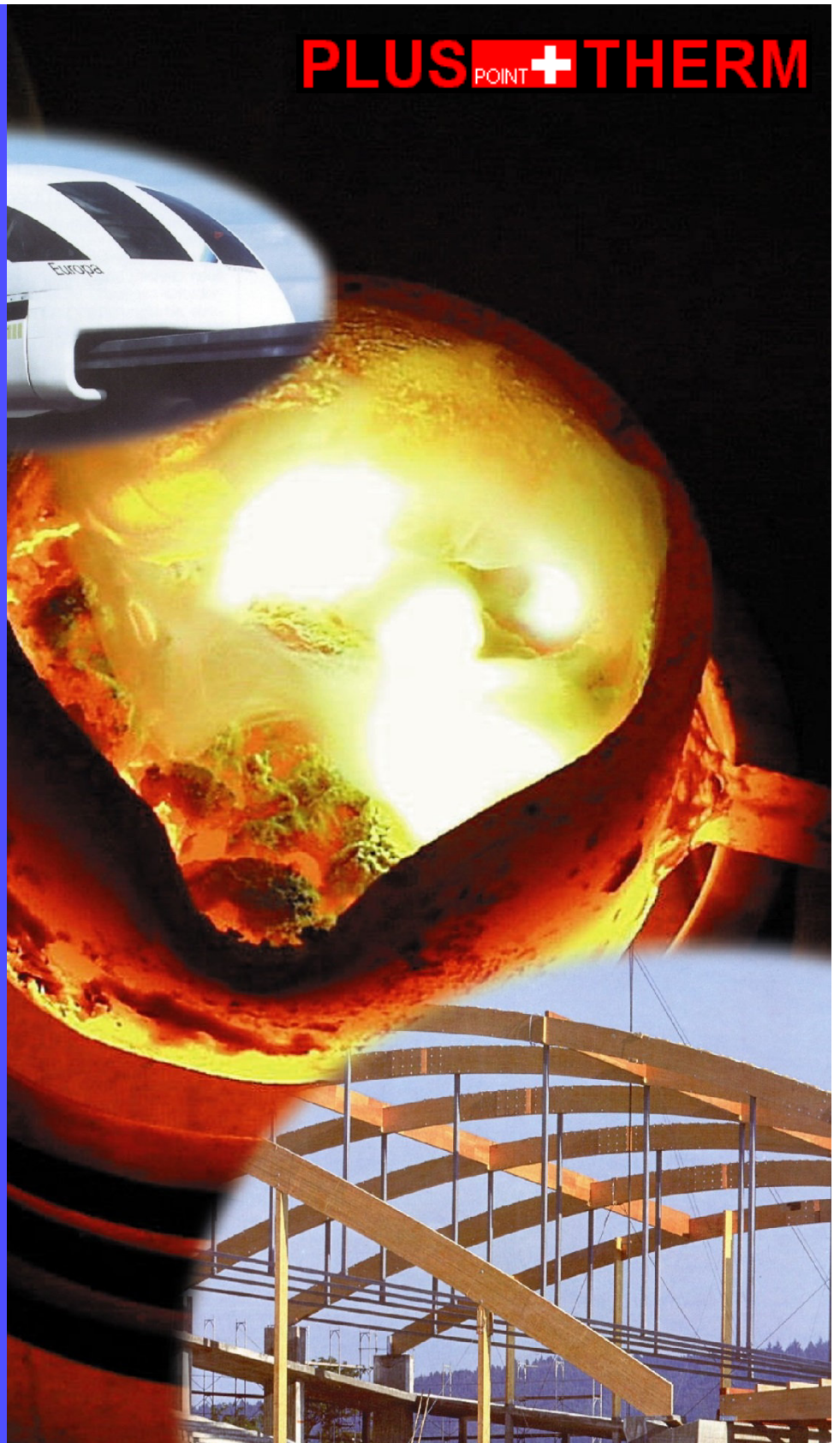


# Statischer Frequenzumformer TYPE TNX Compact Betriebsanleitung

V1



**PLUS** POINT **+** **THERM**

Plustherm Point GmbH  
Induktive und kapazitive Erwärmung

Seminarstr. 102  
CH-5430 Wettingen

[www.plustherm.ch](http://www.plustherm.ch)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>MERKBLATT .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>SICHERHEIT / UNFALLVERHÜTUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ALLGEMEINES .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>TECHNISCHE DATEN.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>ERSTE INBETRIEBNAHME .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>WASSERVERSORGUNG DES GENERATORS .....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>ELEKTRISCHE EINSPEISUNG .....</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>SCHNITTSTELLEN .....</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>PFLEGE UND WARTUNG.....</b>	<b>11</b>
<b>10</b>	<b>FUNKTIONSBESCHREIBUNG.....</b>	<b>12</b>

**1 MERKBLATT**

## **Physiologische Wirkung der Hochfrequenz**

Berührung mit reiner Hochfrequenz ist nicht unbedingt lebensgefährlich, da die Hochfrequenzströme wegen der Hautwirkung nur auf der Körperoberfläche fließen. Je nach Höhe der Spannung sind jedoch empfindliche Verbrennungen möglich, wenn durch direkte Körperberührung Lichtbogen erzeugt werden. Erfolgt die Berührung jedoch in der Weise, dass der Berührende mit einem fest in der Hand gehaltenen Metall an eine spannungs- führende Stelle kommt, so haftet der Lichtbogen am Metall und es ist ein von der Spannung abhängiges Wärmegefühl zu verspüren. Darum:

### **V O R S I C H T !**

Wegen                      Verbrennungsgefahr                      keine                      unter  
Hochfrequenzspannung stehenden Teile berühren!

## **2 Sicherheit / Unfallverhütung**

### **2.1 Allgemeine Hinweise**

Diese Betriebsanleitung enthält grundlegende Hinweise, die bei der Inbetriebnahme, dem Betrieb und der Wartung zu beachten sind. Sie ist daher unbedingt vor der Inbetriebnahme vom Monteur sowie dem zuständigen Bedienpersonal / Betreiber zu lesen. Sie muss ständig am Einsatzort der Anlage verfügbar sein. Es sind nicht nur die unter diesem Abschnitt aufgeführten, allgemeinen Sicherheitshinweise zu beachten, sondern auch die unter den anderen Abschnitten eingefügten, speziellen Sicherheitshinweise.

### **2.2 Personalqualifikation und Schulung**

Das Personal für die Bedienung, Wartung, Inspektion und Montage muss die entsprechende Qualifikation für diese Arbeiten aufweisen. Verantwortungsbereich, Zuständigkeit und die Überwachung des Personals müssen durch den Betreiber genau geregelt sein.

### **2.3 Gefahren bei Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise**

Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise kann sowohl eine Gefährdung für Personen als auch für die Umwelt und die Anlage zur Folge haben. Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise führt zum Verlust jeglicher Schadenersatzansprüche.

### **2.4 Eigenmächtiger Umbau und Ersatzteilherstellung**

Umbau oder Veränderungen der Anlage sind nur nach Absprache mit dem Hersteller zulässig. Originalersatzteile und vom Hersteller autorisiertes Zubehör dienen der Sicherheit. Die Verwendung anderer Teile kann die Haftung für die daraus entstehenden Folgen aufheben.

### **2.5 Unzulässige Betriebsweisen**

Die Betriebssicherheit der gelieferten Anlage ist nur bei bestimmungsgemäßer Verwendung gewährleistet. Die in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte dürfen auf keinen Fall überschritten werden.

### 3 Allgemeines

Hochfrequenzgeneratoren der Typenreihe TNX dienen zur induktiven Wärmebehandlung von magnetischen sowie unmagnetischen metallischen Werkstoffen, insbesondere zum Härten, Löten, Rohrschweissen etc.

Der Ausdruck "induktive Erwärmung" besagt, dass die Wärmeenergie induktiv, d. h. mittels magnetischer Felder in das Werkstück gelangt. Das Werkstück stellt nichts anderes dar, als einen an die Induktorspule angekoppelten Stromkreis. Tatsächlich entstehen in ihm Kreis- oder Wirbelströme, welche in den von ihnen durchflossenen Materialschichten wegen deren endlicher Leitfähigkeit Stromwände erzeugen. Je grösser der spezifische Widerstand des Materials ist, desto mehr Stromwände werden erzeugt. Mit anderen Worten: Induktorspule und Werkstücke bilden einen Hochfrequenz-Transformator. Die Hochfrequenzenergie gelangt ohne leitende Verbindung in das Werkstück und wandelt sich in der Wechselwirkung mit dem Material in Wärme um. Da der Strom die Wärme erzeugt, geht das Bestreben bei der Konstruktion dahin, möglichst grosse Ströme im Stück zu induzieren.

Hochfrequenzströme fliessen im Gegensatz zu Strömen niedriger Frequenzen nur in einer ganz dünnen Oberflächenschicht (die Erscheinung wird als Skin-Effekt oder Hautwirkung bezeichnet). Sie erzeugen also auch die Wärme nur in dieser dünnen Schicht (Eindringtiefe), die nur Bruchteile von mm dick ist. Diese Eigenschaft hat der Hochfrequenzerwärmung das weite Feld der Oberflächenhärtung erschlossen. Es gelingt jedoch auch, die Stücke durchzuwärmen, wenn man die Hochfrequenz genügend lange einwirken lässt. Die Wärme kann sich dann im Innern des Stückes verteilen.

Induktoren lassen sich in bel. Formen herstellen. Dadurch kann man mit Hochfrequenz in ganz kurzen Zeiten auch partielle Erwärmungen durchführen, wie sie sich mit keiner anderen Methode erreichen lassen.

Die Ausgangsleistung ist mittels Potentiometer und externem Signal von 0-10VDC (2-100%) stufenlos einstellbar. Um sowohl mit ein- als auch mit mehrwindigen Induktoren ein Maximum an Energie in das zu behandelnde Werkstück zu bringen, ist eine optimale Anpassung durch Austauschen von Schwingkreiskondensatoren möglich.

Die Steuerung ist in Einschubbauweise ausgeführt. Anschlüsse für eine Fernsteuerung sind vorhanden. Alle aus dem Generator herausgeführten Steuerspannungen betragen 24VDC.

## 4 Technische Daten

IGBT Frequenzumformer

TNX Compact 5-20

### 4.1 Elektrische Daten

	TNX5 Compact	TNX10 Compact	TNX15 Compact	TNX20 Compact
HF-Leistung an den Induktorklemmen im Nennarbeitspunkt bei Dauerbetrieb	5 kW	10 kW	15 kW	20 kW
Frequenz bei Vollast	10-150 kHz			
MF-Spannung (rms.)	600 V			
HF-Strom im Induktor	1000-1500 A			

### 4.2 Netzanschluss

	TNX5 Compact	TNX10 Compact	TNX15 Compact	TNX20 Compact
Spannung	3 x 400 V + N + E			
Frequenz	50 Hz			
Zulässige Spannungsschwankungen	± 5 %			
Leistungsaufnahme bei ausgeschalteter HF	100 W			
Leistungsaufnahme bei Nennlast	6 kVA	11 kVA	16 kVA	23 kVA
Leistungsfaktor cos bei Nennlast	0,94			
Strom pro Phase (400 V) bei Nennlast	ca. 12 A	Ca. 17 A	Ca. 24 A	Ca. 32 A
Erforderliche Absicherung	400 V, 25 AT	400 V, 25 AT	400 V, 40 AT	400 V, 45 AT
Steuerspannung	24 VDC			
Externe Leistungsregelung	Tacho Eingang ref. 0 - 10 V VDC			

### 4.3 Dimensionen

Abmessungen (B x T x H)	394 x 413 x 314 mm
Gewicht	ca. 35 kg

### 4.4 Kühlung

Wassermenge	<table> <tr> <td>5kW</td><td>4 l / min.</td></tr> <tr> <td>10kW</td><td>8 l / min</td></tr> <tr> <td>15kW</td><td>11 l / min</td></tr> <tr> <td>20kW</td><td>15 l / min</td></tr> </table>	5kW	4 l / min.	10kW	8 l / min	15kW	11 l / min	20kW	15 l / min
5kW	4 l / min.								
10kW	8 l / min								
15kW	11 l / min								
20kW	15 l / min								
bei einem Druck von	4 bar dyn.								
max. zulässiger Druck	6 bar								
Wassereintrittstemperatur für offenes Kühlsystem	$18^{\circ}\text{C} < T < 28^{\circ}\text{C}$ T darf den Taupunkt nicht erreichen.								
Umgebungstemperatur	5-40°C (nicht kondensierend)								
Wasseranschlüsse	Snap-in 10mm Eingang=blau Ausgang=rot								
Wasserqualität	Sauberes Frischwasser oder gereinigtes gefiltertes Industrierwasser Filter max. 150um Leitfähigkeit 50-600uS/cm PH-Bereich 7.0-8.5 Wasserhärte max. 8.4-14°dH								

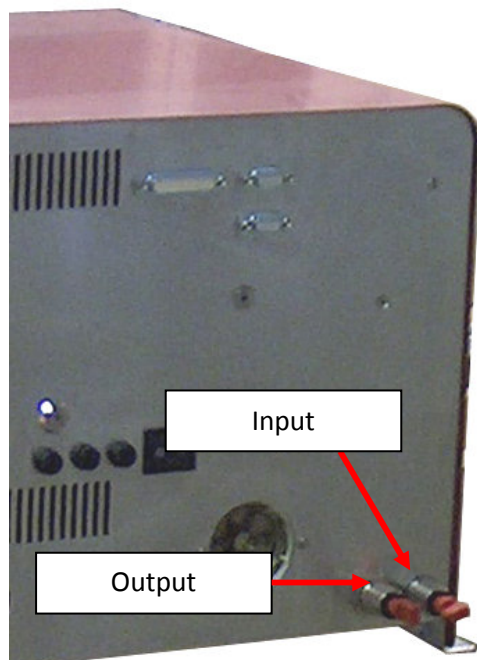
## 5 Erste Inbetriebnahme

- Machen Sie eine optische Kontrolle der gelieferten Teile.

*Schliessen Sie folgende Teile an:*

1. Externe Bedieneinheit an Remote-Anschluss.
2. Induktor an C-Box  
Achten Sie darauf, dass die beiden O-Ringe eingesetzt sind.  
Verwenden sie ausschliesslich Messing oder rostfreie Schrauben, da sich andere Materialien durch die Hochfrequenz erwärmen können.
3. Wasserkühlung
4. Elektrische Einspeisung an (3x400V / 50Hz + Neutralleiter/Nullleiter + Erde)
5. Pyrometer (falls vorhanden)
6. Vergewissern Sie sich, dass sich im Induktor keine Teile befinden.
7. Hauptschalter betätigen.

## 6 Wasserversorgung des Generators



Die Kühlung der leistungsführenden Bauelemente im Generator erfolgt normalerweise mit Frischwasser ab Leitungsnetz. Das Wasser muss den in den technischen Daten aufgeführten Bedingungen genügen, im anderen Fall ist ein geschlossener Kreislauf mit einer den gegebenen Verhältnissen angepassten Rückkühlung vorzusehen.

Es ist darauf zu achten, dass die Wassereingangstemperatur nicht beliebig tief sein darf, da es sonst unter ungünstigen Bedingungen zur Bildung von Kondenswasser im Generator kommt.

Der interne Kreislauf ist in drei Zweige aufgetrennt: H-Brücke mit Chopper, Kondensatoren in C-Box sowie die Induktorkühlung.

Der Durchfluss der H-Brücke, Chopper und Kondensatoren wird mit einem Strömungswächter überwacht. Beide Kreisläufe werden von Temperatursensoren überwacht.



## 7 Elektrische Einspeisung

Für die elektrische Einspeisung muss das bereits montierte Kabel vorschriftsgemäss mit einem Netzstecker verbunden werden.

Es werden folgende Leitungen benötigt:

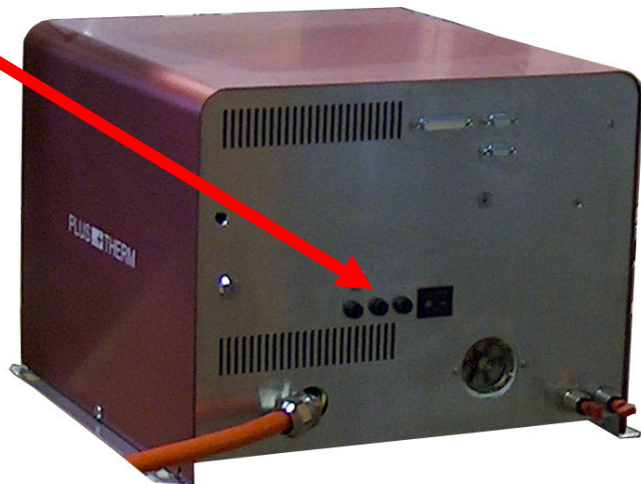
- Phase L1
- Phase L2
- Phase L3
- Neutraleiter
- Erdung

Die Reihenfolge der Phasen spielt keine Rolle.

### 7.1 Sicherungen

Im System befinden sich folgende Sicherungen:

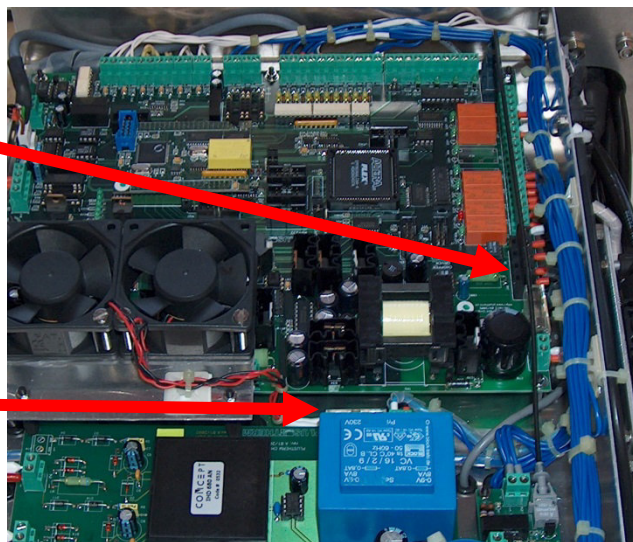
Am Gehäuse: (F1 3.15AT, F2 & F3 2AT)



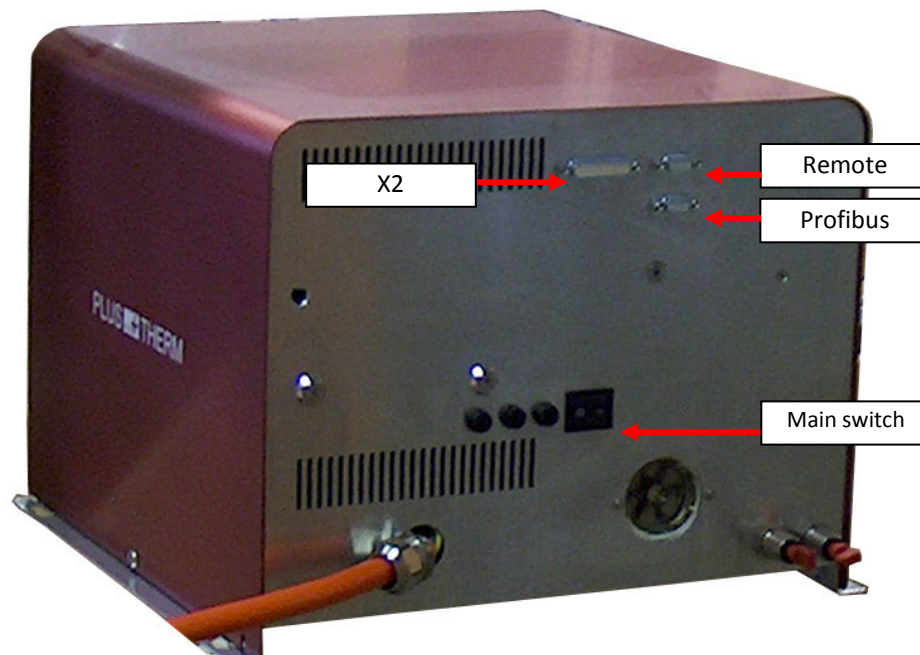
Bei geöffnetem Deckel:

2AT

315mAT



## 8 Schnittstellen



### 8.1 REMOTE

Hier wird das Bedienpanel angeschlossen.

### 8.2 X2

25 poliger D-Sub Stecker für Kundeninterface.

Belegung siehe Schema sowie Manual ,User Interface'.

### 8.3 RS-232

Steht optional für spezielle Anwendungen zur Verfügung.

### 8.4 Profibus

Steht optional für spezielle Anwendungen zur Verfügung.

## **9 Pflege und Wartung**

### **9.1 Allgemein**

Zeigen sich Unregelmässigkeiten bei den mech. Arbeitenden Bauelementen oder treten Fremdgeräusche auf, so ist die Anlage über den Hauptschalter abzuschalten.

Der Generator selbst ist durch seinen Aufbau in Halbleitertechnologie wartungsfrei. Trotzdem, muss auf folgendes geachtet werden:

### **9.2 Frostgefahr**

Der Generator ist wassergekühlt. Es muss dafür gesorgt werden, dass die Temperatur im Gerät nicht unter den Gefrierpunkt sinkt. Andernfalls ist das Kühlwassersystem zu entleeren und mit Druckluft auszublasen.

### **9.3 Induktoranschlüsse**

Verschmutzte Induktoranschlüsse bringen Ärger. Anschlussköpfe sauber halten. Von Zeit zu Zeit kontrollieren, ob alle Schrauben fest angezogen sind.

### **9.4 Filterreinigung**

Je nach Arbeitsumgebung muss der Filter für die Lüftung des Generators regelmässig gereinigt werden.

### **9.5 Längerer Stillstand**

Ist ein längerer Stillstand der Anlage vorgesehen, ist es ratsam, den Wasserkreis vollständig zu entleeren. Beim Wiederanfahren der Anlage sind die gleichen Kontrollen wie bei der ersten Inbetriebnahme durchzuführen.

## 10 Funktionsbeschreibung

Der statische Frequenzumrichter ist konzipiert für den Einsatz bei verschiedensten induktiven Erwärmungs- bzw. Schmelzprozessen.

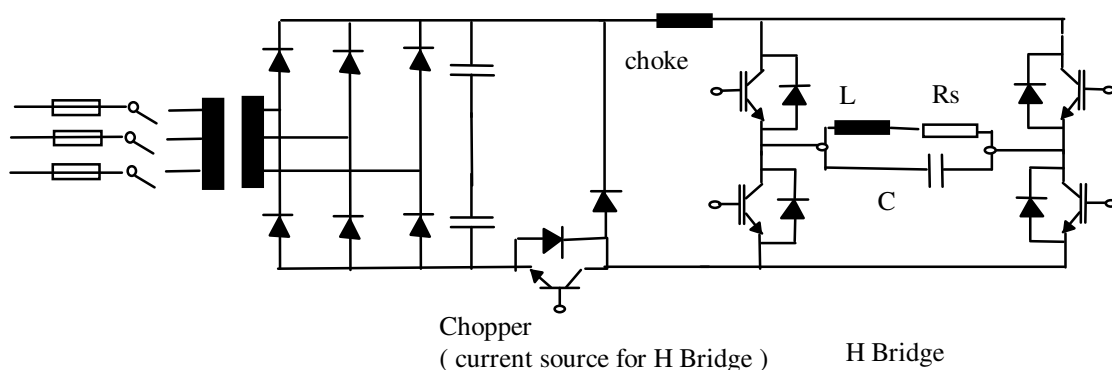
Die kompakte, fast vollständig geschlossene Bauweise ermöglicht die Benutzung in industrieller Umgebung, selbst bei erschwerten Aufstellungsbedingungen. Sämtliche Komponenten sind in einem Gehäuse untergebracht, anschlussfertig für Netz und Kühlwasserversorgung.

Der Hochstromausgang für den Spulenanschluss befindet sich auf der Stirnseite des Gerätes, die Kühlwasseranschlüsse sowie die Stromversorgung befinden sich auf der Rückseite.

Die Bedien- und Instrumentierungsgeräte des Generators befinden sich auf der Stirnseite des Gerätes. Die Anordnung der Tasten, Signallampen und Anzeigen sorgen mit ihrer klaren Übersicht für eine einfache Bedienbarkeit.

Die Zuverlässigkeit des Umrichters wird durch eine zweistufige Überwachung aller wichtigen elektrischen und thermischen Arbeitsdaten erreicht.

Die Technik der Frequenzumformung beruht auf einem Parallel-Schwingkreis auf der Lastseite, bestehend aus Leistungskondensatoren und Induktionsspule. Die Werte (Induktivität und Kapazität) dieser Bauelemente bestimmen die Arbeitsfrequenz. Der Lastschwingkreis ist an eine Stromquelle angeschlossen. Die Stromquelle ist aus 6pulsigem Gleichrichter, Chopper, Ferrit-Transformer und Glättungsteil gebaut.



Figur 1

Durch den Haupttransformator erfolgt eine Potentialtrennung zwischen dem Netz und der Last. Dadurch gibt es keinen Kurzschluss am Netz, falls die Last geerdet wird. Das Ein- und Ausschalten der H-Brücke erfolgt durch das Ein- und Ausschalten des Choppers. Durch diese Lösung spielt es keine Rolle, wie oft und unter welcher Last die Hochfrequenz Ein- und Ausgeschaltet wird. Es werden dafür keine mechanischen Kontakte benötigt.

### 10.1 Hauptmerkmale der verwendeten Frequenzumformer Bauweise

- Der Ladestrom fließt nicht durch die Halbleiter (IGBT's)  
Geringe Schaltverluste
- Die Arbeitsfrequenz ist äquivalent zur Resonanzfrequenz des Schwingkreises  
Keine Schaltverluste für die H-Brücken IGBT's  
Es können für verschiedene Induktoren dieselben Kondensatoren verwendet werden
- Der Lastkreis ist Überstrom- und Überspannungsgeschützt  
Keine Probleme bei Überlast oder betreiben ohne Last
- Direkte Regelung der HF-Leistung (Leistungsrückführung)  
Die Erwärmung des Werkstücks ist proportional zur Sollwertreferenz
- Der Generator startet mit der Resonanzfrequenz  
Keine Probleme beim Einschalten (Überstrom)
- Sanftstart Vorrichtung  
Reduzierter Stress für Elektrolytkondensatoren und Halbleiter
- Minimale Netzrückwirkungen