



# Verfahren zur automatischen Anpassung von Schwingkreisumrichtern

Procedure for automatic matching of tuned-circuit power supplies

Von Joachim Smirek

Es wird ein patentiertes Verfahren zur einfachen und schnellen Anpassung von Schwingkreisumrichtern an einen Härteinduktor als Bestandteil einer induktiven Härteanlage beschrieben. Basierend auf einem mathematischen Modell des Umrichters erfolgt die iterative Berechnung der optimalen Anpassung von Trafostufe und Kapazität auf der Grundlage gemessener elektrischer Kenngrößen des Umrichters. Die hierfür notwendige Software ist in der Steuerungssoftware der Härteanlage integriert. Die Bedienung erfolgt intuitiv über ein Menü als Bestandteil der Bildschirmsteuerung.

The following describes a patented procedure for easy and quick matching of tuned-circuit power supplies to a hardening inductor as part of an induction hardening equipment. Based on a mathematical model of the power supply, the optimum matching characteristics relating to transformer step and number of capacitors to be used are iteratively calculated on the basis of electrical parameters measured at the power supply. The required software to perform this process is integrated into the control software of the hardening equipment. The system is being operated intuitively via a menu which is part of the control and display panel.

## Einleitung

Damit Schwingkreisumrichter optimal arbeiten, müssen sie an ihre Last angepasst werden. Dies wird im allgemeinen dadurch erreicht, dass die Kapazität des Schwingkreis Kondensators verändert wird und dass die Größe der Umrichter Ausgangsspannung mit Hilfe eines Ausgangstransformators oder eines kapaziti-

ven Spannungsteilers verändert wird. Da hierfür im allgemeinen detaillierte Kenntnisse des entsprechenden Umrichters nötig sind, in der Praxis aber häufig das notwendige Expertenwissen nicht zur Verfügung steht, wurde ein patentiertes Verfahren entwickelt, das es erlaubt, auch ohne diese speziellen Kenntnisse eine Umrichteranpassung einfach und schnell durchzuführen.

## Prinzip der automatischen Anpassung von Schwingkreisumrichtern

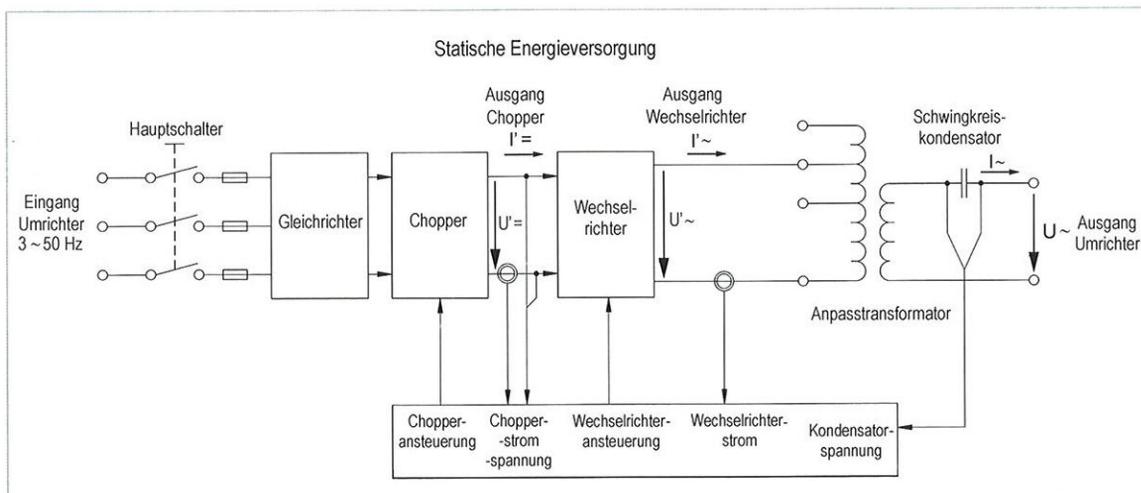
Im ersten Schritt wird ein vereinfachtes mathematisches Modell des Umrichters erstellt, das es erlaubt die grundsätzliche Funktionsweise des Umrichters mit mathematischen Formeln zu beschreiben (Bild 1).

Im zweiten Schritt wird der Umrichter mit einer beliebigen bzw. vorgegebenen Anpassung betrieben und die für das Umrichtermodell relevanten Größen wie:

- Leistung
  - Strom
  - Spannung
  - Frequenz
- gemessen.

Im dritten Schritt werden aus den bekannten Größen wie Schwingkreis Kapazität und Trafoübersetzungsverhältnis und den in Schritt 2 gemessenen Größen die Umrichterparameter berechnet. Aus diesen Daten kann jetzt die optimale Anpassung des Umrichters berechnet werden.

Im vierten Schritt erfolgt die Übernahme der berechneten optimalen Anpassung am Umrichter. Diese werden wahlweise manuell oder elektronisch eingestellt.



**Bild 1:** Prinzipdarstellung des Regelkreises Umrichter

**Fig. 1:** Principle cybernetic model of power supply

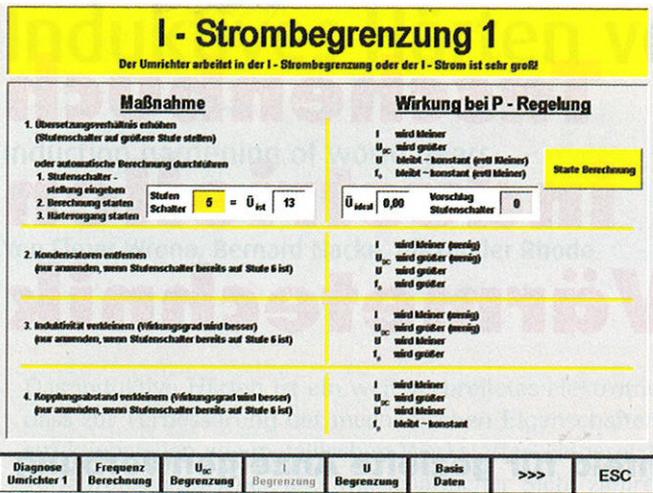


Bild 2: Bildschirm-Menü Umrichterstatus – Ausgangssituation  
 Fig. 2: Screen menu power supply status – starting situation

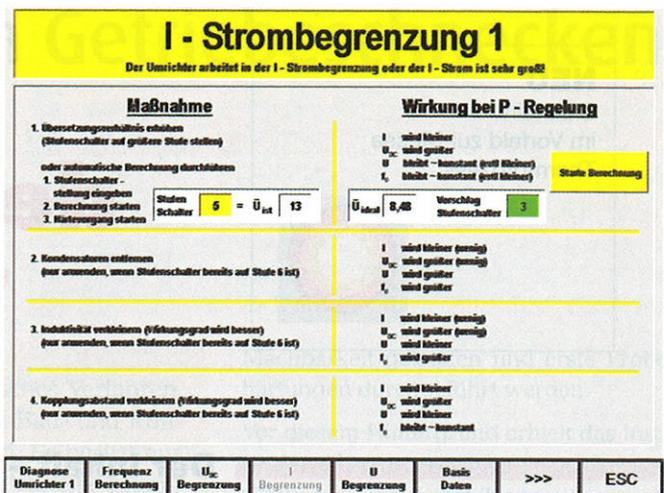


Bild 3: Bildschirm-Menü Umrichterstatus – Angepasst  
 Fig. 3: Screen menu power supply status – modulated

## Praktische Umsetzung

Grundlage der praktischen Umsetzung ist die Realisierung einer automatischen Kondensatorumschaltung und einer automatischen Trafostufenumschaltung innerhalb des Umrichters. In der praktischen Ausführung erfolgt diese Umschaltung mittels pneumatischen Stellelementen. Speziell bei der Kondensatorschiene wird hierbei von einer realistischen Veränderung des Frequenzverhältnisses im Faktor 2,3 basierend auf der möglichen Veränderung der Kapazität ausgegangen. Die nötigen Basisdaten und die Berechnungsmethodik sind Bestandteil einer Software die in das Programm der Maschinensteuerung integriert wird.

Zur Visualisierung und Bedienung wurde ein Bildschirmen, als Unterprogramm zur Umrichteranpassung in der elektronischen Maschinen-Steuerung integriert, welches den aktuellen und zukünftigen

Umrichterstatus und Einstellungen anzeigt und Möglichkeiten der manuellen Eingabe der Einstellparameter vorsieht. Über dieses Menü ist der Bediener in der Lage intuitiv und ohne Vorkenntnisse Informationen zu erhalten und zu bestätigen oder Parameteränderungen vorzunehmen.

## Vorgehensweise

Der Bediener geht in das Unterprogramm Umrichteranpassung und aktiviert dieses zur Berechnung der optimalen Anpassung (Bild 2).

Er startet hierzu einen Härtezyklus. Obiger Schritt 2 wird während dem Härtezyklus im Hintergrund automatisch ausgeführt. Ist der Härtezyklus beendet wird obiger Schritt 3 automatisch ausgeführt und dem Bediener wird eine neue optimale Anpassung angeboten (Bild 3).

Mit einer Übernahmetaste kann er jetzt diese neue Einstellung übernehmen, was obigem Schritt 4 entspricht. Hat sich die neue optimale Anpassung nicht geändert, muss diese auch nicht übernommen werden und der Anpassvorgang ist beendet.

Bei der Softwareentwicklung wurde dem Umstand Rechnung getragen, dass der Anwender die Einstellungen auch weiterhin manuell beeinflussen kann, so dass der Umrichter auch mit einer bewussten „Fehlanspassung“ betrieben werden kann.

## Autor:

Dipl.-Ing. Joachim Smirek  
 HWG Inductoheat GmbH,  
 Reichenbach/Fils

Tel.: 07153 / 504257  
 E-mail:  
 smirek@hwg-inductoheat.de

