Frequenz:	45-65 Hz			
Überspannungskategorie:	III			
Eigenverbrauch:	5 W			
Stellglied:				
Standard ext. Halbleiterrel.:	Halbleiterrelais momentanschaltend, 2,5 kV Prüfspannung zwischen Steuer und Lastkreis.			
Siehe Bestellschlüssel.	Kenngrößen für das Halbleiterrelais:			
	Leerlaufsteuerspannung DC:	$U_{HiLo} = 5 \text{ V}$		
	DC- Innenwiderstand:	$R_{vH} = 120 \Omega$		
	Maximal lieferbarer Steuerstrom:	$I_{HiLo} = 10 \text{ mA}$		
	Maximal zulässige Einschaltverzögerung:	$t_{ein} = 0,2 \text{ ms}$		
	Maximal zulässige Ausschaltverzögerung:	$t_{aus} = 0,25 \text{ ms}$		
Option ext. Thyristoren:	Zündung durch Opto-Triacs über Vorwiderstand R_{VG} im TPRB			
Siehe Bestellschlüssel.	Unenn	110 V	230 V	
	R_{VG}	33 Ω	68 Ω	
		400 V	120 Ω	
	Kenngrößen für die Thyristoren:			
	Max. lieferbarer Gatestrom:	$I_{gt} = 220 \text{ mA}$		
	Max. zulässige Zündverzögerung:	$t_{qd} = 0,2 \text{ ms}$		
	Max. zulässige Freiwerdezeit:	$t_g = 0,25 \text{ ms}$		
	Gate-Kathode-Widerstand:	$R_{GK} = 120 \Omega / 0,25 \text{ W}$		
	Gate-Kathode-Diode:	$D_{GK} = \text{z.B.: } 1\text{N}4004$		
Option int. Thyristoren:	Stellglied mit antiparallelen Thyristoren auf Kühlkörper im TPRB			
Siehe Bestellschlüssel.	Dauerheizen:	$I_{RMS} = 5 \text{ A}$		
	Impulsheizen bei 20% Einschaltdauer:	$I_{IMP} = 25 \text{ A}$		
	Maximaler Spitzenstrom ($t_{Spitze} = 10 \text{ ms}$):	$I_{TSM} = 500 \text{ A}$		
	Leckstrom im gesperrten Zustand bei 230 V:	$I_D = 11 \text{ mA}$		
	Grenzlastintegral ($t = 10 \text{ ms}$):	$I^2t = 1250 \text{ A}^2\text{s}$		
	Absicherung:	Mit der Absicherung müssen die oben definierten Stromgrenzwerte eingehalten werden.		
Temperatur-Koeffizienten:	Die drei Temperaturkoeffizienten werden an DIP-Schalter 3 und 4 eingestellt.			
	Temperaturkoeffizient 1:	$Tk1 = 7,46 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$Tk2 = 0$ $Tk3 = 0$	
	Temperaturkoeffizient 2:	$Tk1 = 10,8 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$Tk2 = 0$ $Tk3 = 0$ (Alloy A20)	
	Temperaturkoeffizient 3:	$Tk1 = 48,3 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$Tk2 = -6,12 \times 10^{-6} \text{ 1/K}^2$ $Tk3 = 2,80 \times 10^{-9} \text{ 1/K}^3$ (NOREX)	
	Temperaturkoeffizient 4:	$Tk1 = 8,62 \times 10^{-4} \text{ 1/K}$	$Tk2 = 0$ $Tk3 = 0$	
Temperaturbereich:	DIP-Schalter 6 =Off:	0...300 °C	Untertemperatur -10 °C Übertemperatur 360 °C	
	DIP-Schalter 6 =On:	0...500 °C	Untertemperatur -10 °C Übertemperatur 600 °C	
Zeiten (50Hz):	Initialisierung:	nach Netz-Ein und Reset:	500 ms	
	Netzunterbrechung:	bei Netzunterbrechung geht TPRB in Störungs-Zustand oder führt nach Wiederkehr der Netzspannung einen Reset aus	$\geq 80 \text{ ms}$	
	Start (Heizen):	Einschaltverzögerung:	7...27 ms	
		Ausschaltverzögerung:	12...41 ms	
	Remanenz-setzen:	nach Netz-Ein, Reset und Kalibrierung EI-Transformator:	80 ms	
		nach Netz-Ein, Reset und Kalibrierung Ringkerntransformator:	300 ms	
		beim Schweißvorgang mit EI-Transformatoren	40 ms	
		beim Schweißvorgang mit Ringkerntransformatoren	80 ms	
		Stromflusswinkel EI-Transformator:	3,1 ms	
		Stromflusswinkel Ringkerntransformator:	1,8 ms	

	Kalibrierung-Start:	Einschaltverzögerung:	8...28 ms
	Kalibrierung	Max. Kalibrierungszeit bei Temperatur-Vergleichszeit= 15 s:	270 s
		Max. Kalibrierungszeit bei Temperatur-Vergleichszeit= 30 s:	345 s
		Temperatur-Vergleichszeit DIP-Schalter 5 =Off:	15 s
		Temperatur-Vergleichszeit DIP-Schalter 5 =On:	30 s
	Aufheizrampe:	Die Einstellung der Aufheizr. erfolgt mit DIP-Schalter 1 und 2:	ohne/2 /3 /5 s
Steuereingänge:	Start- (X6), Kalibr.-Start- (X5) und Reset-Eingang (X7) über Optokoppler im TPRB potentialgetrennt		
Logiksignale	Steuerspannung:	$U_{\text{Steuer}} = 4 - 32 \text{ VDC}$ (polungsunabhängig)	
	Maximale Steuerspannung:	$U_{\text{Steuermax}} = \pm 40 \text{ V}$	
	Steuerstrom:	$I_{\text{Steuer}} = 1 - 12 \text{ mA}$	
Sollwert-Eingang:	Der Eingang (X16) ist per Trennverstärker potentialgetrennt und gegen Verpolung geschützt		
Analogsignale	Sollwert-Spannung:	$U_{\text{Sollwert}} = 0...10 \text{ VDC}$ entspricht im Ein-Zustand und bei Bezugstemperatur: 0...300 °C bzw. 0...500 °C, bei Temperaturkoeffizienten-Korrektur: 0...360 °C bzw. 0...600 °C	
	Maximale Steuerspannung:	$U_{\text{Sollwertmax}} = \pm 20 \text{ V}$	
	Eingangswiderstand:	$R_{\text{ein}} = 1 \text{ M}\Omega$	
Spannungs-Messeingang:	Signalspannung (X8/X9):	$U_{\text{R}} = 1...80 \text{ V}$	
AC	Maximale Signalspannung:	$U_{\text{Rmax}} = 120 \text{ V}$	
	Eingangswiderstand:	Bereich 1: $R_{\text{ein}} = 6,4 \text{ k}\Omega$ bei $U_{\text{R}} = 1...8,9 \text{ V}$ Bereich 2: $R_{\text{ein}} = 60 \text{ k}\Omega$ bei $U_{\text{R}} = 8,7...80 \text{ V}$	
Strom-Messeingang:	Signalstrom (X10/X11):	$I_{\text{R}} = 20...400 \text{ mA}$ $U_{\text{IR}} = 0,1...2 \text{ V}$	
AC	Maximaler Signalstrom:	$I_{\text{Rmax}} = 500 \text{ mA}$ $U_{\text{IRmax}} = 2,5 \text{ V}$	
	Eingangswiderstand:	$R_{\text{ein}} = 5 \text{ }\Omega$ (Bürdewiderstand)	
Uref-Ausgang:	Der Referenz-Ausgang (X15) ist potentialgetrennt und gegen Überlast geschützt.		
DC	Referenz-Spannung:	$U_{\text{ref}} = 9,9 - 10,1 \text{ VDC}$	
	Maximaler Ausgangsstrom:	$I_{\text{refmax}} = 20 \text{ mA}$	
Istwert-Ausgang:	Der Ausgang (X17) ist per Trennverstärker potentialgetrennt und gegen Verpolung geschützt.		
DC	Istwert-Spannung:	$U_{\text{Istwert}} = 0...10 \text{ VDC}$ entspricht 0...300 °C bzw. 0...500 °C	
	Maximaler Ausgangsstrom:	$I_{\text{Istwert}} = 5 \text{ mA}$	
	Innenwiderstand:	$R_{\text{I}} = 10 \text{ }\Omega$	
Alarm-Ausgang:	Reed-Relaiskontakt Schließer (X12/X18), potentialfrei		
	Max. Schalleistung (ohmsche Last):	15 W	
	Max. Schaltspannung:	200 VDC/ 140 VAC	
	Max. Schaltstrom:	1 ADC/ 0,7 AAC	
	Nennlast (ohmsche Last):	500 mA/ 20 V	
	Lebensdauer Elektrisch	1×10^7 bei Nennlast	
EMV (CE):	Störfestigkeit:	EN 50082-2	
	Störaussendung:	EN 50081-1	Zur Einhaltung des Grenzwertes für die Störaussendung darf der TPRB nicht ohne zusätzliche Netzfilterung betrieben werden.
Anschlüsse:	steckbare Schraubklemmen, Klemmbereich 0,2 - 2,5 mm ² , Anzugsmoment 0,5 - 0,6 Nm		
	Material Polyamid unverstärkt, Brennbarkeitsklasse UL94 V0		
Bauart:	gekapselt, in Isolierstoffgehäuse		
Gehäuse:	Material Polycarbonat faserverstärkt PC-F, Brennbarkeitsklasse UL94 V0		
Schutzklasse:	Gerät der Schutzklasse II		
Verschmutzungsgrad:	3		
Schutzart:	IP20		
Befestigung:	Schnellbefestigung auf 35 mm Trägerschiene nach DIN EN 50022		
Abmessungen (B x H x T):	75 x 102,5 x 105,5 mm		
Montage:	Mindestabstand zu wärmeabgebenden Geräten mindestens 20 mm		
Gewicht:	Bei extern Thyristoren oder Halbleiterrelais: 470 g interne Thyristoren: 520 g		
Stoßfestigkeit:	10 g		
Feuchte:	95 %, nicht kondensierend		
Betriebstemperatur:	5 °C bis 50 °C		
Lagertemperatur:	-10 °C bis 70 °C		

8.2. Stromwandler:

Typ:	ZKB 465 501
Maximaler Nennstrom:	400 A
Übersetzungsverhältnis:	1 : 1000
Anschlüsse:	Flachstecker 6,3 x 0,8 mm (Faston)
Bauart:	offen
Gehäuse:	Material Polyamid faserverstärkt PA-F, Vergussmasse Polyurethan, Brennbarkeitsklasse UL94 V0
Trägerschienenhalter:	Material Polyamid PA, Brennbarkeitsklasse UL94 V0
Verschmutzungsgrad:	3
Schutzart:	IP00
Befestigung:	Schnellbefestigung auf 35 mm Trägerschiene nach DIN EN 50022 oder DIN EN 50035
Abmessungen (B x H x T):	40 x 42,5 x 68,5 mm
Gewicht:	70 g
Stoßfestigkeit:	10 g
Feuchte:	95 %, nicht kondensierend
Betriebstemperatur:	0 °C bis 50 °C
Lagertemperatur:	-10 °C bis 70 °C

8.3. Potentiometer:

Typ:	0...300 °C		
Widerstandswert:	5 k Ω \pm 5 %	Linearität: \pm 0,25 %	Temperaturkoeffizient: 50 ppm/°C
Gesamtbelastbarkeit:	1,0 W		
Drehwinkel:	1080 °		
Anschlüsse:	Lötanschluss		
Bauart:	offen		

Gehäuse:	glasfaserverstärkter Kunststoff
Montagebohrung:	28,45 - 28,90 mm
Verschmutzungsgrad:	3
Schutzart:	IP00
Abmessungen (L x D):	57,4 x 32 mm
Gewicht:	51 g
Feuchte:	95 %, nicht kondensierend
Betriebstemperatur:	0 °C bis 50 °C
Lagertemperatur:	-10 °C bis 70 °C

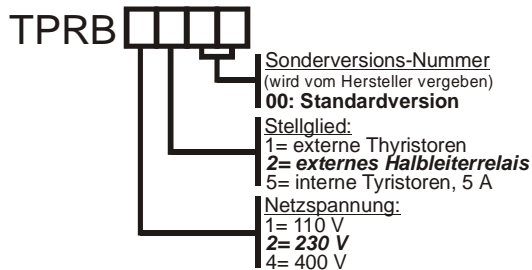
8.4. Analog-Anzeiger:

Typ:	Anzeige 2060 0...300 °C
Skala:	0...300 °C Genauigkeit: ±1,5 % Senkrechte Nennlage
Eingangsspannung:	0...10 VDC
Eingangswiderstand:	10,3 kΩ
Anschlüsse:	Lötanschluss
Bauart:	offen
Gehäuse:	glasfaserverstärkter Kunststoff
Frontplattenausschnitt:	61,2 x 32,2 mm
Verschmutzungsgrad:	3
Schutzart:	IP00
Abmessungen (B x H x T):	63 x 50,6 x 51,7 mm
Gewicht:	65 g
Feuchte:	95 %, nicht kondensierend
Betriebstemperatur:	0 °C bis 50 °C
Lagertemperatur:	-10 °C bis 70 °C

8.5. Schweißtransformator:

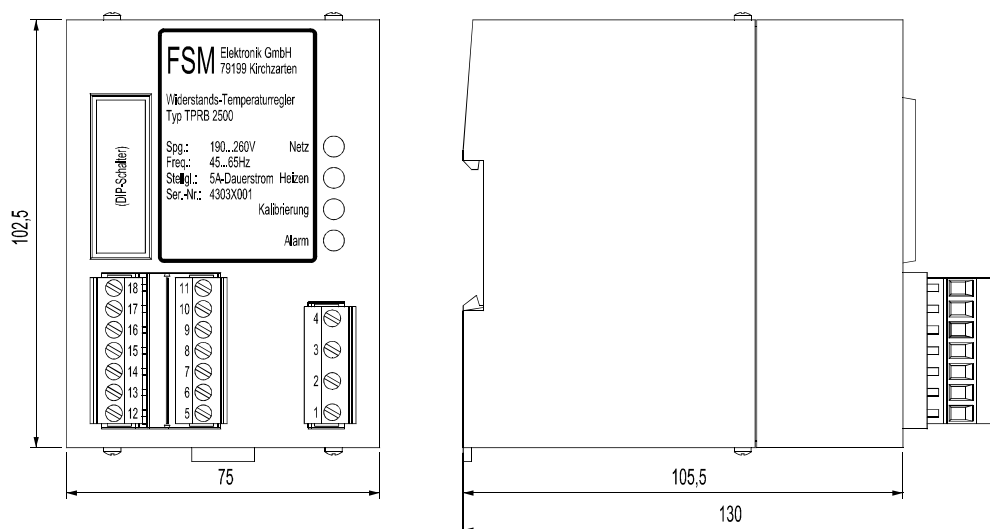
Der Schweißtransformator muss nach EN 60742 (VDE 0551) ausgeführt sein (Trenntransformator mit verstärkter Isolierung). Der Schweißtrafo muß **nicht** mit abgesenkter Induktion ausgelegt sein.

8.6. Bestellschlüssel:

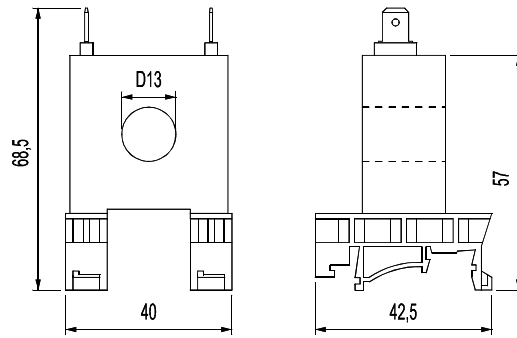


8.7 Gehäuse:

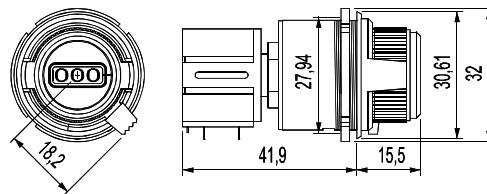
8.7.1. Gehäuse Widerstands-Temperaturregler:



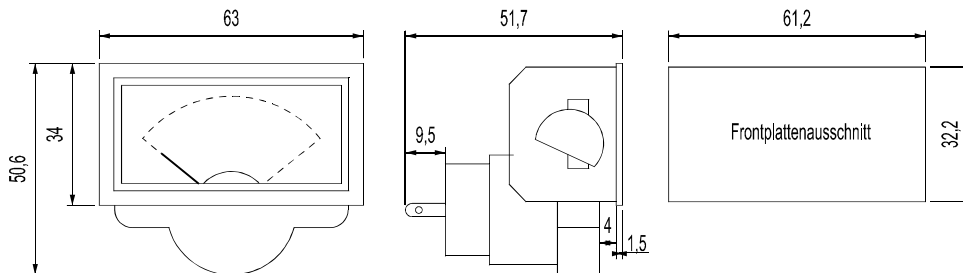
8.7.2. Gehäuse Stromwandler:



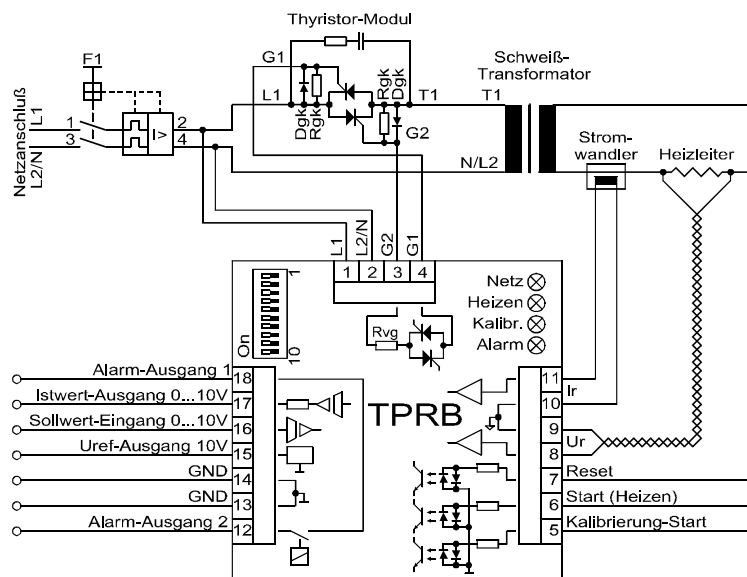
8.7.3. Gehäuse Potentiometer:



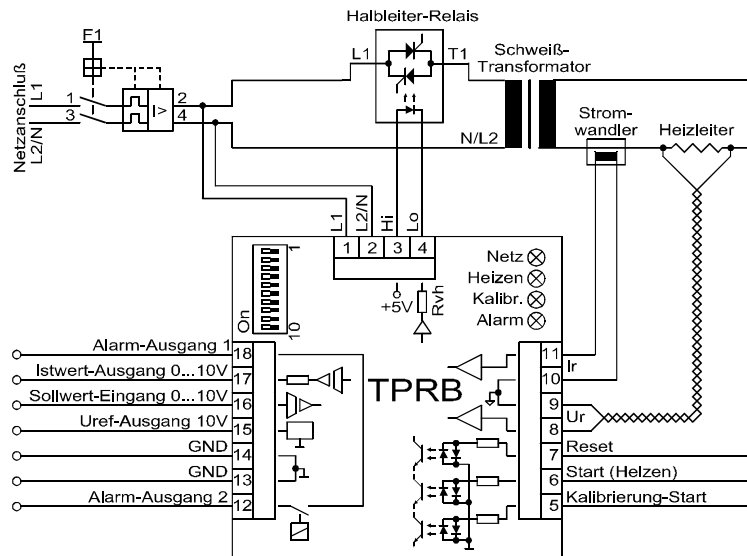
8.7.4. Gehäuse Analoganzeige:



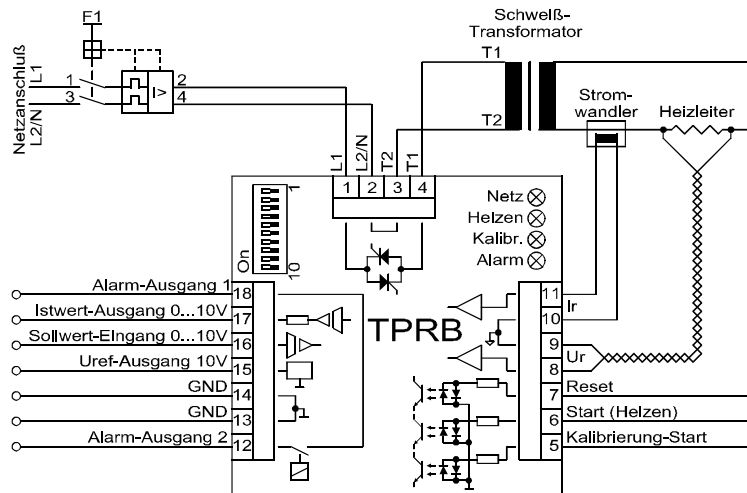
9.1. Anschlussplan TPRB mit externen Thyristoren: (Für sehr große Booster)



9.2. Anschlussplan TPRB mit externem Halbleiterrelais: (Für Booster.)



9.3. Anschlussplan TPRB mit internen Thyristoren: (Für Standard Anwendungen.)



10. Applikationshinweise:

Die Applikationsberatung und die Berechnung der nötigen Transformatoren übernimmt vorrangig die Firma EMEKO ing. Büro. www.emeko.de

Emeko Ing. Büro, M.Konstanzer

Kundenberatung – Applikation- Marketing
 Britzingerstr. 36
 D 79114 Freiburg
 Telefon: 0(049)170/2410655,
 0(049) 761 441803
 Telefax: 0(049) 761/441888
 e-mail: info@emeko.de
 Internet: <http://www.emeko.de>

FSM Elektronik GmbH

Entwicklung – Produktion – Vertrieb
 Scheffelstr. 49
 D 79199 Kirchzarten
 Telefon: 0(049)7661/9855-0
 Telefax: 0(049)7661/985511
 e-mail: info@fsm-elektronik.de
 Internet: <http://www.fsm-elektronik.de>