

Technischer Leitfaden :
Parallelbetrieb

Technical Guide :
Parallel Operation



With Great Knowledge Comes Great Power

INHALT

- 1) EINLEITUNG
 - 1.1) Zweck
 - 1.2) Grundbegriffe des Synchrongenerators
 - 1.3) Stabilität und Lastverteilung
 - 2) DAS PARALLELGERÄT "PD"
 - 3) DER LEISTUNGSFAKTORREGLER "PFR"
 - 3.1) Beschreibung
 - 3.2) Technische Spezifikationen
 - 3.3) Technische Daten
 - 4) VORBEDINGUNGEN FÜR DIE PARALLELSCHALTUNG
 - 5) ÜBERPRÜFUNG DER PARALLELSCHALTUNG BEI ELEKTRONISCH GEREGLTEN GENERATOREN
 - 5.1) Parallelschaltung zwischen gleichen Generatoren
 - 5.2) Parallelschaltung mit dem Netz
- ANHANG A : Generatorschaltpläne

TERMINOLOGIE

AVR (Automatic Voltage Regulator)
Automatischer Spannungsregler

UVR6 oder SR7
Analoge Spannungsreglerplatine für Generatoren, hergestellt von MECC ALTE

DSR
Digitale Spannungsreglerplatine für Generatoren, hergestellt von MECC ALTE

PD (parallel device)
Parallelgerät; Messwandler, der eine Spannung proportional zu den Amperewindungen abgibt, die den Kern durchqueren (siehe Kapitel 2).

Sekundärspule des PD
Spule des PD, die in Reihe mit der Spannungsabtastung abhängig von der Anwendung und gemäß Tabelle 2.1 verwendet wird.

PFR (power factor regulator)
Regler für Spannung, Blindstrom oder $\cos\varphi$; Leistungsfaktorregler (siehe Kapitel 3).

TV
Spannungswandler

CONTENTS

- 1) INTRODUCTION
 - 1.1) Aim
 - 1.2.) Basic theories of the synchronous generator
 - 1.3.) Stability and distribution of the load
 - 2) THE PARALLEL DEVICE (PD)
 - 3) THE POWER FACTOR REGULATOR (PFR)
 - 3.1) Description
 - 3.2) Technical specifications
 - 3.3) Technical data
 - 4) PRELIMINARY CONDITIONS FOR PARALLELING
 - 5) PARALLEL CHECKING WITH ELECTRONICALLY-REGULATED GENERATORS
 - 5.1) Parallel with like generators
 - 5.2) Network Parallel
- APPENDIX A : Generators connection diagrams

TERMINOLOGY

AVR
Automatic Voltage Regulator

UVR or SR7
Analog voltage regulation board for generators, manufactured by MECC ALTE

DSR
Digital voltage regulation board for generators, manufactured by MECC ALTE

PD
Parallel device; a transducer supplying a voltage proportional to the ampere-turns crossing the core (see chapter 2)

PD secondary coil
The PD secondary coil used in series with the voltage sensing, depending on the application and in accordance with Table 2.1

PFR
Regulator of voltage, reactive current or $\cos\varphi$ (see chapter 3)

TV
Voltage transformer

1) EINLEITUNG

1.1) Zweck

Zwei oder mehr Generatorengruppen werden immer dann parallelgeschaltet, wenn:

- die Kapazität des gesamten Systems erhöht werden soll;
- bei Wartungsarbeiten an den Generatoren die Energieversorgung ohne Unterbrechungen gewährleistet sein soll;
- die Abmessungen und/oder das Gewicht der Maschinen begrenzt werden sollen;
- die Zuverlässigkeit des gesamten Systems erhöht werden soll;
- die Leistungsfähigkeit des gesamten Systems erhöht werden soll.

Der letzte Punkt bedeutet insbesondere, dass mehrere bei Volllast betriebene Generatoren die Nutzung der an die Generatoren gekoppelten Kraftmaschinen innerhalb des ganzen Leistungsbereichs bis zur und einschließlich der Nennleistung des gesamten Systems optimieren.

1.2) Grundbegriffe des Synchrongenerators

Zum Zweck dieses Leitfadens kann der Synchrongenerator annähernd als ein idealer Generator einer Wechselspannung (V_o) und einer Frequenz (f) in Reihe mit einer (synchronen) Ausgangsinduktanz (L_s) definiert werden (Abb. 1.2.1.a). Die V_o Amplitude wird durch den Erregerstrom gesteuert und die V_o Frequenz durch die Drehzahl der Kraftmaschine. Folglich ist bei Durchführung eines Stroms (I_u) die Spannung an den Ausgangsklemmen (V_u): $V_u = V_o - j X_s I_u$ (wobei j = komplexer Operator) (Abb.1.2.1.b). Der Ausdruck $j X_s = j \omega L_s$ stellt die Ausgangsreaktanz dar, deren Spannungsabfall eine rechtwinklige Phasennacheilung in Bezug auf I_u hat.

Aufgrund der magnetischen Sättigung und der Form der Pole ist eine solche Definition zu ungenau, um bei Berechnungen jedweder Art verwendet zu werden. Sie dient hier ausschließlich zum besseren Verständnis der die Generatoren betreffenden Phänomene.

Das oben genannte Modell verdeutlicht tatsächlich, dass bei Anwendung einer induktiven Last auf einen Synchrongenerator der Strom I_L mit einer Phasennacheilung von 90° auf die Spannung an den Klemmen einen Spannungsabfall $-j X_s I_L$ verursacht, dessen Gegenphase daher in Bezug auf V_u abnimmt (Abb. 1.2.2 a). Um die zuvor festgelegte Spannung an den Klemmen V_u aufrechtzuerhalten, muss V_o um $j X_s I_L$ erhöht werden, wodurch der Erregungsstrom erhöht wird. In diesem Zustand wird der Generator allgemein als "übererregt" bezeichnet.

Analog, wenn eine kapazitive Belastung angelegt wird, verursacht der Strom I_C mit einer Phasenvoreilung von 90° auf die Spannung an den Klemmen einen Spannungsabfall $-j X_s I_C$ in Phase mit V_u , die schließlich zunimmt. Um die zuvor festgelegte Spannung an den Klemmen aufrechtzuerhalten, muss $X_s I_C$ von V_o abgezogen werden, wodurch der Erregungsstrom verringert wird. In diesem Zustand wird der Generator allgemein als "untererregt" (Abb. 1.2.2 b) bezeichnet.

Bei einer ohmschen Belastung hingegen sind Strom I_R und Spannungsabfall $-j X_s I_R$ in Phase bzw. rechtwinklig phasennacheilend in Bezug auf V_u , die sich daher bei moderaten Belastungen nicht sehr von V_o unterscheidet.

1) INTRODUCTION

1.1) Aim

Two or more generator sets are paralleled together whenever it is needed to:

- increase the capacity of the whole system
- allow energy supply without interruptions in the case of maintenance of generator sets
- limit the size and/ or the weight of the machines
- increase the reliability of the whole system
- increase the efficiency of the whole system

This last point in particular means that more generators operating in a full load condition manage to optimise the usage of prime movers coupled with the generators within the entire power field up to and including the power rating of the whole system itself.

1.2) Basic notions of the synchronous generator

The purpose of this manual being considered, the synchronous generator can be approximately defined as an ideal generator characterised by an alternating voltage (V_o) and a frequency (f) with an in-series (synchronous) output inductance (L_s) (picture 1.2.1.a). The V_o amplitude is controlled by the excitation current, and the V_o frequency by the speed of the prime mover. As a consequence, when a current (I_u) is fed through, the output terminal voltage (V_u) will result from: $V_u = V_o - j X_s I_u$ (where j = complex operator) (picture 1.2.1.b). The term $j X_s = j \omega L_s$ represents the output reactance whose voltage drop has a right angle lagging in respect of I_u .

Because of the magnetic saturation and the poles' shape, such a definition is too approximate to be used for any sort of calculations: its use here only aims at improving the understanding of the phenomena linked to the generators.

The above quoted model, in fact, shows that if an inductive load is applied to a synchronous generator, the current I_L , having a 90° lag on the terminal voltage, causes a voltage drop $-j X_s I_L$ whose phase opposition, therefore, decreases in respect of V_u (picture 1.2.2.a). In order to preserve the V_u terminal voltage previously set, $j X_s I_L$ will need to be added to V_o , thus increasing the excitation current; in such a state the generator is commonly said to be 'overexcited'.

Similarly, if a leading load is applied, the current I_C , with a 90° phase lead on the terminal voltage, will then cause a voltage drop $-j X_s I_C$ in phase with V_u which, therefore, increases. In order to preserve the terminal voltage as previously set, $X_s I_C$ will need to be deducted from V_o , thus reducing the excitation current; in such a state, the generator is commonly said to be 'underexcited' (fig. 1.2.2.b)

In the case of a resistive load, on the contrary, the current I_R and the voltage drop $-j X_s I_R$ will respectively be in phase and at right angle lagging in respect of V_u which, therefore, will not differ much from V_o in the case of moderate loads.

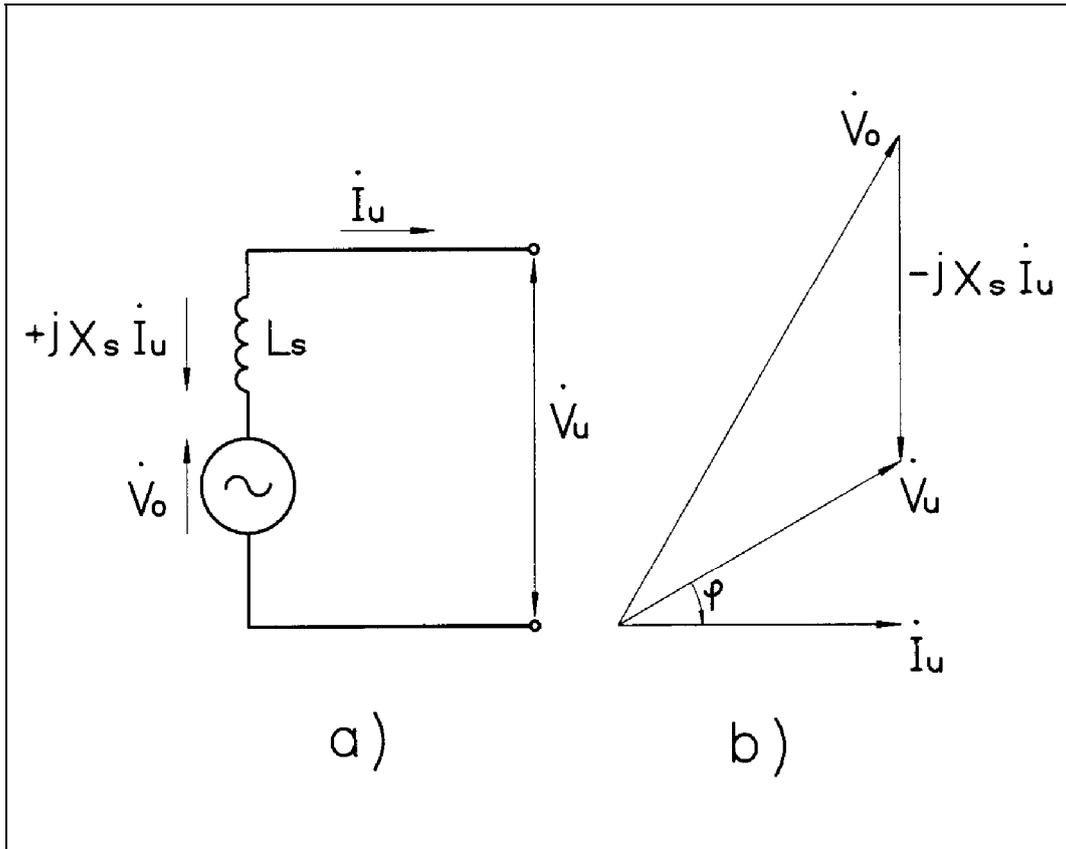


Abb./fig. 1.2.1

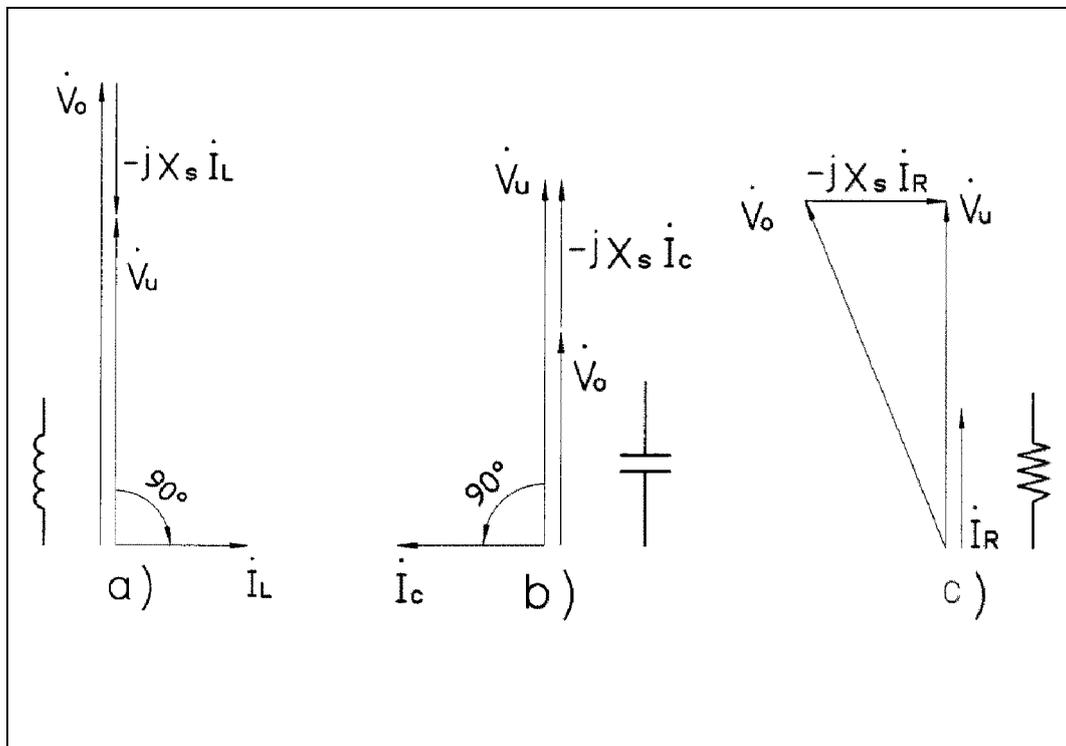


Abb./fig. 1.2.2

Um die vorher festgelegte Spannung an den Klemmen aufrechtzuerhalten, muss V_o nur leicht angepasst werden (Abb. 1.2.2 c).

Ein elektronisch geregelter Generator umfasst ein System, dessen Spannung, wenn es in Rückkopplung an die Ausgangsklemmen angeschlossen ist, die V_u Spannung konstant hält, indem es nach Bedarf die Erregung regelt und so den Spannungsabfall an der Ausgangsreaktanz $j X_s$ vor dem Nutzer "verbirgt" und das System so wie einen idealen Generator erscheinen lässt (Abb. 1.2.3).

Ein nicht elektronisch geregelter Generator umfasst hingegen ein System, das, wenn es in Reihe an die Ausgangsklemmen angeschlossen ist, die Erregung so regelt, wie Phasenamplitude und Strom ihrerseits schwanken, und zwar mit einer Genauigkeit, die allgemein unter der des Rückkopplungssystems liegt.

1.3) Stabilität und Lastverteilung

Wenn zwei parallel angeschlossene ideale Spannungsgeneratoren sowohl in Amplitude als auch in Phase perfekt ausgeglichen sind ($V_{o1}=V_{o2}=V_o$), sind die jeweiligen auf die Belastung abgegebenen Ströme I_{u1} und I_{u2} in Amplitude und Phase äquivalent (Abb. 1.3.1 a).

Eine Differenz zwischen den Amplituden der Spannungen führt zu einem Fluss induktiven Blindstroms vom Generator mit der höchsten Spannung (übererregt) zum Generator mit der niedrigeren Spannung (untererregt), so wie oben beschrieben.

Eine Differenz zwischen den Phasen der Spannungen führt dagegen zu einem Fluss Wattleistung vom Generator mit der voreilenden Spannung zum Generator mit der nacheilenden Spannung, der daher als Motor funktioniert.

Bei Synchrongeneratoren, auch desselben Typs, ist ein Zustand wie in Abb. 1.3.1 a aus verschiedenen Gründen nicht realisierbar: typische Toleranzen elektrischer Maschinen (hinsichtlich Konstruktion, Verarbeitung, Material) und elektronischer Erregungssysteme; Drehmomentschwankungen der Kraftmaschinen; unterschiedliche Leitungsimpedanzen zwischen Generator und dem Parallelknoten usw. Diese Unterschiede erzeugen Umlaufströme I'' , und zwar Wirkströme und Blindströme, zwischen den Generatoren und erzeugen dabei Situationen, wie sie vereinfacht in Abb. 1.3.1 b dargestellt sind. Auch wenn es in einer bestimmten Belastungssituation gelingt, eine korrekte Verteilung des Stroms zu erreichen, würde diese wegen der Schwankung der Belastung selbst nicht konstant bleiben. Die Verteilung des Stroms wird eventuell auch wegen der verschiedenen Wärmedrifts der Systemkomponenten nicht konstant bleiben.

Die Ausdehnung der so entstehenden Umlaufströme ist derart, dass ein Unterschied von 1% zwischen den Spannungen von zwei idealen Spannungsgeneratoren, parallel angeschlossen mittels einer Impedanz (z.B. Leitungsimpedanz) von 0,1% in Bezug auf die Basisimpedanz der Generatoren, zu einem zehn mal höheren Umlaufstrom als der Nennstrom führt.

Die oben genannten Probleme könnten vermieden werden, wenn an jede elektrische Maschine ein Ausgleichselement in Reihe angeschlossen würde, das aus einer solchen Reaktanz X besteht, die beim Durchgang des maximal zulässigen Umlaufstroms I_c einem Spannungsabfall $V_z = j X I_c$ erzeugt, der groß genug ist, um das vor dem Parallelschluss bestehende Spannungsungleichgewicht auszugleichen.

In order to preserve the terminal voltage previously set, V_o will only need to be slightly adjusted (picture 1.2.2.c)

An electronically-regulated generator comprises a system whose voltage, if connected in feedback to the output terminals, keeps the V_u voltage constant by regulating the excitation when needed, and therefore 'conceals' from the user the voltage drop on the output reactance $j X_s$ thus making the system appear an ideal generator (picture 1.2.3.)

A non electronically-regulated generator, instead, comprises a system that, if connected in series to the output terminals, regulates the excitation as the phase amplitude and current vary themselves with a precision which is generally inferior to the feedback system.

1.3.) Stability and distribution of the load

When two ideal voltage generators connected in parallel are perfectly balanced both in amplitude and phase ($V_{o1} = V_{o2} = V_o$), the amplitude and the phase of their respective currents I_{u1} and I_{u2} supplied on the load are equivalent (picture 1.3.1.a) .

A difference between the amplitudes of the voltages gives rise to a flow of inductive reactive power from the generator having the highest voltage (overexcited) towards the one having a lower voltage (underexcited), in accordance with what has been previously stated.

A difference between the phases of the voltages creates instead a flow of active power from the generator having a lead voltage towards the one having a lagging voltage, which therefore operates as a motor.

In the case of synchronous generators - even of the same type- a condition similar to the one described in picture 1.3.1. cannot occur because of several reasons: tolerances typical of electric machines (tolerances connected with the construction, the manufacturing or the materials used) and of electronic excitation systems; torque variations in the prime movers; different line impedance between the generator and the parallel node, etc. These differences create among the generators circulation currents I'' of both active and reactive kind, thus producing a set of conditions such as those shown in picture 1.3.1.b. Even if, given a particular load condition, a correct distribution of the current could be obtained, this current will not remain constant as the load itself varies. Besides, because of the several thermal drifts of the system elements, the distribution of the current will eventually vary as well.

The extent of the circulation currents thus created is such that a difference of 1% between the voltages of two ideal voltage generators - connected in parallel by means of an impedance (e.g. a line impedance) corresponding to 0.1% of the generators' basic impedance -would give rise to a circulation current which is ten times higher than the nominal current.

The problems above-mentioned could all be avoided by connecting in series a compensation device constituted by a reactance $j X$ to all electrical machinery; as the maximum admissible circulation current I_c is fed through, the device can cause a voltage drop $V_z = jX I_c$ large enough to counterbalance the voltage's imbalance which existed before the closing of the parallel.

Es ist offensichtlich, dass ein solches System in Bezug auf Kosten und Abmessungen usw. nicht sehr vorteilhaft ist. Die oben genannte Reaktanz kann jedoch leicht durch andere Ausgleichsgeräte ersetzt werden, so dass die charakteristische Spannungs-Strom-Kennkurve jedes Generators der eines Generators mit einer Impedanz in Reihe gleicht (Abbildung 1.3.2). Für elektronisch geregelte Generatoren hat Mecc Alte das sog. "Parallelgerät" PD eingeführt.

It is clear that such a system is not costeffective, and its size is not advantageous either. Yet, the above-mentioned reactance can easily be replaced by other compensation devices, so that the characteristic curve Voltage-Current of each generator equals the one of a generator with an in-series impedance (picture 1.3.2). In the case of electronically-regulated generators, Mecc Alte has adopted the so-called Parallel Device (PD).

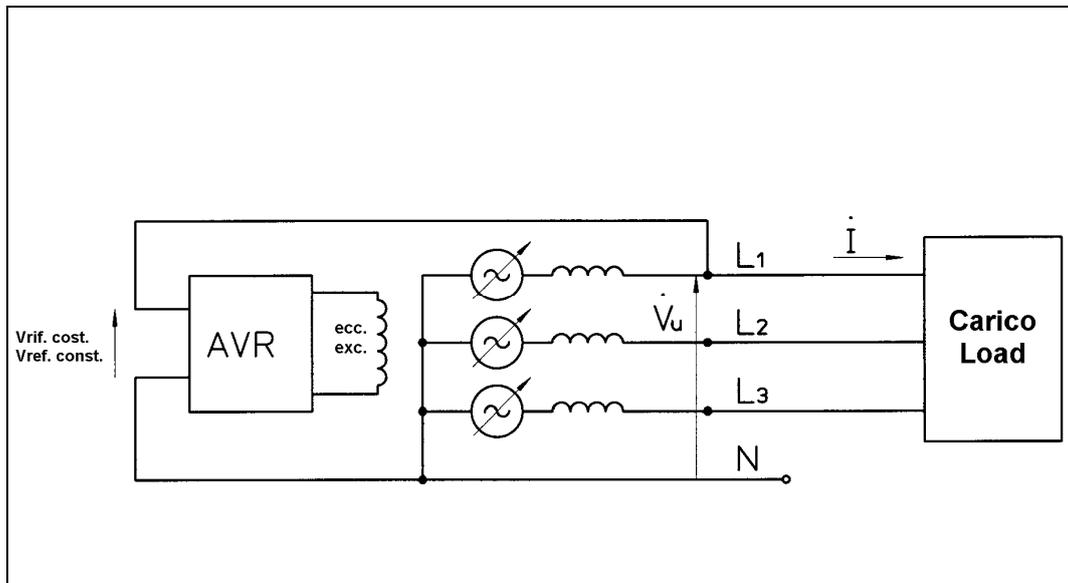


Abb./fig. 1.2.3

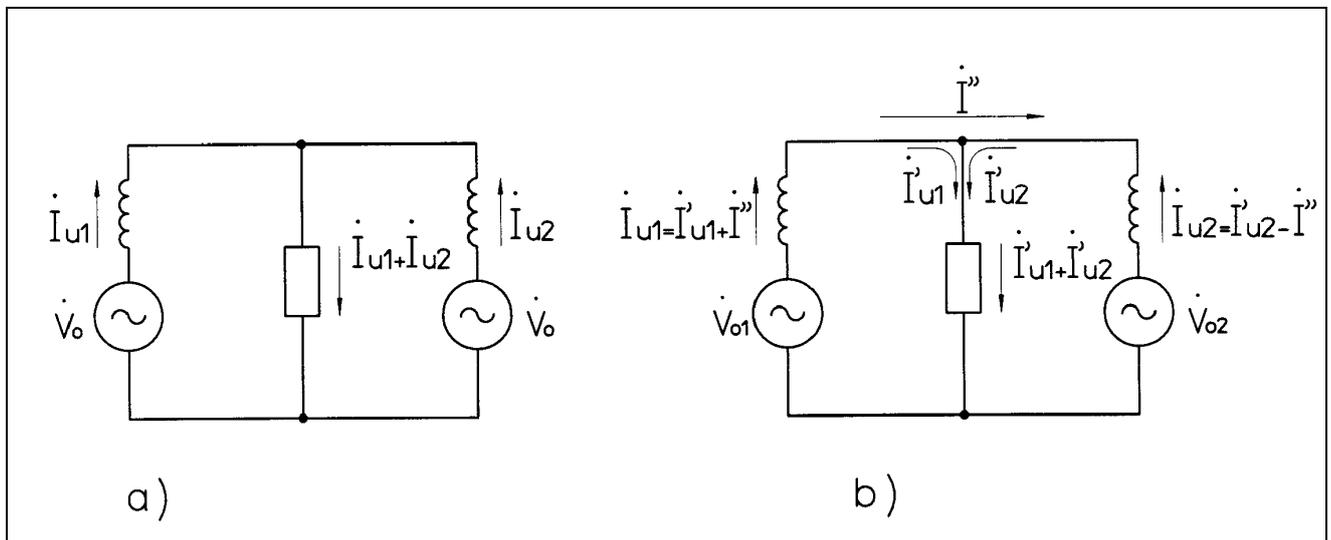


Abb./fig. 1.3.1

2) DAS PARALLELGERÄT "PD"

Das PD ist eine Spule um einen ferromagnetischen Kern mit konstantem Luftspalt herum und abhängig vom Generatortyp. Es ist bekannt, dass wenn der Kern von einem sinusförmigen Fluss durchquert wird, der z.B. vom Strom einer Phase des Generators erzeugt wird, man an den Enden der Spule eine Spannung V_{pd} erhält, deren Amplitude proportional zu dem Strom ist, wobei die Phase in Bezug auf den Strom selbst rechtwinklig voreilend ist. Das PD ist also ein Strom-Spannungs-Messwandler I_u-V_{pd} , wobei $V_{pd} = j K_{pd} I_u$ (man beachte die Analogie zwischen $V_z = j X I_c$ und $V_{pd} = j K_{pd} I_u$).

K_{pd} ist eine Konstante, die proportional zur Anzahl der Windungen der Sekundärspule (vom Hersteller spezifiziert) und der primären Spule (während der Montage spezifiziert) ist und umgekehrt proportional zum Luftspalt in den Kernen (siehe Tab. 5.1).

Das PD wird so angeschlossen, dass es vom Strom einer Phase des Synchrongenerators durchquert wird, die ihrerseits vom elektronischen Regler als Sensor für die Rückkopplung genutzt wird. Die sekundäre Ausgangsspule wird in Reihe an diesen Sensor angeschlossen, so dass ein "Fehler" in das Regelungssystem eingeführt wird. Die Sensorspannung ist dann nicht länger die Spannung an den Klemmen V_u , sondern eher $V_u + V_{pd}$, die daher vom elektronischen Regler konstant gehalten wird (Abb.2.1).

Im unbelasteten Zustand ist V_{pd} natürlich null.

Bei einer rein induktiven Belastung gleichen sich die Spannung V_{pd} (mit einer um 90° in Bezug auf I_L voreilenden Phasenverschiebung) und der in Bezug auf V_u um 90° nacheilenden Stroms I_L gegenseitig aus und V_u und V_{pd} summieren sich daher vollständig in Phase. Der Regler, der eine Erhöhung der Sensorspannung gleich V_{pd} wahrnimmt, verringert die Erregung und V_u , um $V_u + V_{pd}$ auf das zuvor im unbelasteten Zustand eingestellte Niveau zu bringen.

Bei einem kapazitiven Strom I_c befinden sich V_u und V_{pd} exakt in Gegenphasigkeit (V_{pd} negativ) und daher ist $V_u + V_{pd}$ kleiner als V_u . In diesem Fall wird der Generator vom Regler übererregt.

Je nach Situation führt dies zu folgendem Verhalten:

⇒ im Einzelbetrieb, bei Anschluss einer rein induktiven (kapazitiven) Belastung verringert (erhöht) sich die Spannung V_u des Generators um einen Wert entsprechend V_{pd} , es liegt also Proportionalität zur Belastung vor (Abb. 1.3.2).

⇒ im Parallelbetrieb bei fester Netzspannung V_n kleiner (größer) als die voreingestellte Generatorspannung V_u , wird ein induktiver (kapazitiver) Blindstrom vom Synchrongenerator in Richtung Netz erzeugt, wodurch die im PD in Phase (oder Gegenphase) mit V_u induzierte Spannung erhöht wird, was den Regler zur Untererregung (Übererregung) der Maschine zwingt und die Ausdehnung des Stroms selbst begrenzt.

2) THE PARALLEL DEVICE (PD)

The PD is a coil wound up around a ferromagnetic core with a constant air gap and depending on the generator type. As it is known, when the core is crossed by a sinusoidal flow resulting, for instance, from the current of one of the generator's phases, the ends of the coil show a voltage V_{pd} whose amplitude is proportional to the current, whereas the phase is at right angle leading with respect to the current itself. The PD is therefore a transducer of current-voltage I_u-V_{pd} , where $V_{pd} = j K_{pd} I_u$ (see the analogy between $V_z = j X I_c$ and $V_{pd} = j K_{pd} I_u$).

K_{pd} is a constant which is proportional to the number of turns of both the secondary coil (specified by the manufacturer) and the primary one (specified during the assembly phase), whereas it is inversely proportional to the air gap inserted in the cores (see tab. 5.1).

The PD is connected in such a way so as to be crossed over by the current of the synchronous generator's phase which is itself used by the electronic regulator as a sensing for the voltage feedback. The output secondary coil is connected in series to the sensing itself so as to introduce an 'error' in the regulation system. As a result, the sensing voltage will no longer be the terminal voltage V_u but rather $V_u + V_{pd}$, which will therefore be kept constant by the electronic regulator (picture 2.1).

At no-load condition, the voltage V_{pd} is of course void.

Under a merely inductive load, the V_{pd} , having a right angle lead with respect to I_L , and the current I_L , being at right angle lagging with respect to V_u , mutually compensate, and V_u and V_{pd} therefore perfectly sum up together in phase. The regulator, perceiving an increase in the sensing voltage equalling V_{pd} , reduces both the excitation and V_u so as to lead $V_u + V_{pd}$ to the level previously set in a no-load condition.

With a leading current I_c , V_u and V_{pd} are exactly in phase opposition (negative V_{pd}), so $V_u + V_{pd}$ is inferior to V_u . In such a case the regulator overexcites the generator.

Depending on the situation, this leads to the following patterns:

⇒ in the case of stand - alone operation, when a purely inductive (leading) load is connected, the generator's voltage V_u will decrease (increase) by an amount corresponding to V_{pd} , and it is therefore proportional to the load (picture 1.3.2.)

⇒ in the case of operation in parallel with a fixed line voltage network (V_n), which is smaller (larger) in comparison with the generator's previously set one (V_u), a circulation of reactive inductive (leading) current is generated from the synchronous generator to the network causing an increase in the voltage induced in the PD in phase (or counterphase) with V_u , thus forcing the regulator to underexcite (overexcite) the machine and limiting the extent of the current itself.

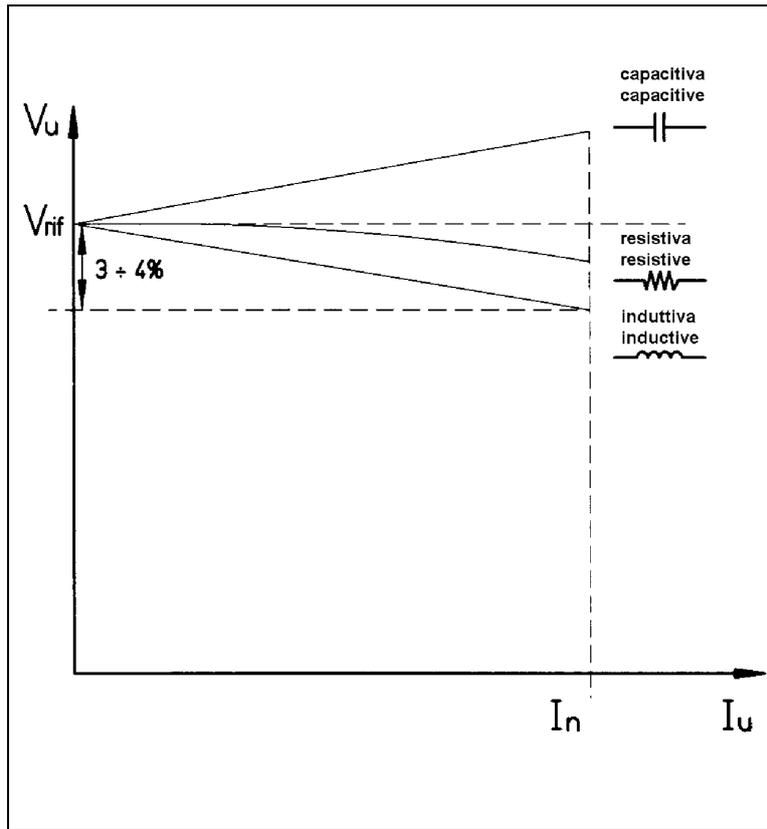


Abb./fig. 1.3.2

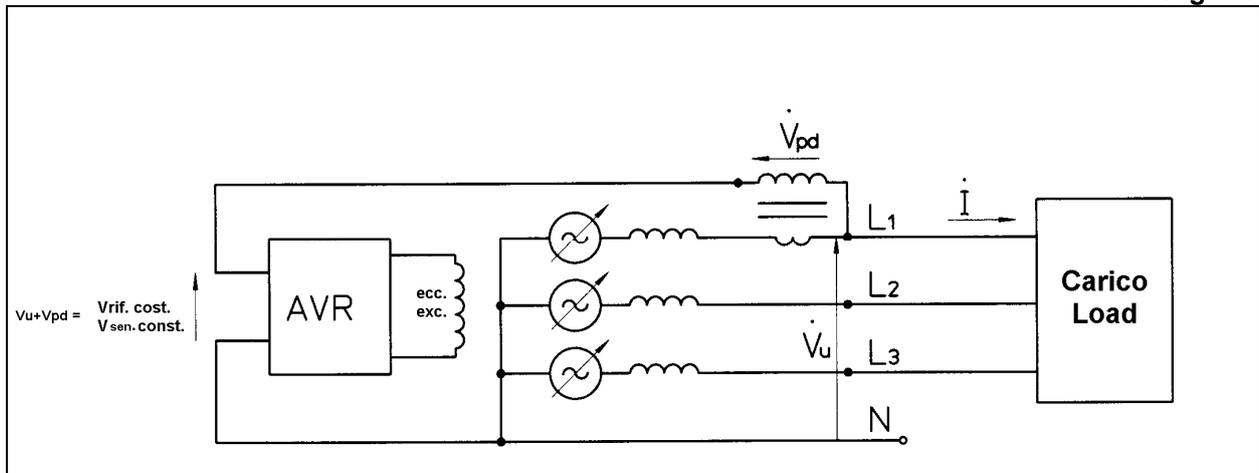


Abb./fig. 2.1

Aus dem oben Genannten wird deutlich, dass das entsprechend bemessene PD und der korrekt angeschlossene Regler mit Spannungsrückkopplung die folgenden Eigenschaften haben:

- A. Sie verhalten sich genau wie ein System mit Reaktanz in Reihe gleich der Konstante K_{pd} des PD;
- B. sie sind in einem parallel geschalteten System mit mehreren Generatoren erforderlich und ausreichend, um den Blindanteil des Stroms zu stabilisieren und zu verteilen, da der allgemeine Blindstrom ausschließlich von den angeschlossenen Belastungen abhängt;
- C. sie sind in einem Parallelsystem zwischen Generator und Netz erforderlich und ausreichend, um den Blindstrom zu stabilisieren, jedoch nicht ausreichend, um ihn zu regeln, da andere synchrone Generatoren im Netz vorhanden sind, die wir nicht kontrollieren können.

Anmerkung 2.1) Der Begriff 'korrekter Anschluss' umfasst auch die Richtung des Phasenstroms beim Durchqueren des PD-Kerns. Dessen Umkehr in Bezug auf die Klemmen der Sekundärspule (Abb. 2.1) impliziert ein Verhalten entgegen der obigen Beschreibung. Im Einzelbetrieb eines Geräts erhält man schließlich eine Spannungs-Strom-Kennkurve entgegen der aus Abb. 1.3.2, jedoch ohne größere Probleme. Im Parallelbetrieb mit dem Netz entsteht eine Blindstromzirkulation abhängig von der Spannung, die am Synchrongenerator eingestellt ist, wie oben bereits zu sehen war. Durch diese Umkehr jedoch erhöht der induktive Strom die im PD induzierte Spannung in Gegenphase mit V_u und zwingt dabei den Regler zur Übererregung der Maschine und schließlich zur Steigerung des Stromumfangs selbst, anstatt ihn zu begrenzen. In diesem Fall endet der Prozess, wenn der AVR die gesamte verfügbare Erregungsspannung mit Strömen liefert, die um ein Vielfaches höher als der Nominalstrom sind. Bei einem kapazitiven Strom hingegen stoppt der Prozess, wenn der AVR vollständig abgeschaltet ist und der Strom stabil bei einem Wert liegt, der nicht notwendigerweise höher als der Nominalwert ist. Erfolgt keinerlei Schutz, kann diese Stabilität irreführend sein; dies ist aber leicht durch den Umstand zu erkennen, dass die anhaltende Erregungsspannung, die an den Klemmen + und - Klemmen des AVR (gelb-blaue Kabel) messbar ist, unter 0,5 Volt liegt. Um jedoch keine großen Schäden am Generator und/oder anderen Komponenten des Systems zu verursachen, muss dieser Stromkreis rasch getrennt werden können.

Die richtige Dimensionierung des PD besteht in der Gewährleistung desselben Spannungsabfalls in jedem Generator, der jeweils seinen eigenen Nominalstrom abgibt. Der herkömmliche von Mecc Alte angewendete Spannungsabfall liegt bei 3% bis 4% der Nominalspannung.

Das PD ist mit verschiedenen Abzweigungen versehen, um an alle möglichen Situationen angepasst werden zu können.

In einem System aus mehreren parallel geschalteten Generatoren sind zahlreiche verschiedene Situationen möglich, wie in Tabelle 2.1 gezeigt ist.

The PD having adequate sizing, and the electronic regulator having a voltage feedback, as long as they are properly connected it follows that:

- A they behave in the same way as a system characterised by an in- series inductive reactance equal-ling the PD's constant K_{pd} ;
- B within a system in parallel with more generators, they are necessary to stabilise and distribute the reactive element of the current since the general reactive current solely depends on the connected loads;
- C within a system in parallel with generator and network, they are necessary to stabilise the reactive current, yet they are not sufficient to regulate it since other synchronous generators are present in the network which we cannot control.

Note 2.1.) The term 'correct connection' also includes the direction followed by the phase current while crossing the PD core. If inverted, with respect to the secondary coil's terminals (picture 2.1), it exhibits a pattern of behaviour as opposed to the one described above. In the case of machine in stand alone we will therefore have a Voltage-Current characteristic which is opposed to the one described in picture 1.3.2. though without any serious problems. In the case of network parallel/operation, a reactive current circulation, dependent on the voltage set on the synchronous generator, is created - as already seen above. Because of this inversion, however, the inductive current increases the voltage induced in the PD which finds itself in a counter-phase condition with respect to V_u , thus forcing the regulator to overexcite the machine and therefore increasing the quantity of the current itself instead of restricting it. In this case, the process is over when the AVR supplies all the excitation voltage available with currents which are many times higher than the nominal one. In the case of capacitive current, instead, the process is over when the AVR is completely turned off and the current steadily set at a value which is not necessarily higher than the nominal one. If no protection is supplied, this condition of stability may be misleading; yet it can be easily detected by the fact that the constant excitation voltage - that can be measured through the + and - AVR 's terminals (yellow-blue cables) is less than 0.5 Volts. Anyway, in order not to cause serious damage to the generator and/or to other system components, the circuit needs to be open with the utmost rapidity.

The proper sizing of the PD consists in assuring the same voltage drop in each generator each supplying its own nominal current. The conventional drop adopted by Mecc Alte is 3% to 4% of the nominal voltage.

The PD is provided with several taps for adjustments in all possible situations.

In a system made up of more paralleled generators numerous different situations are possible as shown in Table 2.1.

Fall case	Art der Maschine <i>machine type</i>	Regler <i>AVR</i>	Art des verwendeten Sensors <i>type of sensing used</i>	Spannung V* als Sensor für den Regler <i>voltage V* as sensing for the regulator</i> (Volt)	Vpd bei Nominalstrom <i>Voltage Vpd with nominal current</i> (3-4% V*) (Volt)	Farbe der Ausgangskabel <i>colour of the output cables</i>
1*	6 Klemmen/ <i>terminals</i> 230/400V o 12 Klemmen/ <i>terminals</i> 230/400/460/800V	UVR6 SR7 DSR	einphasig <i>single-phase</i>	230	7-9	gelb***-rot <i>yellow***-red</i>
2	6 Klemmen/ <i>terminals</i> 230/400V o 12 Klemmen/ <i>terminals</i> 230/400/460/800V	UVR6 DSR**	dreiphasig <i>three-phase</i>	230 (x3)	21-27	gelb***-schwarz <i>yellow***-black</i>
3	12 Klemmen/ <i>terminals</i> 115/200/230/400V	UVR6 SR7 DSR	einphasig <i>single-phase</i>	115	3.5-4-5	rot***-grün <i>red***-green</i>
4	12 Klemmen/ <i>terminals</i> 115/200/230/400V	UVR6	dreiphasig <i>three-phase</i>	115 (x3)	10.5-13.5	gelb***-grün <i>yellow***-green</i>
5	12 Klemmen/ <i>terminals</i> 115/200/230/400V	DSR**	dreiphasig <i>three-phase</i>	230 (x3)	21-27	gelb***-schwarz <i>yellow***-black</i>

Tab./tab. 2.1

*) auf diesen Fall muss Bezug genommen werden, wenn der Leistungsfaktorregler PFR in einem parallelen Netz verwendet wird
 **) mit zusätzlichem Gerät für die Umwandlung von dreiphasig zu einphasig
 ***) Anschluss in Reihe mit dem grünen Kabel des Sensors von der Klemme des Generators.

Es muss drauf hingewiesen werden, dass das PD plus elektronischer Regler nur die Ausgangsspannung und die Blindstromzirkulation beeinflussen kann.

Soweit es die Kontrolle der Geschwindigkeit (Frequenz), Kontrolle des Drehmoments (Wirkleistung), Synchronität für Parallelschaltung usw. betrifft, müssen all diese Größen von einem generator-externen System verarbeitet werden, da diese Parameter vom Mitlaufsystem des Generators (Motor, Turbine, sonstiges) abhängen.

Bei starken Schwankungen der Netzspannung (über nominal Vpd), die typisch für lange Leitungen mit erhöhter Impedanz sind, und erhöhten Belastungen könnte das PD nicht ausreichen, um den vom Generator abgegebenen Strom innerhalb seines Nominalwerts zu begrenzen, solange die Konstante Kpd nicht erhöht wird. In diesem Fall sollte die Erregung durch ein Gerät abgestimmt werden, das eine Rückkopplung mit dem zu kontrollierenden Parameter hat, z.B. $\cos\phi$ oder dem Blindstrom. Der PFR (Leistungsfaktorregler) ist das zu diesem Zweck von Mecc Alte entwickelte Gerät.

*) case to be referred to in the case of usage of the power factor regulator PFR in a network parallel
 **) with additional device for 3 to 1 phase conversion
 ***) to be connected in series with the sensing's green cable of the generator terminal.

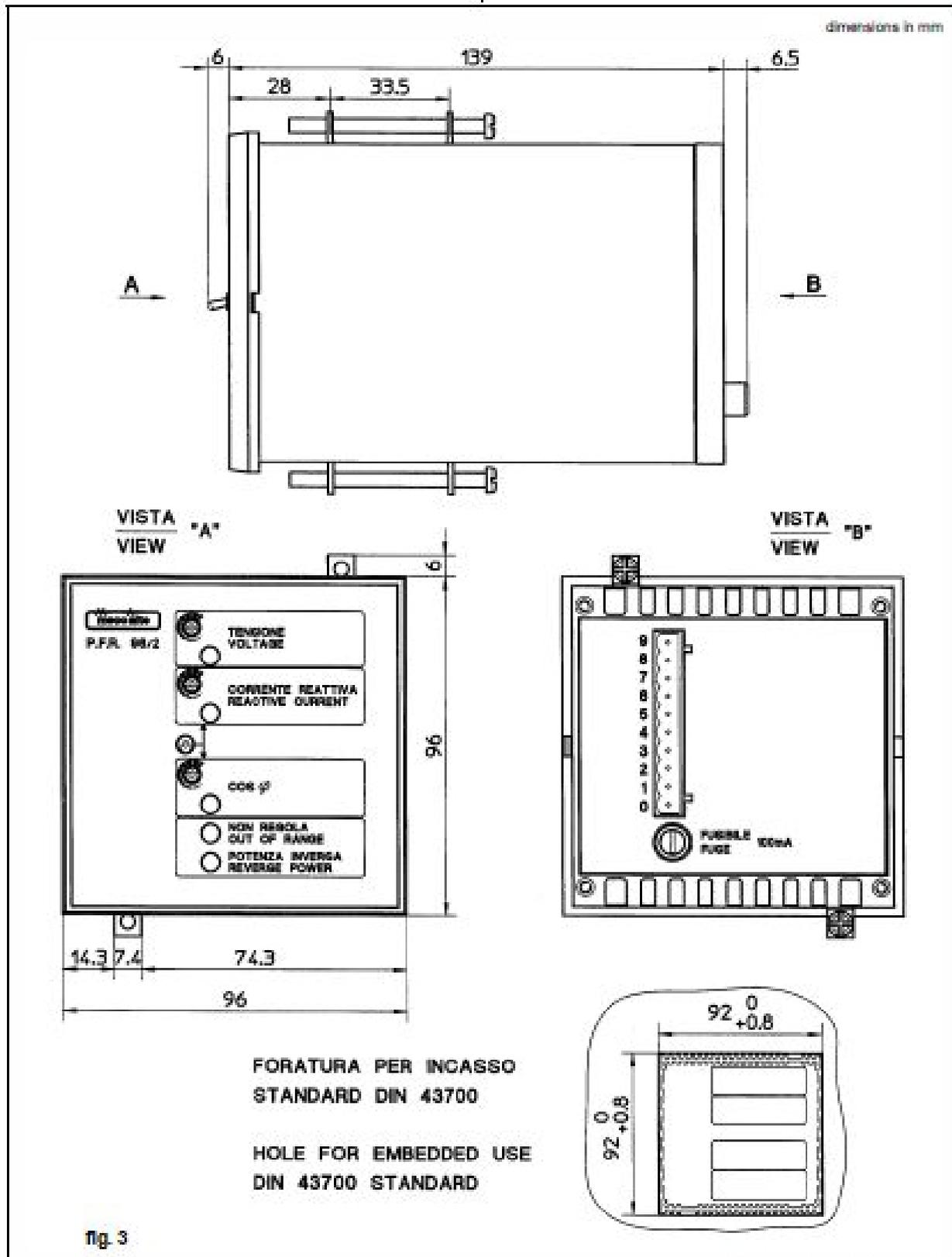
It should be noted that the PD plus the electronic regulator can only affect the output voltage and the circulation reactive current.

As for speed control (frequency), torque control (active power), synchronism for paralleling, etc., all these parameters, being dependent on the generator's pulling system (engine, turbine, other), must be handled by a system which is external to the generators.

In the presence of considerable variations in the network voltage (higher than a nominal Vpd) which are typical of long lines with elevated impedance, and of elevated loads, the PD may not be sufficient to keep the current supplied by the generator within its nominal value, unless the constant Kpd is increased. In such a case, the excitation should be trimmed by means of a device having a feedback on the parameter to be controlled, for example the $\cos\phi$ or the reactive current. The PFR (Power Factor Regulator) is the device designed by Mecc Alte to such purpose.

3) DER LEISTUNGSFAKTORREGLER
(PFR)

3) THE POWER FACTOR REGULATOR
(PFR)



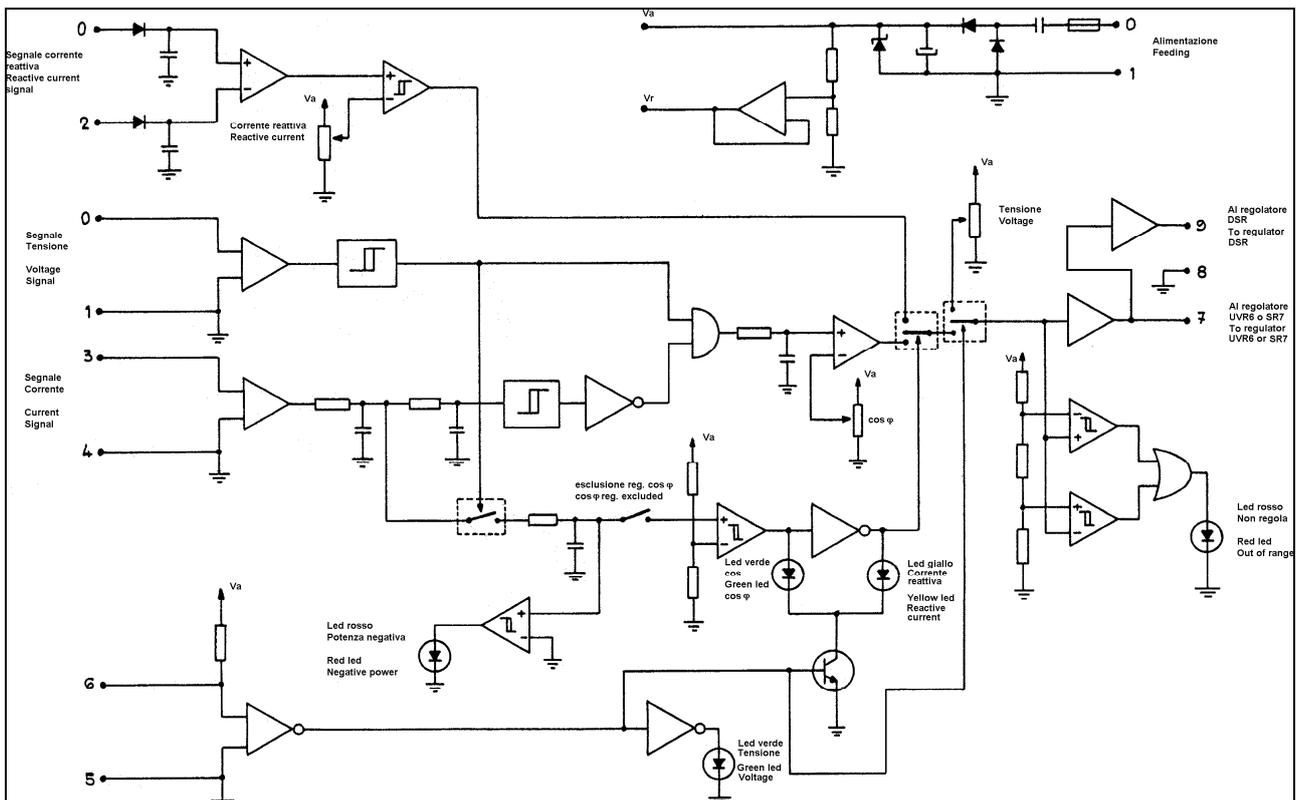


Abb./fig. 3.1

3.1) Beschreibung

Der von Mecc Alte hergestellte PFR (Abb. 3 und 3.1) ist ein Gerät, das gekoppelt an einen elektronischen Spannungsregler SR7, UVR6 oder DSR dafür sorgt, den Blindstrom (Scheinleistung oder VAR) oder den Phasenwinkel φ zwischen den Hauptkomponenten von Spannung und Strom (außer Oberwellen) unter Kontrolle zu halten, d.h. den $\cos\varphi$ einer der drei Phasen der Synchrongeneratoren im Netzparallelbetrieb, wodurch ermöglicht wird, die oben genannten Systeme unter besten Leistungsbedingungen zu nutzen.

Eine solche Kontrolle ist erforderlich, da ansonsten jede Spannungsschwankung im Netz weite und oftmals nicht tolerierbare Schwankungen der von der Maschine abgegebenen VARs verursachen könnte. Es ist nämlich wohl bekannt, dass die Blindleistung nicht mit der für das Netz bestimmten Leistung übereinstimmt, sondern im Gegenteil zusätzliche Verluste an der Maschine selbst verursacht.

Alle elektrischen Energiesysteme erfordern jedoch gewöhnlich eine bestimmte Menge an Blindleistung, wobei sie ein Leistungsdiagramm wie in Abb. 3.1.1 aufweisen.

Aus diesem Diagramm geht hervor, dass die Scheinleistung, die den Nutzungsgrad der Maschine bestimmt, im allgemeinen nicht mit der verfügbaren Leistung, d.h. der Wirkleistung, übereinstimmt; vielmehr ist die verfügbare Leistung höher als die Wirkleistung, sofern die VARs nicht null sind und $\cos\varphi$ nicht gleich eins ist.

Es ist daher zweckdienlich, so das System so zu betreiben, dass die mit dem Netz ausgetauschten VARs auf ein Minimum begrenzt werden, gemäß den vom Netzbetreiber festgelegten vertraglichen Verpflichtungen.

3.1) Description

The PFR (fig. 3 and 3.1) manufactured by Mecc Alte is a device which, coupled with a SR7, UVR6 or DSR electronic voltage regulator, provides to keep the reactive current (reactive volt amperes or VARs) or the phase angle φ under control among the main components of both voltage and current (excluding harmonic ones) which is to say the $\cos\varphi$ of one of the three phases of the synchronous generators operating in a network parallel - thus allowing the usage of the above-mentioned systems under best performance conditions.

Such control is necessary in that any variation in the network voltage could cause wide and often intolerable variations in the VARs supplied by the machine. In fact, it is well known that the reactive power does not correspond to the power destined to the network; on the contrary, it causes additional losses on the machine itself.

However, all electric energy systems usually require a certain amount of reactive energy, producing a power diagram such as the one in picture 3.1.1.

From this diagram it can be seen that the apparent power, which defines the extent of the machine usage, does not normally coincide with the available power, i.e. the active power; rather, the former is actually higher than the latter, unless the VARs are void and the $\cos\varphi$ equals one.

It is most convenient therefore to operate in a way so as to restrict as much as possible the VARs exchanged with the network, in accordance with the contractual obligations set out by the network's operator.

Hier muss daran erinnert werden, dass der Umfang der von der Maschine generierten Wirkleistung (gemessen in Watt), ausschließlich vom Drehmoment abhängt, das an der Welle der Kraftmaschine angelegt wird, die es generiert (Kolbenmotor, Turbine oder hydraulischer Motor). Durch Regulierung dieser Kraftmaschine wird auch die Wirkleistung des Generators reguliert.

Je nach Situation eignet sich eher ein Betrieb mit konstanter VAR oder mit konstantem $\cos\varphi$.

Wenn beim Betrieb mit konstantem $\cos\varphi$ die Wirkleistung erhöht wird, verursacht der PFR eine proportionale Steigerung der vom Generator erzeugten VARs. Bei Betrieb mit konstanter VAR hingegen agiert der PFR so, dass bei Steigerung der Wirkleistung der Maschine der $\cos\varphi$ ebenfalls allmählich ansteigt.

Da der PFR auf den elektronischen Regler des Generators wirkt, muss der PFR entsprechend an Letzteren angeschlossen werden.

Ebenfalls erforderlich ist das "Parallelgerät" zur Ermittlung des von der Maschine erzeugten Stroms oder andere geeignete Anschlüsse zur Ermittlung der Spannung der Maschine (Abb. 3.1.2).

Durch die so erhaltenen Strom- und Spannungssignale ist der PFR in der Lage die Wirk- und Blindanteile und den Phasenwinkel des erzeugten Stroms zu messen.

Der Wirkanteil ist proportional zum Wattwert, während der Blindanteil proportional zu den VARs ist.

Wenn das Gerät unter Kontrolle des Blindstroms arbeitet, wird dieser mit einem internen Sensorsignal verglichen. Anschließend wird ein Fehlersignal erzeugt, das die Erregung des Generators verändert, indem es auf den Spannungsregler wirkt.

Wenn das Gerät stattdessen unter der Kontrolle eines konstanten $\cos\varphi$ funktioniert, werden Spannungs- und Stromsignal entsprechend verarbeitet und eventuell mit einem internen Sensorsignal verglichen. Falls ein Fehlersignal erzeugt wird, wirkt dieses auf den Spannungsregler und somit auf die Erregung des Generators.

Über den externen Anschluss der Klemmen 5 und 6, der mit einem Hilfskontakt des Netz-Parallelschalters ausgeführt werden kann, arbeitet das Gerät nur, wenn der Schalter geschlossen ist; andernfalls ist nur die Einstellung der Spannung im unbelasteten Zustand möglich.

Wird dieser Schalter jedoch während der Synchronitätsphase vor dem Parallelschluss geschlossen, gleicht der PFR die Spannung zwischen den Klemmen 1-0 und 1-2 aus, wodurch auch die Spannung im unbelasteten Zustand des Generators stetig der Netzspannung in der Synchronitätsphase folgen kann; folglich kann der Parallelschluss mit dem Netz ohne starke transitorische Kreisströme ausgeführt werden.

Für diese Betriebsart muss der PFR durch eine geeignete Verkabelung an den Sensor der Netzspannung angeschlossen werden (siehe Punkt. 3.2, Abschnitt C).

Gekoppelt mit einem Phasensynchronisator ermöglicht dies einen automatischen Parallelschluss, selbst bei Netzen mit sehr unbeständigen Spannungen.

It should be reminded that the extent of the active power generated by the machine (measured in Watts) depends solely on the torque applied to the prime mover's shaft which generates it (piston, turbine or hydraulic motors). By regulating the prime mover, the generator's active power is consequently regulated as well.

Depending on the situation, a constant VAR operation or a constant $\cos\varphi$ operation can be more suitable.

When constant $\cos\varphi$ operation is preferred, if the active power increases, then the PFR causes a proportional increase in the VARs created by the generator. If constant VAR operation is chosen instead, the PFR operates in such a way that, as the machine's active power increases, the $\cos\varphi$ gradually increases as well.

Since the PFR acts on the generator's electronic regulator, the former has to be suitably connected to the latter.

Either the Parallel Device, allowing detection of the current generated by the machine, or other suitable connections able to detect the machine's voltage, are also necessary (picture 3.1.2).

By means of the current and voltage signals thereby obtained, the PFR is able to measure the active and reactive components and the phase angle of the current generated.

The active component is proportional to the watts, whereas the reactive component is proportional to the VARs.

When the device operates under control of the reactive current, the latter is compared to an internal sensing signal; subsequently, an error signal is produced which, by acting on the voltage regulator, modifies the generator's excitation.

When, instead, the device operates under control of a constant $\cos\varphi$, the voltage and current signals are suitably processed and eventually compared to an internal sensing signal: the error signal generated - if any - acts on the voltage regulator and therefore on the generator's excitation.

Through the external connection of terminals 5 and 6 which can be carried out by means of an auxiliary contact of the network parallel switch, the device operates only when the switch is on; on the contrary, only the adjustment of the voltage in a no-load condition is possible.

By turning on this contact during the synchronism phase previous to the closing of the parallel, the PFR equalizes the voltages between terminals 1-0 and 1-2, thus allowing the generators' voltage to steadily follow, in a no-load condition, the network voltage during the synchronism phase; it also allows the network parallel to be carried out without any strong transitory circulation currents.

For this kind of operation, through a suitable wiring, the PFR must be connected to the sensing of the network voltage (see par. 3.2, section C).

Coupled with a phase synchroniser, this allows an automatic parallel even with networks having very unsteady voltage.

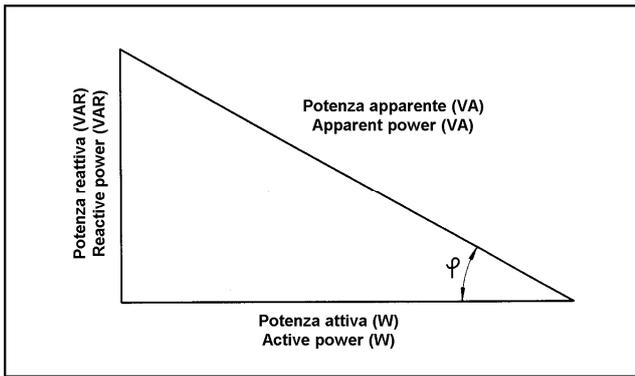


Abb./fig. 3.1.1

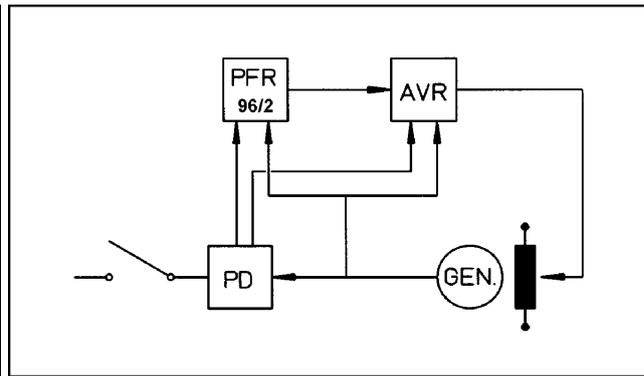


Abb./fig.

3.1.2

Fall case	Status des parallelen Netzschalters <i>state of the parallel network switch</i>	Status des Kontakts zwischen den Klemmen 5-6 des PFR <i>state of the contact between terminals n°5 and 6 of the PFR</i>	Betriebsart des PFR <i>Types of operation of the PFR</i>
A	geschlossen <i>on</i>	geschlossen <i>on</i>	konstante Blindstrom-Rückkopplung <i>constant reactive current feedback</i>
B	geschlossen <i>on</i>	geschlossen <i>on</i>	konstante $\cos\varphi$ -Rückkopplung (nur bei Wirkleistung von mehr als 20% der Nominalleistung) <i>constant $\cos\varphi$ feedback (only in the case of an active power higher than 20% of the nominal one)</i>
C	geöffnet <i>off</i>	geschlossen <i>on</i>	Rückkopplung mit Netzspannung während Synchronitätsphase <i>network voltage feedback during the synchronism phase</i>
D	geöffnet <i>off</i>	geöffnet <i>off</i>	Fern-Spannungsregler <i>remote voltage regulator</i>
E	geschlossen <i>on</i>	geöffnet <i>off</i>	nicht vorgesehen <i>not provided for</i>

Tab./tab. 3.2.1

Der PFR funktioniert auch in einem Netz ohne Nulleiter mit stern- oder delta-geschaltetem Generator, sowohl bei manueller als auch bei automatischer Parallelschaltung und ist mit geeigneten Anzeigen ausgestattet, um ihn so bedienerfreundlich wie möglich zu gestalten.

3.2) Technische Spezifikationen

Der PFR besitzt ein Standardgehäuse (Bohrung DIN 43700), wodurch er leicht in die Steuertafel eingebaut werden kann. Die Stromversorgung erfolgt direkt über die Phase des Synchrongenerators; ist der Generator über eine Reihen-Sternschaltung mit 12 Kabeln angeschlossen, ist die Verkabelung aus Fall Nr. 1 in Tabelle 2.1 zu verwenden, um die vom PFR vorgegebene Mindestspannungsgrenze einzuhalten. Dabei wird ein Einphasen-Sensor verwendet (mit Überbrückungen, wenn der Regler mit Dreiphasen-Sensor ausgestattet ist), der zwischen Ausgangsklemmen und Sternpunkt angeschlossen wird (und nicht an die halbe Phase, wie es für die Standardverkabelung vorgesehen ist).

An der Vorderseite des PFR befinden sich drei Potentiometer: eines für die Kalibrierung der Spannung im unbelasteten Zustand, eines für die Regelung des gewünschten Blindstroms und eines für die Regelung des gewünschten $\cos\varphi$.

The PFR correctly operates also in the case of a network deprived of neutral with a star-connected or a delta-connected generator, in the case of either manual or automatic parallel; it is equipped with suitable signalling that makes it as much user-friendly as possible.

3.2.) Technical specifications

The PFR is manufactured within a standard case (DIN 43700 drilling) allowing for easy installation on the control panel. Feed is supplied directly from the phase of the synchronous generator: if, therefore, the generator were to be a 12 cable star-connected generator, in order to comply with the minimum voltage limit set by the PFR, the wiring relative to case No. 1 in Table 2.1. should then be referred to; besides, the single-phase sensing (with jumpers if the generators are supplied with a three-phase sensing) will be used and connected between the output terminal and the star point (and not to the half-phase as provided for by the standard wiring).

On the front of the PFR there are three potentiometers: one for the calibration of the voltage in a no-load condition, one for the adjustment of the reactive current desired, and one for the adjustment of the desired $\cos\varphi$.

Die Kalibrierung der Potentiometer muss nur ausgeführt werden, wenn die entsprechende rote LED leuchtet, anderweitig wird die Einstellung keine Auswirkung haben.

Die Kontrolle des gewählten Parameters erfolgt durch eine kontinuierliche Spannung, und zwar von der Ausgangsklemme des PFR, der an die Klemme des Fern-Potentiometers des AVR angeschlossen ist, dessen internen Sensor verstellt und damit die Erregung des Synchrongenerators steuert. Einzelheiten zur Nummerierung der Klemmen und zu den Spannungsbereichen sind in Tabelle 3.3 genannt.

Eine Erregungsschwankung hat verschiedene Auswirkungen, abhängig davon, ob der Generator an das Netz angeschlossen ist oder nicht. Im ersten Fall wird die Spannung an den Klemmen der Maschine vom Netz festgelegt und die Auswirkung ist eine Schwankung im Fluss der Blindleistung; im zweiten Falle werden Blind- und Wirkleistung von den Belastungen festgelegt und daher erhält man eine Spannungsschwankung an den Klemmen der Maschine. Die kontinuierliche Steuerspannung kann mit einem Voltmeter zwischen Klemme 7 oder 9 und Masse (1,4,5 oder 8) des PFR gemessen werden. Die Funktionsfähigkeit des Systems kann geprüft werden, wenn man berücksichtigt, dass bei den Reglern SR7 oder UVR6, wenn sich die Steuerspannung auf 4 Volt verringert (oder auf 12 Volt erhöht), der PFR versucht, den Generator über(unter)zuerregen, was er nur bei installiertem PD nicht tun würde, mit den oben beschriebenen Folgen; bei einer DSR ist die Situation umgekehrt: wenn sich die Steuerspannung auf 0 Volt verringert (oder auf 2,5 Volt erhöht), versucht der PFR den Generator unter(über)zuerregen.

Die verschiedenen Betriebsarten des PFR sind in Tabelle 3.2.1 auf Seite 15 zusammengefasst.

- A-B) In einem parallelen Netz und bei geschlossenem Kontakt zwischen den Klemmen 5 und 6 ermöglicht ein Wechselschalter auf dem Steuerpult die Auswahl des gewünschten Verfahrens zwischen A oder B. Wenn das Drehmoment, bzw. die abgegebene Wirkleistung null ist, kann der $\cos\varphi$ nicht gemessen werden. Ist in einem solchen Fall Verfahren B ausgewählt, wird automatisch auf Verfahren A umgeschaltet, wenn der Strom des Generators auf unter 10% des Nominalstroms fällt; analog von A auf Verfahren B, wenn der Strom des Generators auf mehr als 20% des Nominalstroms steigt. Die gewählte Betriebsart wird durch Einschalten der entsprechenden LED angezeigt.
- C) Diese Verfahren wird durch Einschalten des Kontakts zwischen den Klemmen 5 und 6 vor Durchführung der Parallelschaltung ausgeführt; es ist besonders für Netze mit plötzlichen Spannungsänderungen geeignet, um die Übereinstimmung mit dem Parallelschluss vonseiten des Synchronisators zu verhindern. In dieser Phase regelt der PFR die Erregung des Generators, um dessen Spannung an die des Netzes anzupassen. Sobald der Parallelschalter des Netzes geschlossen ist, geht der PFR automatisch zu Verfahren A oder B über. Damit diese besondere Eigenschaft genutzt werden kann, muss Klemme Nr. 2 des PFR mit der Spannungsreferenz dieser Netzphase versorgt werden, die der Phase des Generators entspricht, die als Sensor für den AVR verwendet wird. Vorausgesetzt, diese ist L1-N bei Sternschaltung und L1-L2 bei Deltaschaltung, so ist die korrekte Verkabelung abhängig von folgenden Bedingungen:

The potentiometers' calibration has to be carried out only when the relevant red LED is on; otherwise the adjustment will have no effect.

The control of the parameter chosen is carried out through a continuous voltage which, from the output terminal of the PFR which is connected to the terminal of the AVR's remote potentiometer, shifts the internal sensing and therefore drives the synchronous generator's excitation. Detailed descriptions of connection numbering and voltages ranges are shown in table 3.3

A variation in the excitation has different effects depending on whether the generator is connected to the network or not. If it is, the machine's terminal voltage is set by the network and the effect is a variation in the flow of the reactive power; if it is not, the active and reactive power are both set by the loads, and therefore a variation in the machine's terminal voltage will take place. The control continuous voltage can be measured by means of a voltmeter between terminal n°7 or 9 and the ground (1,4,5 or 8) of the PFR. The functioning of the system can be checked by considering that, in case of regulator type SR7 or UVR6, if the control voltage decreases down to 4 Volts (or increases up to 12 Volts), the PFR will tend to over(under)excite the generator, which it would not in case the sole PD were to be installed, with the above-mentioned consequences; in case of DSR, the situation is reverse: if the control voltage decreases down to 0 Volts (or increases up to 2,5 Volts), the PFR will tend to under(over)excite the generator

The PFR's different types of operation are summarised in the Table 3.2.1. page 15.

- A-B) In a network parallel condition where the contact between terminal 5 and 6 is on, a switch on the board allows the selection of the desired procedure between either A or B. If the torque supplied, namely the active power supplied, is void, the $\cos\varphi$ cannot be measured. In such a case, if procedure B is chosen, this will automatically switch to procedure A when the generator's cur-rent drops below 10% of the nominal current; likewise, procedure A will switch to procedure B when the generator's current rises up to and beyond 20% of the nominal current. The selected procedure of operation is marked by the switching on of the relevant LED.
- C) This procedure is carried out by turning on the contact between terminals 5 and 6 before the paralleling is done; it is most suitable for networks characterised by sudden changes in the voltage such as to prevent the synchroniser 's consensus to the parallel. During this phase the PFR regulates the generator's excitation so as to adjust its voltage to the network's. Once the network parallel switch has been turned on, the PFR automatically switches either to procedure A or B. To make use of this particular characteristic, terminal No. 2 of the PFR has to be supplied with the voltage sensing belonging to that particular network phase which corresponds to the genera-tor's phase used as a sensing for the AVR. If we are to suppose that the latter is L1-N in the case of a star-connection, and L1-L2 in the case of a delta-connection, the correct wiring carried out will depend on the following conditions:

- C1) wenn der Nulleiter permanent an den Sternpunkt angeschlossen ist: einfach Anschluss zwischen Phase L1 (Netzseite) und Klemme 2 des PFR herstellen;
- C2) bei Netzen mit isoliertem oder zu-/abschaltbarem Nulleiter und stern-geschaltetem Generator: in diesem Fall sind zwei Trafos mit einem 3:1 Verhältnis erforderlich, mit den Primäranschlüssen zwischen L1-L2 bzw. L1-L3 und den Sekundäranschlüssen in Reihe mit einem Ende an den Sternpunkt des Generators und dem anderen Ende an Klemme 2 des PFR. Die an der Reihe erzeugte Spannung beträgt $(V_{1-2} + V_{1-3})/3 = V_{L1}$
- C3) bei Netzen mit isoliertem Nulleiter und delta-geschaltetem Generator: hier ist ein Trafo mit 1:1 Verhältnis erforderlich, mit Primäranschluss zwischen L1-L2 und Sekundäranschluss zwischen Sternpunkt des Generators und Klemme 2 des PFR.
- Die in Fall C2 und C3 verwendeten Isoliertrafos müssen eine Leistung von nicht weniger als 20 VA haben. Eine Gesamtprüfung der Trafos und der Verkabelung ist möglich, indem man die Anschlüsse der in C2 und C3 beschriebenen Primärseiten auf die Seite des Generators verschiebt und die Wechselspannung zwischen den Klemmen 0-2 des PFR im unbelastetem Zustand des Generators misst; wenn diese Null ist, ist alles korrekt, bei niedrigen Werten ist die Verkabelung korrekt, aber die Trafos sind ungenau, bei einem Wert zwischen 50% und 200% von V_{L1-N} ist die Verkabelung mit Sicherheit falsch.
- D) Bei diesem Verfahren, durch Öffnen des Kontakts zwischen den Klemmen 5-6, ermöglicht der PFR die Fernsteuerung der vom Generator erzeugten Spannung; dies dient zur manuellen Angleichung der Spannung des Generators an die Netzspannung mit äußerster Genauigkeit. Die Regulierung wird ausschließlich zur Feinabstimmung verwendet; die Hauptregulierung (innerhalb weniger %-Punkte) muss am Spannungsregler des Generators vor Anschluss an den PFR ausgeführt werden.

Der PFR besitzt auf seiner Vorderseite zwei rote LED: "Nicht im zulässigen Bereich" und "Rückleistung". Die Anzeige "nicht im zulässigen Bereich" schaltet sich ein, wenn die Netzspannung von der Nominalspannung des Generators um +15% oder -10% abweicht, wenn der Generator überlastet ist oder wenn der Blindstrom zu groß ist. Die Anzeige "Rückleistung" schaltet sich ein, wenn der Generator Wirkleistung von Netz absorbiert, d.h. wenn der Antriebsmotor keine Leistung abgibt und der Generator als Motor funktioniert. Die Anzeige schaltet sich auch ein, wenn das vom PD stammende Stromsignal an die Klemmen 3 und 4 des PFR in umgekehrter Richtung angeschlossen ist.

N.B.: Der PFR bietet keinerlei Schutz bei Fehlfunktionen des Generators, der Kraftmaschine, der Belastung oder bei Störungen, die von den LED des PFR angezeigt werden. Das System muss daher mit allen Schutzeinrichtungen ausgestattet sein, die dem Stand der Technik entsprechen und von den geltenden Gesetzen vorgeschrieben sind.

- C1) the neutral is permanently connected to the star point : we just need to make a connection between phase L1 (network side) and terminal 2 of the PFR;
- C2) the networks show either an insulated or an openable neutral and a star-connected generator : in this case two transformers with a 3:1 ratio are necessary, also having primary windings respectively connected between L1-L2 and L1-L3, and series-connected secondary windings with one end connected to the generator's star point and the other to terminal 2 of the PFR. The voltage produced on the series is $(V_{1-2} + V_{1-3})/3 = V_{L1}$
- C3) the networks have an insulated neutral and a delta - connected generator : in this case a transformer with a 1:1 ratio is necessary, also having a primary winding connected between L1-L2 and a secondary winding between the generator's star point and terminal 2 of the PFR.
- The insulation transformers used in case C2 and case C3 are to have a power which must not be inferior to 20 VA. Overall control of both transformers and wiring can be made by temporarily shifting the primary windings' connections as de-scribed in C2 and C3 towards the generator's side, while measuring the alternating voltage of terminals 0-2 of the PFR while the generator is in a no-load condition: if void, then everything is correct; if it amounts to just a few volts, then the wiring is correct but the transformers are inaccurate; if the voltage has a value comprised between 50% and 200% of V_{L1-N} , the wiring is certainly wrong.
- D) During this procedure, led by the turning off of the contact between terminals 5-6, the PFR allows remote regulation of the voltage generated by the generator; its purpose is to manually adjust the generator's voltage to the network's voltage with the utmost precision. This regulation is to be used solely for fine calibration ; the main regulation (within few % points) must be carried out on the generator's voltage regulator before connecting to the PFR

On the front of the PFR there are two red LEDs: the 'out of range' LED and the 'reverse power' LED. The 'out of range' LED is on when the network voltage differs from the generator's nominal voltage by +15% or -10%, when the generator is overloaded, or when the reactive current is too large. The 'reverse power' LED turns on when the generator absorbs active power from the network, that is to say when the run motor does not supply any power and the generator operates as a motor. This signal is also on when the current's signal coming from the PD is connected to terminals 3 and 4 of the PFR though in the opposite direction.

NB.: The PFR does not supply any sort of protection in the case of malfunctions in the generator, prime mover or load, or malfunctions signalled by the PFR's LEDs. The system is therefore to be equipped with state-of-the-art protection devices in compliance with the regulations in force.

3.3) Technische Daten des PFR

3.3.) PFR technical Data

Regelbereich REGULATION FIELD	Skalenendwert gegen den Uhrzeigersinn anticlockwise full-scale	Skalenendwert im Uhrzeigersinn clockwise full-scale
Spannungspotentiometer <i>Voltage potentiometer</i>	-10% der Ausgangsspannung des Generators <i>-10% of the generator's output voltage</i>	+10% der Ausgangsspannung des Generators <i>+10% of the generator's output voltage</i>
cosφ Potentiometer <i>Cosφ potentiometer</i>	0,75 kapazitiv <i>leading 0.75</i>	0,35 induktiv <i>inductive 0.35</i>
Blindstrom-Potentiometer <i>Reactive current potentiometer</i>	15% des Nominalstroms – kapazitiv <i>15% of nominal current - leading</i>	110% des Nominalstroms - induktiv <i>110% of nominal current-inductive</i>

	SR7 - UVR6	DSR
Spannungssignal VOLTAGE SIGNAL		
Spannung / <i>Voltage</i>	170 ÷ 270 Volt	140 ÷ 270 Volt
Frequenz / <i>Frequency</i>	50 ÷ 60 Hz	50 ÷ 60 Hz
Phasen / <i>Phases</i>	einphasig / <i>single-phase</i>	einphasig / <i>single-phase</i>
Leistung / <i>Power</i>	15 VA	15 VA
Sicherung / <i>Fuse</i>	100 mA	100 mA
Stromsignal CURRENT SIGNAL		
Spannung / <i>Voltage</i>	14 ÷ 18 V ws bei Nominalstrom / <i>at nominal current</i>	14 ÷ 18 V ws bei Nominalstrom / <i>at nominal current</i>
Frequenz / <i>Frequency</i>	50 ÷ 60 Hz	50 ÷ 60 Hz
Phasen / <i>Phases</i>	einphasig / <i>single-phase</i>	einphasig / <i>single-phase</i>
Leistung / <i>Power</i>	0.5 VA	0.5 VA
Ausgangssignal OUTPUT SIGNAL	0 ÷ 12 V Gs auf 100kΩ	0 ÷ 2,5 V (-2mA sink)
Klemme / <i>Pin</i>	7	9

Genauigkeit des Blindstroms ACCURACY OF REACTIVE CURRENT	
bei konstantem cosφ / <i>with constant cosφ</i>	±4% des Nominalstroms <i>±4% of nominal current</i>
bei konstantem Blindstrom / <i>with constant reactive current</i>	±4% des Nominalstroms <i>±4% of nominal current</i>
Betriebstemperatur OPERATION TEMPERATURE	-25 ÷ +70 °C
Montage / ASSEMBLY	auf Schaltpult / <i>on panel</i>
Ausführung / FINISHINGS	Gehäuse aus weiß-eloxiertem Aluminium, schwarze Plastikrahmen, aufgeprägte Beschriftung in schwarz <i>White anodised aluminium case, black plastic frames, black screen printed inscriptions</i>
Gewicht / WEIGHT	0,512 Kg

4) VORBEDINGUNGEN FÜR DIE PARALLELSCHALTUNG

Für einen stabilen Parallelbetrieb von zwei oder mehreren Generatoren müssen diese mit einem Dämpfungskäfig ausgestattet sein, um die Schwingungen zu reduzieren.

Das wichtigste Merkmal bei der Parallelschaltung von Generatoren ist die korrekte Synchronität. Vor der Parallelschaltung von zwei oder mehreren Generatoren müssen diese synchronisiert werden und es müssen die folgenden grundlegenden Bedingungen gewährleistet sein:

- 1) Alle System müssen dieselbe Frequenz haben
- 2) Alle Systeme müssen dieselbe Phase haben
- 3) Alle Systeme müssen dieselbe Spannung haben
- 4) Alle Systeme müssen dieselbe Phasenrotation haben.

Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, können mechanische und elektrische Schäden an den Systemkomponenten entstehen. Um einen Parallelbetrieb ausführen zu können, ist die folgende Mindest-Ausrüstung erforderlich:

- 1) ein Amperemeter
- 2) ein Wattmeter
- 3) ein Rückleistungs-Schutzrelais
- 4) ein Voltmeter
- 5) ein Frequenzmesser
- 6) ein Synchronoskop

4) PRELIMINARY CONDITIONS FOR PARALLELING

In order to allow two or more generators to steadily operate in parallel, they must be equipped with a damping cage to reduce oscillations.

The most important feature in the paralleling of generators is correct synchronism. Before proceeding on to the paralleling of two or more generators, these must be synchronised and the following important conditions should be observed:

- 1) all systems should have the same frequency
- 2) all systems should have the same phase
- 3) all systems should have the same voltage
- 4) all systems should have the same phase rotation

Were these conditions not to be met, mechanical and electrical damages to the system components could occur. For a paralleling operation to be carried out, the following equipment is required:

- 1) an ammeter
- 2) a wattmeter
- 3) a reverse power backup relay
- 4) a voltmeter
- 5) a frequency counter
- 6) a synchroscope

5) ÜBERPRÜFUNG DER PARALLELSCHALTUNG BEI ELEKTRONISCH GEREGLTEN GENERATOREN

5.1) Parallelschaltung zwischen gleichen Generatoren

5.1.1) Überprüfung der Verkabelung mit PD.

Die Parallelschaltung muss mit einem korrekt installierten PD stabil funktionieren. In diesem Fall hängt der Austausch des Blindstroms zwischen den Generatoren ausschließlich von den folgenden beiden Faktoren ab:

- a) Unterschied zwischen den Spannungen der Generatoren
- b) Ausgangsspannung der Sekundärspule des PD

Prüfen, ob die Verkabelung jedes Generators mit dem verwendeten Schema übereinstimmt, und insbesondere die folgenden Punkte (siehe Tabelle 5.2):

- 5.1.1.a) Der Kern des PD muss vom Kabel **derselben Leistungsphase durchquert werden, die als Sensor für die Spannung des AVR verwendet wird**; wenn die Sensorspannung dreiphasig ist, ist die richtige Phase die, deren Sensor in Reihe an die Sekundärspule des PD angeschlossen ist;
- 5.1.1.b) die Spulen des PD (gelb-rot-grün-schwarz) müssen den **Durchgang** gewährleisten;
- 5.1.1.c) die Sekundärspule des PD muss in Reihe zwischen der Leistungsklemme und dem Eingang des AVR an das grüne Kabel des Spannungssensors angeschlossen sein;
- 5.1.1.d) die eventuelle **Überbrückung** zum Kurzschluss der Sekundärspule des PD, (zwischen 0 und 1 des UVR6 oder an einem separaten Klemmenbrett bei SR7 oder DSR) **muss entfernt werden**.

5.1.2) Generatoren einschalten.

5.1.3) Mit dem "VOLT"-Potentiometer des AVR die Leerspannung der Generatoren auf **denselben Wert** einstellen.

5.1.4) Die Stabilität der Generatoren mit dem "STAB"-Potentiometer des AVR einstellen, und zwar durch Drehen gegen den Uhrzeigersinn, bis kein Generator mehr im unbelasteten Zustand Spannungsschwankungen erzeugt. Das STAB-Potentiometer ist normalerweise voreingestellt. Bei Schwankungen während des Parallelbetriebs könnte eine Drehung um 1 bis 2 Markierungen gegen den Uhrzeigersinn erforderlich sein.

5.1.5) Die folgenden Überprüfungen ausführen:

5.1.5.a) **Anzahl der Windungen der Leistungswicklung und Luftspalt**: Müssen mit den Angaben aus Tabelle 5.1 übereinstimmen; ohne gesicherte Daten, muss die Anzahl der Windungen so sein, dass bei **Nominalstrom** am Ausgang der Sekundärspule des PD die in Tabelle 2.1 genannte Spannung gemessen wird.

5.1.5.b) **Richtung der Wicklung**: Eine induktive Last von mindestens $0.5 \times P_n$ an den Klemmen des Generators anlegen; in dieser Situation, bei Nennlast und einem induktiven $\cos \varphi = 0$ sollte durch Kurzschluss der Sekundärspule des PD die Klemmenspannung proportional zur angewendeten Belastung bis zu einem Maximum von 4% steigen.

5) PARALLEL CHECKING WITH ELECTRONICALLY-REGULATED GENERATORS

5.1) Parallel with like machines

5.1.1) Check wirings with a PD

The parallel must operate in a stable way with the PD properly installed. In this case, the reactive current interchange between generators will wholly depend on the following two factors:

- a) a difference between the generator's voltages
- b) the PD secondary coil's output voltage

Check that each generator's wiring complies with the chart used; besides, the following points should be especially checked (see table 5.2) :

5.1.1.a) the PD's core must be crossed over by the cable belonging to **the same power-phase used as the AVR's voltage sensing**; if we have a three-phase sensing, then the correct phase is the one in which the sensing is connected in series to the PD's secondary coil.

5.1.1.b) The PD's coils (yellow-red-green-black) must assure **continuity**

5.1.1.c) The PD's secondary coil must be connected in series between the power terminal and the AVR's input to the green wire of the voltage sensing;

5.1.1.d) Were there a **jumper** short-circuiting the PD's secondary coil (between 0 and 1 of the UVR6 or on a separate terminal board with SR7 or DSR), then the jumper **must be removed**

5.1.2) Turn on the generator sets

5.1.3.) Adjust the generators' no-load voltages to a **single parameter** by means of the AVR's "VOLT" potentiometer .

5.1.4) Adjust the generators' stability by means of the AVR's "STAB" potentiometer by turning it counterclockwise until no generator, at no-load condition, produces voltage oscillations. The STAB potentiometer is usually presetted. If an oscillation is observed during parallel operation, it is suggested to turn the STAB potentiometer by one or two units counterclockwise.

5.1.5) Carry out the following inspections:

5.1.5.a) **Number of turns of the power winding and of the air gap**: these must coincide with what stated in the table 5.1; if definite data are not available, the number of turns should be such that, in a condition of **nominal current**, the voltage indicated in table 2.1 must then be measured at the PD's secondary coil output.

5.1.5.b) **Direction of the power winding**: apply an inductive load of at least $0.5 \times P_n$ to the generator's terminals; in this situation, and with a nominal load and an inductive $\cos \varphi = 0$, by short-circuiting the PD's secondary coil the terminal voltage should increase proportionally to the applied load up to a maximum of 4%.

Ist das Gegenteil der Fall, muss die Richtung des Leistungsstroms beim Durchqueren des PD umgekehrt werden (N.B.: es können auch die Ausgangsklemmen der Sekundärspule des PD umgepolt werden, aber dann müssen auch alle eventuell verwendeten weiteren Spulen des PD umgepolt werden).

N.B.: Ein falscher Anschluss des PD während des Parallelschlusses führt zu einem instabilen Verhalten, was innerhalb weniger Sekunden einen Blindstrom zur Folge haben kann, der sehr viel höher als der nominale Blindstrom ist. Wenn also ein Parallelschluss ohne einleitende Überprüfung ausgeführt werden soll (5.1.5.b), muss der Leistungsstromkreis schnellstens abgetrennt werden können (siehe Punkt 2, Anmerkung 2.1).

5.1.6) Parallelschluss durch Befolgung der Standardverfahren ausführen.

Wenn der Strom sehr hohe oder instabile Werte aufweist, kann dies folgende Ursachen haben:

5.1.6.a) Drehmomentschwankungen der Wärmekraftmaschine. Diese Beeinträchtigung wird durch die Anzeigen der Wattmeter auf dem Schaltpult deutlich gemacht. Ist dies der Fall, entweder auf die Maschine einwirken oder Kontakt mit dem Hersteller aufnehmen;

5.1.6.b) Fehlerhafte Verkabelung oder Kalibrierung der Potentiometer. In diesem Fall ist eine der vorhergehenden Überprüfungen nicht korrekt ausgeführt worden und muss wiederholt werden.

5.1.7) Innerhalb der Grenzen jedes Generators die maximal verfügbare Belastung anwenden. Die Verhältnisse der an den Enden der Sekundärspule des PD gemessenen Wechselspannung und die entsprechende Sensorspannung des Reglers müssen so homogen wie möglich sein. Dies stellt die korrekte Dimensionierung der PD-Wicklungen und folglich eine gleichmäßige Verteilung der durch die Belastungen erforderlichen Blindleistungen zwischen den Generatoren sicher.

5.2) Parallelschaltung mit dem Netz

Verkabelung am PD prüfen

Bestehen keine Spannungsschwankungen im Netz muss die Parallelschaltung nur mit korrekt installiertem PD auch ohne PFR stabil funktionieren. In diesem Fall hängt der Austausch des Blindstroms zwischen Generator und Netz ausschließlich von den beiden folgenden Faktoren ab:

- Unterschied zwischen der am Generator eingestellten Spannung und der Netzspannung
- Ausgangsspannung an der gelb-roten oder rot-grünen Spule des PD.

5.2.1) PFR durch Unterbrechung des Anschlusses deaktivieren:

-) zwischen Ausgangsklemme des Kontrollsignals Nr. 7 des PFR und UVR6 oder SR7,
-) oder zwischen Klemmen Nr. 9 des PFR und dem DSR.

If the opposite were to occur, the direction followed by the power current in crossing the PD must be inverted. (N.B.: the PD's secondary coil output terminals can also be inverted, but in such a case the PD's other coils - if used - must also be inverted).

N.B.: A wrong connection of the PD during the parallel entails unstable behaviour which may give rise -in a few seconds' time - to a reactive current much higher than the nominal one. Therefore, if you intend to carry out a paralleling without a preliminary inspection (5.1.5.b), then you must be ready to open the circuit with the utmost rapidity (see par. 2, note 2.1).

5.1.6.) Carry out the paralleling by following the standard procedures.

If the current has very high or unstable values, the cause can be one of the following:

5.1.6.a) Torque oscillation of the thermal engine. This drawback is detected by the displaying of the watt-meters on the board. If this is the case, either act on the engine's ability or contact the manufacturer;

5.1.6.b) Error in the wiring or potentiometers' calibration. If this is the case, it means that one of the previous inspections has not been properly carried out and therefore they must all be carried out once again.

5.1.7.) Apply the maximum load available within the limit of each generator. The ratios between the alternating voltage measured at the PD's secondary coil ends, and the regulator's relevant sensing voltage, must be as homogeneous as possible. This allows correct sizing of the PD's winding and, as a consequence, a homogeneous distribution among the generators of the reactive power required by the loads.

5.2 . Network Parallel

Check wirings with a PD

If no variations in the network voltage are present, the parallel must operate in a stable way with the sole PD properly installed even if the PFR is missing. In this case, the reactive current inter-change between generator and network will wholly depend on the two following factors:

- a difference between the generator's voltage and the network's voltage
- the PD yellow-red or red-green coil's output voltage

5.2.1.) Deactivate the PFR by interrupting the connection :

-) between the output terminal n° 7 of the control signal of the PFR and the UVR6 or the SR7
-) or between the terminal n° 9 of the PFR and DSR.

N.B.: Um den PFR zu deaktivieren, ist es nicht ausreichend, nur den Anschluss zwischen den Klemmen 5 und 6 des PFR zu öffnen, da dieser durch das 'Spannungs'-Potentiometer so als Fern-Spannungsregler funktioniert.

5.2.2) Übereinstimmung der Verkabelung gemäß Schema und insbesondere die folgenden Punkte überprüfen (siehe Tabelle 5.2):

5.2.2.a) Der **Spannungssensor** des UVR6 muss **einphasig** sein, daher werden die Sensorkabel zwischen den Leistungsklemmen des Generators und den Klemmen 3,4,5,6 des UVR6, wenn vorhanden, abgetrennt und isoliert. Die Klemmen 2,4,6 des UVR6 müssen entsprechend überbrückt werden, ebenso wie die Klemmen 1,3,5 des UVR6;

5.2.2.b) Der PD-Kern muss von dem Kabel durchquert werden, das zu derselben **Leistungsphase gehört, die als Spannungssensor des AVR verwendet wird**;

5.2.2.c) Die Spulen des PD (gelb-rot-grün-schwarz und weiß-blau-schwarz) müssen den **Durchgang** gewährleisten;

5.2.2.d) die gelb-rote Spule des PD muss in Reihe an das grüne Kabel des Spannungssensors des AVR angeschlossen werden;

5.2.2.e) wird eine **Überbrückung** zum Kurzschließen der gelb-roten Spule des PD verwendet (zwischen 0 und 1 des UVR6 oder auf dem separaten Klemmenbrett bei SR7 oder DSR) **muss diese entfernt werden**;

5.2.2.f) die Sensorspannung des AVR muss mit der Phase-Nullleiter-Spannung des Netzes übereinstimmen: das grüne Kabel des **Sensors** muss an das **Hauptausgangskabel** angeschlossen werden und nicht an den in Reihe geschalteten Anschluss der beiden Semi-Phasen wie bei der Standardverkabelung der sterngeschalteten Generatoren mit 12 Klemmen.

5.2.3) Generatoren einschalten.

5.2.4) Mit dem "VOLT"-Potentiometer des AVR die Spannung des Generators **auf denselben Wert wie die Netzspannung** einstellen.

5.2.5) Die Stabilität des Generators auf **Maximum** einstellen, und zwar mit dem "STAB"-Potentiometer des AVR, der bei den Reglern SR7 und UVR6 vollständig entgegen den Uhrzeigersinn gedreht wird und bei Verwendung von DSR um höchstens 2 Stufen.

5.2.6) Die folgenden Prüfungen ausführen:
am PFR:

5.2.6.a) **Mit einem Wechselspannungs-Voltmeter prüfen, ob die Spannungen zwischen den Klemmen 0-1 und 1-2 gleich und so hoch wie die Phase-Nullleiter-Spannung sind. Die Spannung zwischen 0-2 muss null betragen** (wenn als Option der automatische Spannungsausgleich zwischen Generator und Netz verwendet wird, tritt dieser Zustand nur ein, wenn die Spannungen synchronisiert sind); andernfalls ist ein Fehler bei der Verkabelung aufgetreten.

N.B.: In order to de-activate the PFR, the mere opening of the connection between terminals 5 and 6 of the PFR is not enough in that, in this case, the PFR only operates as a remote voltage regulator through the 'voltage' potentiometer .

5.2.2.) Check that the wiring complies with the diagram used; in particular, the following points should also be checked (see table 5.2) :

5.2.2.a) The UVR6 voltage **sensing** must be **single-phase**: therefore the sensing cables among the generator's power terminals and terminals 3,4,5,6 of the UVR6 - if present -are to be disconnected from the UVR6 itself and insulated. Terminals 2,4,6 of the UVR6 must be connected one to the other with adequate jumpers, as must be terminals 1,3,5 of the UVR6.

5.2.2.b) The PD's core must be crossed over by the cable belonging to **the same power phase used as the AVR's voltage sensing**;

5.2.2.c) The PD's coils (yellow-red-green-black and white-blue-black) must assure **continuity**;

5.2.2.d) The PD's yellow-red coil must be connected in series to the green wire of the voltage sensing;

5.2.2.e) In the case of a **jumper** short-circuiting the PD's yellow-red coil (between 0 and 1 of the UVR6 or on a separate terminal board with SR7 or DSR), the jumper **must be removed**;

5.2.2.f) The AVR's sensing voltage must coincide with the network's phase-neutral voltage: the **sensing's** green wire must be connected to the **main output** cable rather than to the in-series connection of the two semi-phases as happens in the standard wiring of 12-terminals, star-connected generators.

5.2.3) Start the generator set

5.2.4) Adjust the generator's voltage to the **same parameter of the network voltage** by means of the AVR's 'VOLT' potentiometer.

5.2.5) Adjust the generator's stability to the **maximum** by means of the AVR's 'STAB' potentiometer by turning it completely anticlockwise for regulator type SR7 and UVR6; in case of DSR, turn the trimmer by maximum two notches.

5.2.6) Carry out the following inspections:
on the PFR :

5.2.6.a) By means of an ac voltmeter, check that the voltages between terminals 0-1 and 1-2 are equivalent and equalling the phase-neutral's voltage. The voltage between 0-2 must be void (if the voltage automatic equalisation between generator and network is used as an option, then such a condition occurs only when the voltages are synchronised); inversely, an error in the wiring has occurred.

am PD:

5.2.6.b) **Anzahl der Windungen der Leistungswicklung und Luftspalt:** Müssen mit den Angaben aus Tabelle 5.1 übereinstimmen; stehen keine definitiven Daten zur Verfügung, sollte die Anzahl der Windungen derart sein, dass bei **Nominalstrom** die gemessene Spannung am gelb-roten Ausgang etwa bei **7÷9 V** liegt.

5.2.6.c) **Richtung der Leistungswicklung:** An den Klemmen des Generators eine induktive Belastung von mindestens $0.5 \times P_n$ anlegen; in dieser Situation und bei Kurzschluss der gelb-roten Spule des PD muss die Spannung an den Klemmen proportional zu angewandeter Belastung steigen, und zwar bis zu einem Maximum von 4% bei Nominallast und induktivem $\cos\varphi=0$. Tritt das Gegenteil ein, muss die Richtung des Leistungsstroms durch das PD umgekehrt werden (N.B.: man kann auch die Ausgangsklemmen des PD umpolen, aber dann müssen auch alle eventuell verwendeten anderen Spulen des PD umgepolt werden).

N.B.: Ein falscher Anschluss des PD während des Parallelschlusses führt zu einem instabilen Verhalten, was innerhalb weniger Sekunden einen Blindstrom zur Folge haben kann, der sehr viel höher als der nominale Blindstrom ist. Wenn also ein Parallelschluss ohne einleitende Überprüfung ausgeführt werden soll (6.b), muss der Leistungsstromkreis schnellstens abgetrennt werden können (siehe Punkt 2, Anmerkung 2.1).

5.2.7.) Parallelschluss unter Befolgung der entsprechenden Verfahren ausführen und Drehmomentwert der Wärmekraftmaschine auf null halten. Wenn der Blindstrom sehr hohe oder instabile Werte aufweist, kann das eine der folgenden Ursachen haben:

5.2.7.a) Drehmomentschwankungen der Maschine. Diese Beeinträchtigung wird durch die Anzeigen der Wattmeter auf dem Schaltpult deutlich gemacht. Ist dies der Fall, entweder auf die Stabilität der Maschine einwirken oder Kontakt mit dem Hersteller aufnehmen;

5.2.7.b) Schwankungen der Netzspannung beim Einschalten von elektrischen Belastungen. Diese Beeinträchtigung wird durch eine hohe Leitungsimpedanz verursacht. Hier hilft nur der Parallelschluss eines Generators, dessen Leistung der erforderlichen Belastung entspricht. Um die Stromschwankungen zu verringern, kann die Ausgangsspannung des PD **vorübergehend** erhöht werden, z.B. durch Erhöhung der Anzahl der Windungen, vorausgesetzt, dass für die korrekte Funktion des PD die Spannungsgrenzen eingehalten werden;

5.2.7.c) Fehlerhafte Verkabelung. In diesem Fall ist eine der vorhergehenden Überprüfungen nicht korrekt ausgeführt worden und muss daher wiederholt werden.

on the PD :

5.2.6.b) **Number of turns of the power winding and of the air gap:** these must coincide with what stated in the table 5.1; if definite data are not available, the number of turns should be such that, in a condition of **nominal current**, the voltage measured at the yellow-red output must equal about **7÷ 9 V**.

5.2.6.c) **Direction of the power winding:** apply an inductive load of at least $0.5 \times P_n$ to the generator's terminals; in this situation, and with a nominal load and an inductive $\cos\varphi=0$, by short-circuiting the PD's coil, the terminal voltage should increase proportionally to the applied load up to a maximum of 4%. If the opposite were to occur, the direction followed by the power current in crossing the PD must be inverted. (N.B.: the PD's coil output terminals can also be inverted, but in such a case the PD's other coils - if used - must also be inverted).

N.B.: A wrong connection of the PD during the parallel entails unstable behaviour which may give rise - in a few seconds' time - to a reactive current much higher than the nominal one. Therefore, if you intend to carry out a paralleling without a preliminary inspection (6.b), then you must be ready to open the circuit with the utmost rapidity (see par.2, note 2.1).

5.2.7.) Carry out paralleling by following the relevant procedures and keep the thermal engine torque value at zero.

If the reactive current has very high or unstable values, the cause can be one of the following:

5.2.7.a) Torque oscillation of the engine. This drawback is detected by the displaying of the wattmeters on the board. If this is the case, either act on the engine's stability or contact the manufacturer.

5.2.7.b) Variations in the network voltage when an electronic load is inserted. This drawback is due to a high line impedance. The only solution to this problem lies in the paralleling of a generator whose power should be adequate to the load requirement. In order to reduce variations in the current, the PD's output voltage can be **temporarily** increased by - for instance - augmenting the number of power turns, provided that, for the PD to properly operate, the voltage limits must be complied with.

5.2.7.c) Error in the wiring. If this is the case, one of the previous inspections has not been properly carried out and therefore they must all be carried out once again.

- 5.2.8) Ist ein stabiler Betriebszustand mit geringem Blindstrom erreicht, mit einem WS-Voltmeter die Spannung an den Klemmen 0-2 des PFR prüfen, die etwa null sein muss. Trifft dies nicht zu, kann das eine der folgenden Ursachen haben:
- 5.2.8.a) Strom durch das PD ist nicht null;
 - 5.2.8.b) Fehler beim Anschluss der o.g. Klemmen;
 - 5.2.8.c) fehlerhaftes Umwandlungsverhältnis der TV der Leitungsspannung (nur in einem Netz ohne Nullleiter und automatischem Ausgleich der Spannungen zwischen Generator und Netz vorhanden, siehe Punkt 3.2 C2/C3).
- 5.2.9) Wirkleistung über den Drehmomentregler der Wärmekraftmaschine zuführen, bis die Menge des abgegebenen Stroms etwa gleich dem Nominalstrom ist. Die Spannung an den Klemmen 3-4 des PFR muss zwischen 10 und 16 Volt WS liegen. Dies ermöglicht die korrekte Dimensionierung der Wicklung des PD. Gleichzeitig die Spannung an den Klemmen 0-2 des PFR kontrollieren. Dieser Wert muss etwa die Hälfte des Werts an den Klemmen 3-4 des PFR in belastetem Zustand betragen. Ist dies nicht der Fall, müssen die Ursachen ermittelt und beseitigt werden, damit der PFR funktionieren kann.

Prüfung mit PFR

- 5.2.10) Generatoren ausschalten und PFR wieder einschalten, indem die Spannung zwischen Klemme 7 des PFR und SR7 oder UVR6, bzw. zwischen Klemme 9 des PFR und DSR wieder angelegt wird.
- 5.2.11) Generatoren starten. Im unbelasteten Zustand müssen für einige Sekunden die grüne LED "VOLTAGE (Spannung)" und die rote "REVERSE POWER (Rückleistung)" eingeschaltet sein, danach muss sich die rote automatisch ausschalten.
- 5.2.12) Die Spannung des Generators im unbelasteten Zustand auf **denselben Wert der Netzspannung** einstellen, und zwar mit dem "VOLTAGE (Spannung)"-Potentiometer des PFR. Wenn das Verfahren bis hier korrekt ausgeführt worden ist, muss die Spannung zwischen Klemme 7 und 1 (Masse) des PFR 8 Volt oder 1,25 Volt zwischen den Klemmen 9 und 1 betragen. Wenn die rote LED "OUT OF RANGE (nicht im zulässigen Bereich)" leuchtet, das "VOLTAGE"-Potentiometer drehen, bis die Spannung zwischen den Klemmen 7 und 1 (Masse) des PFR den Wert 8-9 Volt erreicht, bzw. die Spannung zwischen den Klemmen 9 und 1 den Wert von 1,25 Volt erreicht und sich die o.g. LED ausschaltet. Im Anschluss an diesen Arbeitsschritt wird sich die Spannung des Generators verändert haben und muss daher wieder mit dem VOLT-Potentiometer des AVR auf **denselben Wert wie die Netzspannung** eingestellt werden (siehe 5.2.4).
- 5.2.13) Parallelschaltung gemäß den entsprechenden Verfahren ausführen.
An dieser Stelle müssen die roten LED "OUT OF RANGE" und "REVERSE POWER" ausgeschaltet sein und $\cos\varphi$ oder der Blindstrom müssen gemäß der Stellung des Schalters auf dem PFR eingestellt werden können.

- 5.2.8.) Once stability in the operation and a low reactive current have both been reached, check that the voltage of terminals 0-2 of the PFR equals zero by means of an ac voltmeter. If this does not occur, the cause can either be:
- 5.2.8.a) the current crossing the PD is different from zero;
 - 5.2.8.b) there is an error in the connection of the above-mentioned terminals;
 - 5.2.8.c) there is an error in the ratio of transformation of the line voltage's TVs (which are present only in the case of a network without neutral and of voltage automatic equalisation between generator and network, see par. 3.2 C2/C3)
- 5.2.9.) Supply active power by means of the thermal engine's torque regulator until the quantity of current supplied almost equals the nominal one. The voltage of terminals 3-4 of the PFR must be comprised between 10 and 16 ac Volts. This allows correct sizing of the PD's winding. At the same time, check the voltage of terminals 0-2 of the PFR. Its value must be about half the value of terminals 3-4 of the PFR in a load condition. If this does not occur, the reason for this must be found out and the problem solved for the PFR to operate.

Inspection with a PFR

- 5.2.10.) Switch off the generator set and turn the PFR on again by re-establishing the connection between terminal 7 of the PFR and the SR7 or UVR6, or between terminal 9 of the PFR and the DSR.
- 5.2.11) Start the generator set. At no-load condition, for a few seconds the 'VOLTAGE' green LED and the 'REVERSE POWER' red LED will be both displayed as switched on the PFR, after which the latter will be automatically turned off.
- 5.2.12) Adjust the generator's voltage, which is at no-load condition, to the **same parameter of the network voltage** by means of the PFR's 'VOLTAGE' potentiometer .
If the whole procedure has so far been accurately followed, the voltage between terminals 7 and 1 (ground) of the PFR must be about 8 Volts dc, or 1,25V between terminals 9 and 1. If the 'OUT OF RANGE' red LED were to be on, turn the 'VOLTAGE' potentiometer until voltage between terminals 7 and 1 (ground) of the PFR reach 8-9 Volts or 1,25 Volt between terminals 9 and 1, and the aforementioned LED turns off. As a result of this operation, the generator's voltage will vary and it will therefore need to be re-adjusted to the **same value of the network voltage** by means of the AVR's 'VOLT' potentiometer (see 5.2.4.)
- 5.2.13) Carry out paralleling by following the relevant procedure.
At this point, with the 'OUT OF RANGE' and 'REVERSE POWER' red LEDs turned off, it is possible to adjust the $\cos\varphi$ and the reactive current according to the position of the switch placed on the PFR.

Das einzig aktive Potentiometer ist das, welches durch die eingeschaltete LED im Gehäuse des Potentiometers selbst angezeigt wird.

N.B.: Um $\cos\varphi$ einstellen zu können, muss eine Wirkleistung und ein Drehmoment an der Kraftmaschine von 10-20% der Nominalleistung verfügbar sein, andernfalls stellt sich der PFR automatisch auf den Modus "Blindstrom" ein, unabhängig von der gewählten Schalterstellung.

Wenn die rote LED "REVERSE POWER" leuchtet, kann das folgenden Ursachen haben:

- 5.2.13.a) unzureichendes Drehmoment vonseiten der Kraftmaschine;
- 5.2.13.b) Umpolung der Anschlüsse an den Klemmen 3 und 4 des PFR.

Wenn die Potentiometer für $\cos\varphi$ und Blindstrom nicht mehr kalibriert sind in Bezug auf die vom Werk eingestellten Daten, versucht das PFR, den Blindstrom auf den voreingestellten Wert zu regeln, auch wenn dieser höher ist als der schutzauslösende Strom. In diesem Fall kann die Neukalibrierung schwierig sein, weil der Blindstrom rasch anwächst und der Überspannungsschutz rechtzeitig eingreift. Steht kein Ersatz-PFR mit ursprünglicher Kalibrierung zur Verfügung, kann vorgegangen werden wie folgt:

- Klemmen 7 und 9 abtrennen;
- ein Voltmeter zwischen Klemmen 1-7 oder 1-9 des PFR zur Messung der Durchgangsspannung anschließen;
- Parallelschluss ausführen;
- PFR für die Regelung des Blindstroms vorbereiten und den entsprechenden Trimmer drehen, bis sich die Spannung V1-7 und V1-9 zu ändern beginnt;
- PFR für die Regelung des $\cos\varphi$ vorbereiten und den entsprechenden Trimmer drehen, bis sich die Spannung V1-7 und V1-9 zu ändern beginnt. Ist der Trimmer nicht aktiv (Kontrollleuchte aus), mit einem Drehzahlregler für das erforderliche Drehmoment sorgen;
- je nach Reglertyp Klemme 7 oder 9 wieder anschließen (weder müssen die Generatoren abgeschaltet noch der Parallelschluss geöffnet werden);
- hernach ist die Feineinstellung von Blindstrom und $\cos\varphi$ leicht möglich.

The only active potentiometer will be the one indicated by the switched-on LED into the box containing the potentiometer itself.

NB: In order to regulate the $\cos\varphi$, it is necessary to dispose of an active power flow and of a prime mover torque corresponding to at least 10-20% of the nominal power, otherwise the PFR will automatically be set on the 'reactive current' mode, independently on the selected switch position.

If the 'REVERSE POWER' red LED were to be on, the cause can be one of the following:

- 5.12.13.a) Insufficient torque supply from the prime mover;
- 5.12.13 b) Inversion of wires connected to terminals 3 and 4 of the PFR

If the potentiometers of both $\cos\varphi$ and reactive power have been de-calibrated in respect of the data set by the factory, the PFR will try to adjust the reactive current to the pre-set parameter, even if the latter should be higher than the protection releasing current. In such a case the re-calibration may be difficult to carry out because the reactive current increases rapidly and the over-current protections timely intervene. If a spare PFR with original calibration could not be available, the following procedure can be observed:

- disconnect terminals n° 7 and n° 9
- connect an ac voltmeter to terminals 1-7 or 1-9 of the PFR
- carry out the paralleling
- set the PFR ready for the adjustment of the reactive current, then turn the relevant trimmer until voltage V1-7 and V1-9 starts changing;
- set the PFR ready for the adjustment of the $\cos\varphi$, then turn the relevant trimmer until voltage V1-7 and V1-9 starts changing. Should the trimmer not be active (LED off), supply the torque necessary to activate it by means of a speed regulator;
- re-connect terminal n° 7 or n° 9 according to the type of the regulator (the generator set need not be turned off, nor the parallel be opened);
- afterwards, the reactive current and the $\cos\varphi$ are easily trimmed.

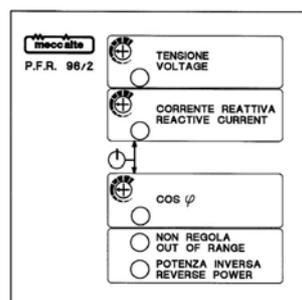
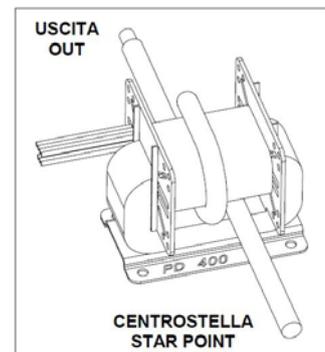
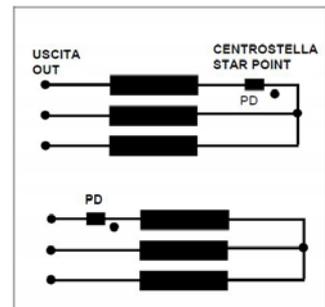
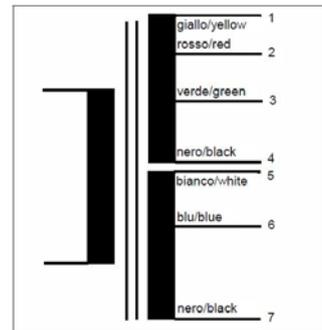


TABELLE DER PARALLELGERÄTE PARALLEL DEVICES TABLE				
AUSGANG MIT 50 Hz / 50Hz OUTPUT		220/380 230/400 240/415	110/190/220/380 115/200/230/400 120/208/240/415	220/380/440/760 230/400/460/800 240/415/480/830
AUSGANG MIT 60 Hz / 60 Hz OUTPUT		254/440 265/460 277/480	127/220/254/440 133/230/265/460 139/240/277/480	254/440/508/880 265/460/530/920 277/480/554/960
Anzuschließende Sensorkabel Sensing wires to connect	Einphasen-Sensor Single-phase sensing	gelb-rot yellow-red 1 - 2	rot-grün red-green 2 - 3	gelb-rot yellow-red 1 - 2
	Dreiphasen-Sensor Three-phase sensing	gelb-schwarz yellow-black 1 - 4	gelb-grün yellow-green 1 - 3	gelb-schwarz yellow-black 1 - 4
Generatortyp Generator type	Pn (kVA)	Luftspalt Air gap (mm)	Windungen Ausgangskabel Output cable turns	
EC028-1L/2	22	0,2	9	
EC028-2L/2	27	0,2	7	
EC028-3L/2	31,5	0,2	6	
EC028-VL/2	40	0,2	5	
EC031-2SN/2	44	0,2	4	
EC031-3SN/2	55 66	0,2	4 3	
EC031-2LN/2	82	0,2	2	
EC028-1VS (*a)	7,8	0,15 (0,2)	20 (26)	
EC028-2VS (*a)	11	0,2	18	
ECO28-0S (*a)	13,5	0,2	15	
EC028-SN/4 (*a)	17	0,2	12	
EC028-1LN/4 (*a)	20	0,2	10	
EC028-2LN/4 (*a)	25	0,2	8	
EC028-VL/4 (*a)	30	0,2	6	
EC032-2S/4	35	0,2	6	
EC032-3S/4	40	0,2	5	
EC032-1L/4	50	0,2	4	
EC032-2L/4	60	0,2	3	
EC032-3L/4	70	0,2	3	
ECP34-1S/4	85	0,25	3	
ECP34-2S/4	105	0,3	3	
ECP34-1L/4	130	0,25	2	
ECP34-2L/4	150	0,3	2	
EC038-1SN/4	180	0,2	1	
EC038-2SN/4	200	0,2	1	
EC038-3SN/4	225	0,25	1	
EC038-1LN/4	250	0,25	1	
EC038-2LN/4	300	0,3	1	
EC038-3LN/4	350	0,35	1	
ECO40-1S/4	400	0,2	1 (*b)	
ECO40-2S/4	450	0,25	1 (*b)	
ECO40-3S/4	500	0,25	1	
ECO40-1L/4	550	0,3	1 (*b)	
ECO40-1.5L/4	620	0,25	1 (*b)	
ECO40-2L/4	680	0,35	1 (*b)	
ECO40-VL/4	720	0,25	1 (*b)	
EC043-1SN/4	800	0,2	1 (*b)	
EC043-2SN/4	930	0,25	1 (*b)	
EC043-1LN/4	1100	0,3	1 (*b)	
EC043-2LN/4	1300	0,35	1 (*b)	
EC046-1S/4	1500	0,40	1 (*b)	
EC046-2S/4	1800	0,40	1 (*b)	
EC046-1L/4	2100	0,40	1 (*b)	
EC046-2L/4	2500	0,40	1 (*b)	

(a) Spezialrotor mit Dämpfungskäfig / special rotor with damping cage

(b) eine Windung bei nur einem der beiden Kabel Nr. 1 / one turn with only one cable n°1



Tab./tab. 5.1

**SCHALTPLÄNE FÜR PARALLELSCHLUSS MIT DEM NETZ
NETWORK PARALLEL CONNECTION DIAGRAMS**

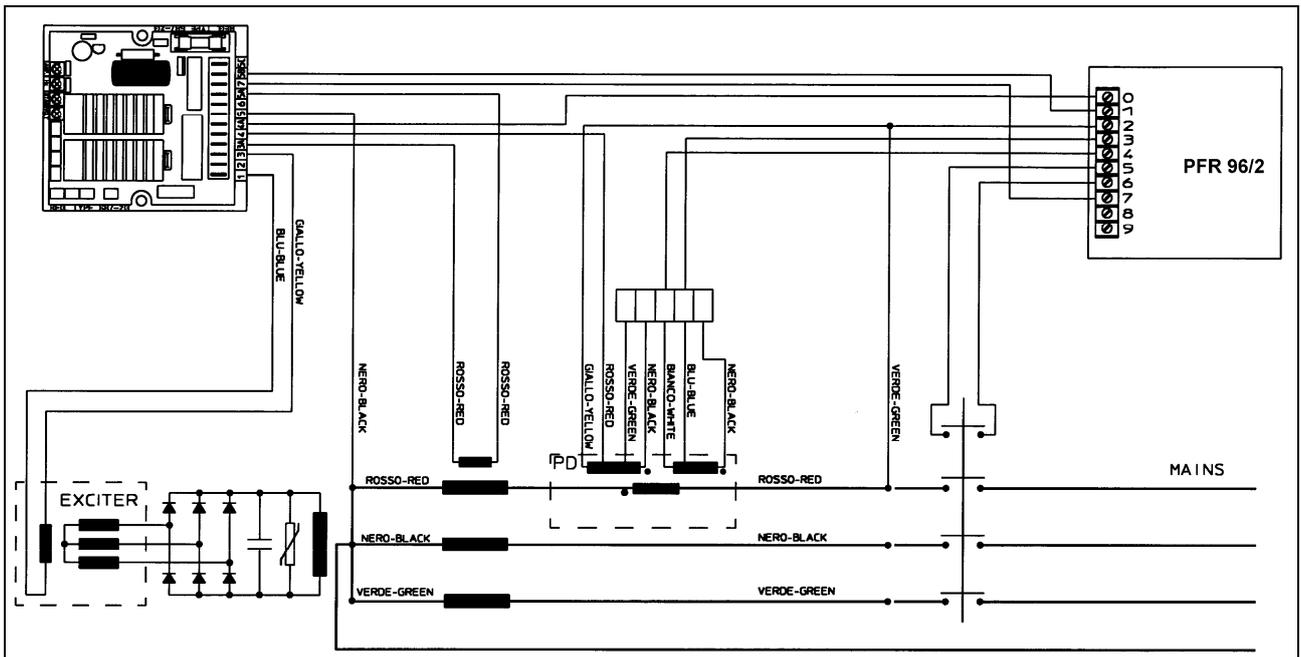
Reglertyp <i>Regulator type</i>	Anschluss <i>connection</i>	Spannungsregelung <i>voltage regulation</i>	Sternpunkt <i>star point</i>	Zeichnung Nr. <i>drawing n°</i>	Seite <i>page</i>
SR7	6 Klemmen - Stern <i>6 terminals - star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	A3640/04	28
SR7	6 Klemmen - Stern <i>6 terminals - star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	A3922/03	28
SR7	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	A3637/04	29
SR7	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	A3923/03	29
UVR6	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	A3170/04	30
UVR6	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	A3924/03	30
UVR6	12 Klemmen - parallel Stern <i>12 terminals - parallel star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	A3925/03	31
UVR6	12 Klemmen - parallel Stern <i>12 terminals - parallel star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	A3926/03	31
DSR	6 Klemmen - Stern <i>6 terminals - star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	SCC0116/00	32
DSR	6 Klemmen - Stern <i>6 terminals - star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	SCC0117/00	32
DSR	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	manuell <i>manual</i>	verfügbar <i>available</i>	SCC0118/00	33
DSR	12 Klemmen - Reihe Stern <i>12 terminals - series star</i>	automatisch <i>automatic</i>	verfügbar <i>available</i>	SCC0119/00	33

**SCHALTPLÄNE FÜR PARALLELSCHALTUNG ZWISCHEN GLEICHEN GENERATOREN
PARALLEL WITH LIKE GENERATORS CONNECTION DIAGRAMS**

SR7	6 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>6 terminals - single phase sensing</i>	/	/	A2544/03	34
UVR6	6 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>6 terminals - single phase sensing</i>	/	/	A2550/02	34
SR7	12 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>12 terminals - single phase sensing</i>	/	/	A2545/04	35
UVR6	12 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>12 terminals - single phase sensing</i>	/	/	A2549/02	35
UVR6	6 Klemmen - Dreiphasen-Sensor <i>6 terminals - three phase sensing</i>	/	/	A2548/03	36
UVR6	12 Klemmen - Dreiphasen-Sensor <i>12 terminals - three phase sensing</i>	/	/	A2552/02	36
DSR	6 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>6 terminals - single phase sensing</i>	/	/	SCC0061/02	37
DSR	12 Klemmen - Einphasen-Sensor <i>12 terminals - single phase sensing</i>	/	/	SCC0100/00	37
DSR	6 Klemmen - Dreiphasen-Sensor <i>6 terminals - three phase sensing</i>	/	verfügbar <i>available</i>	SCC0104/00	38
DSR	12 Klemmen - Dreiphasen-Sensor <i>12 terminals - three phase sensing</i>	/	verfügbar <i>available</i>	SCC0106/00	38
DSR	12 Klemmen - Dreiphasen-Sensor <i>12 terminals - three phase sensing</i>	/	verfügbar <i>available</i>	SCC0105/00	38

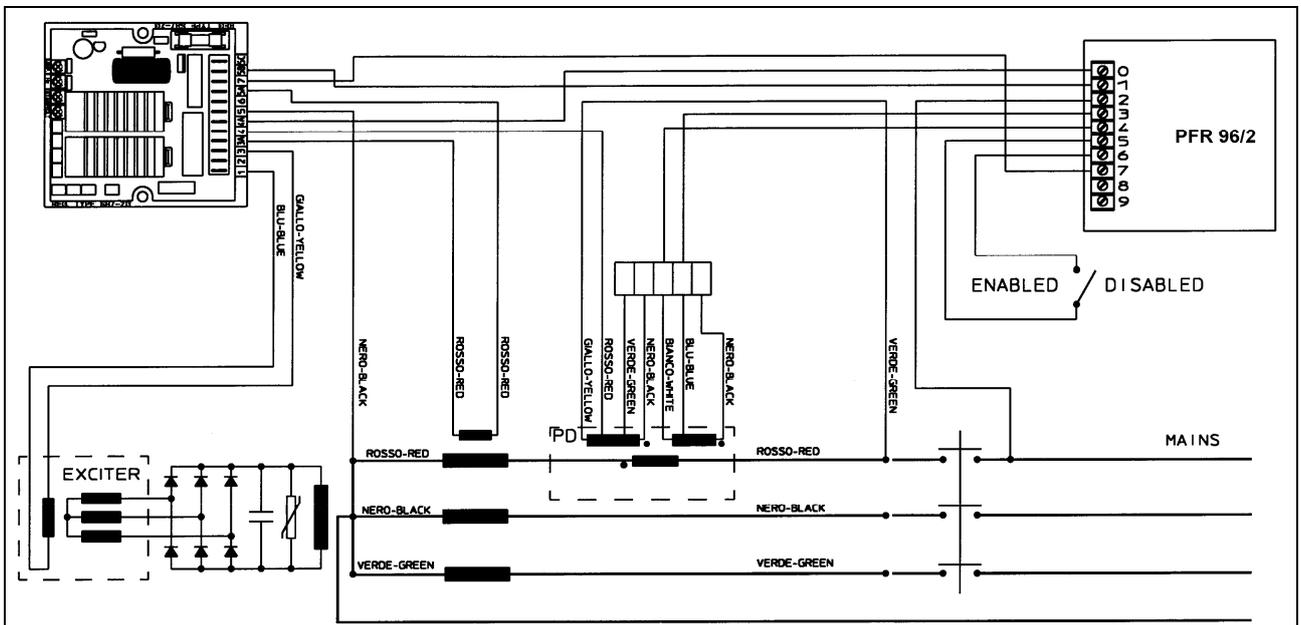
Tab./tab. 5.2

ELEKTRONISCHER REGLERTYP SR7 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



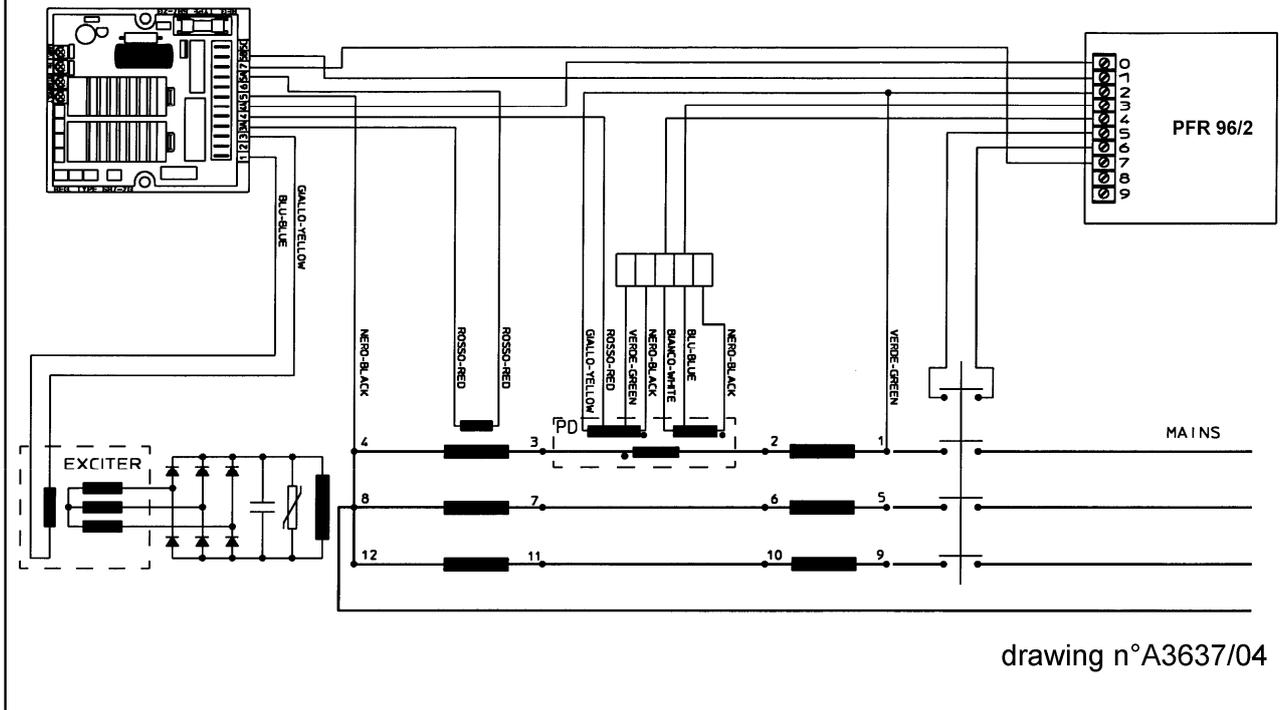
Zeichnung Nr. / drawing n°A3640/04

ELEKTRONISCHER REGLERTYP SR7 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



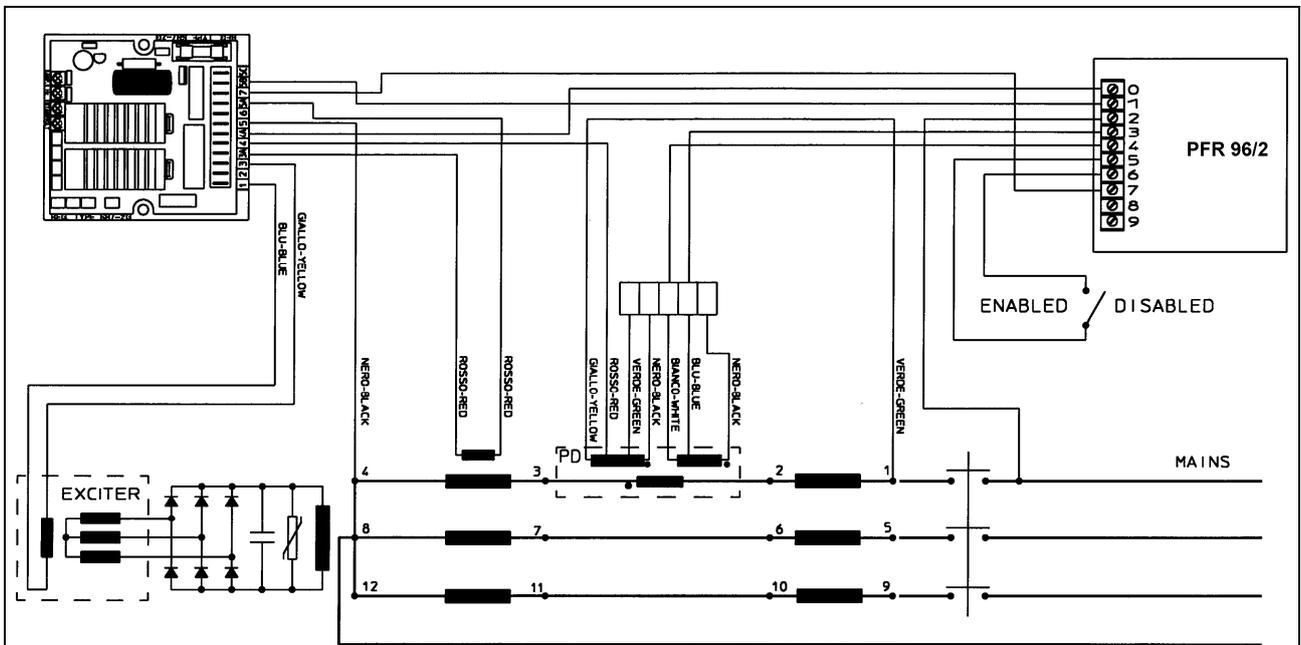
Zeichnung Nr. / drawing n°A3922/03

ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



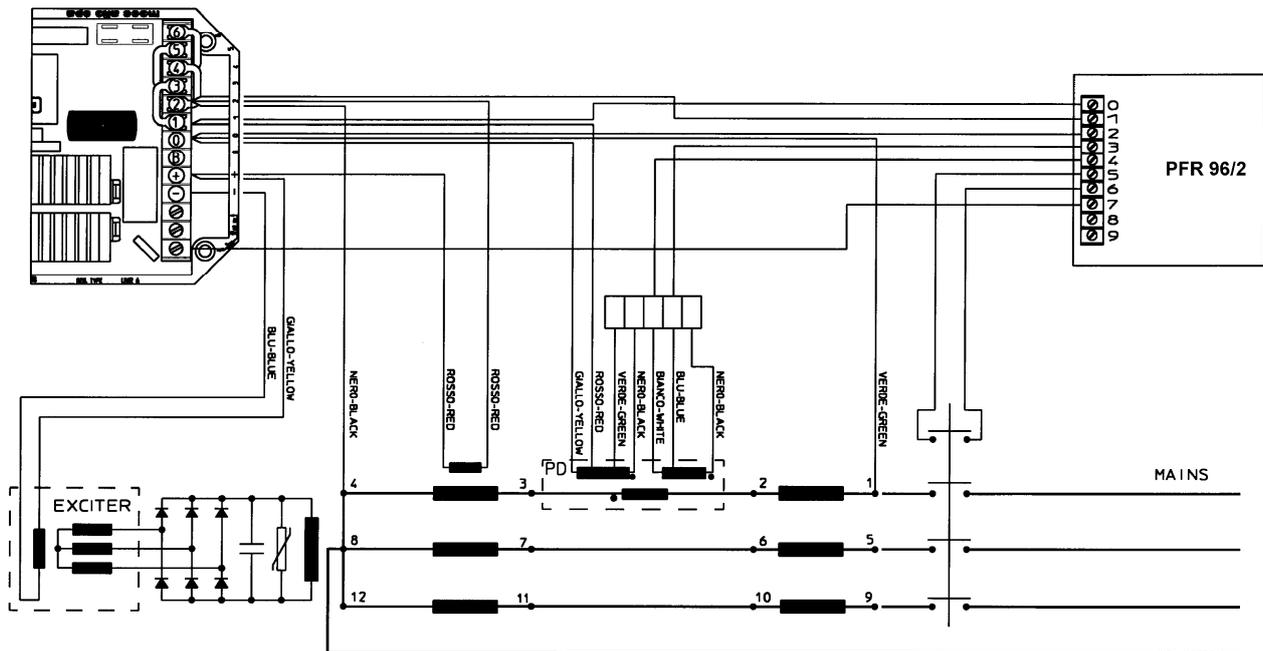
drawing n°A3637/04

ELEKTRONISCHER REGLERTYP SR7 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



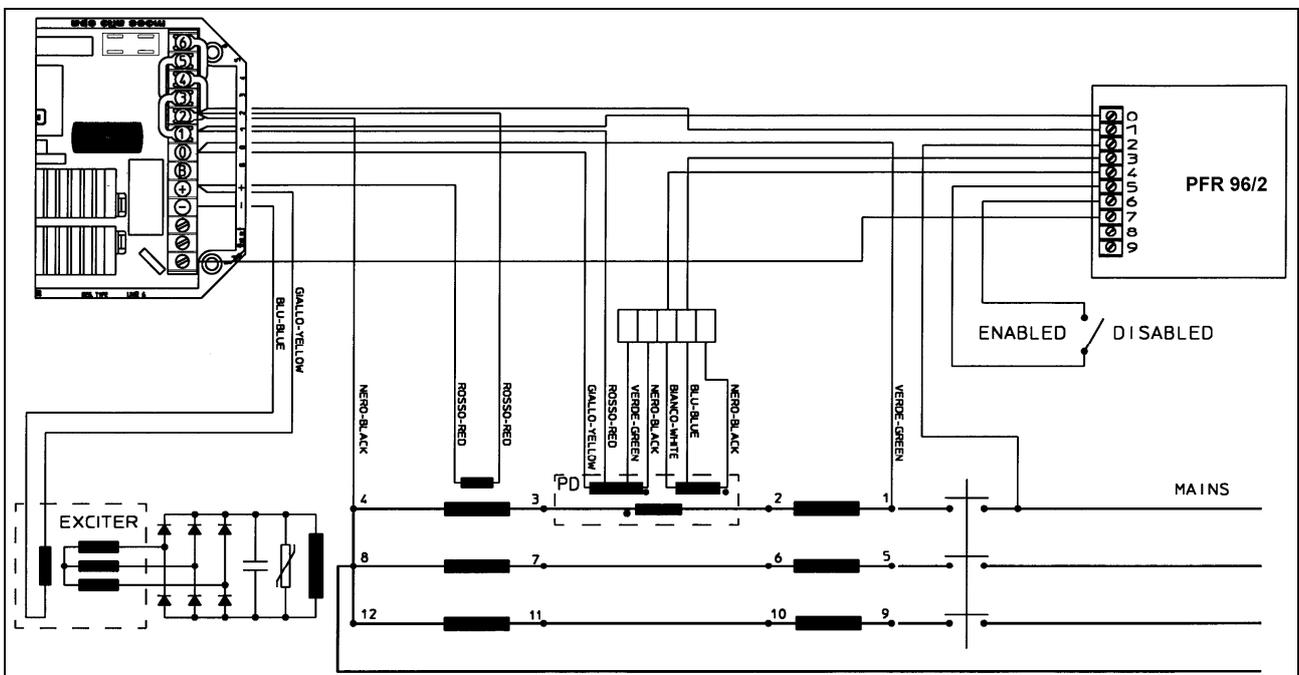
Zeichnung Nr. / drawing n°A3923/03

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



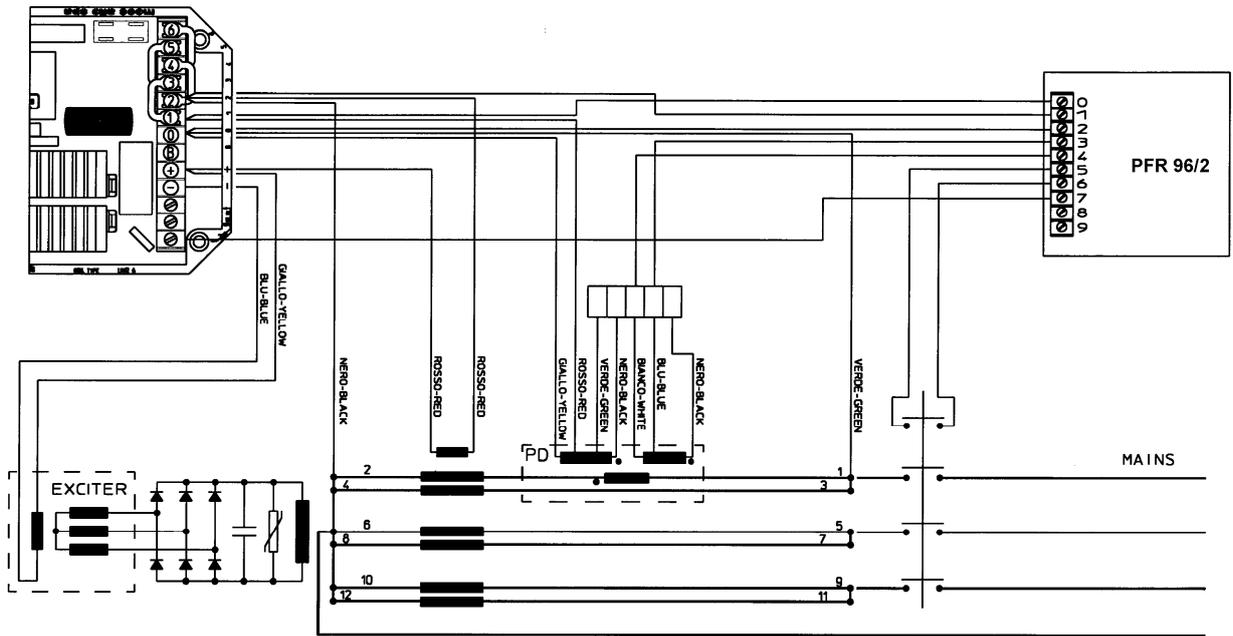
drawing n°A3170/04

ELEKTRONISCHER REGLERTYP UVR6 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



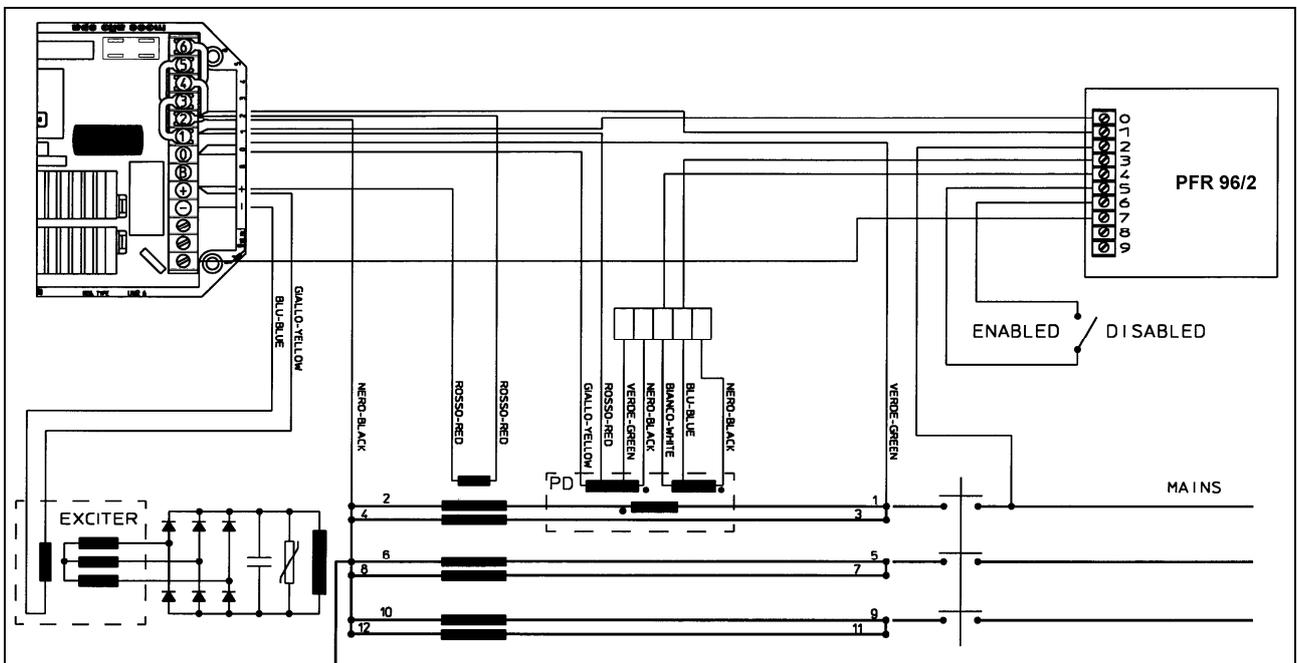
Zeichnung Nr. / drawing n°A3924/03

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



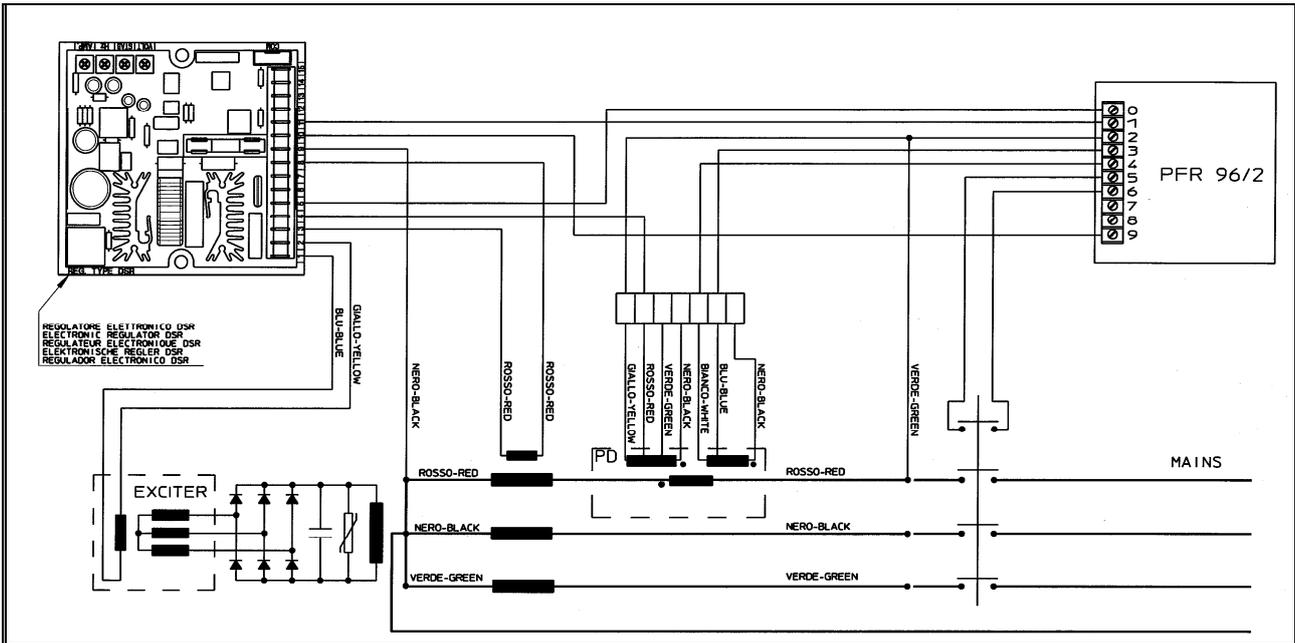
drawing n°A3925/03

ELEKTRONISCHER REGLERTYP UVR6 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



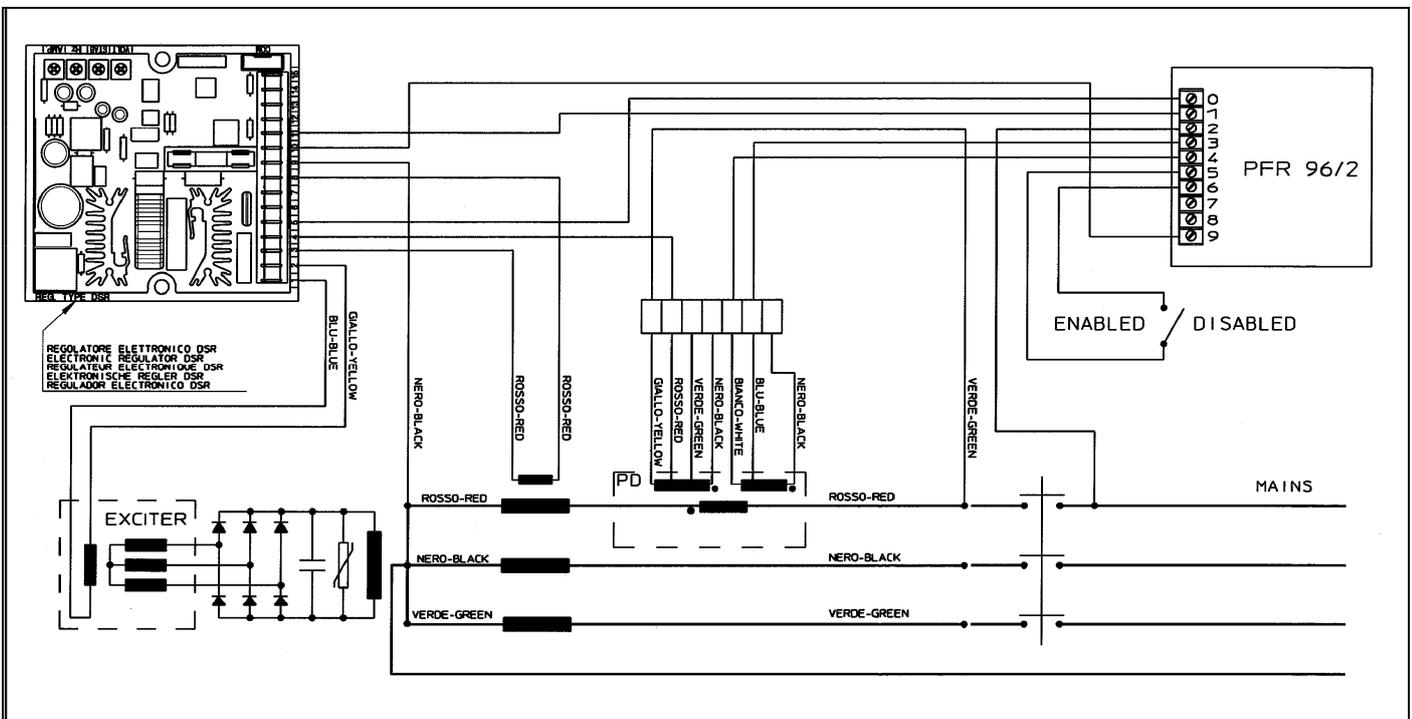
Zeichnung Nr. / drawing n°A3926/03

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



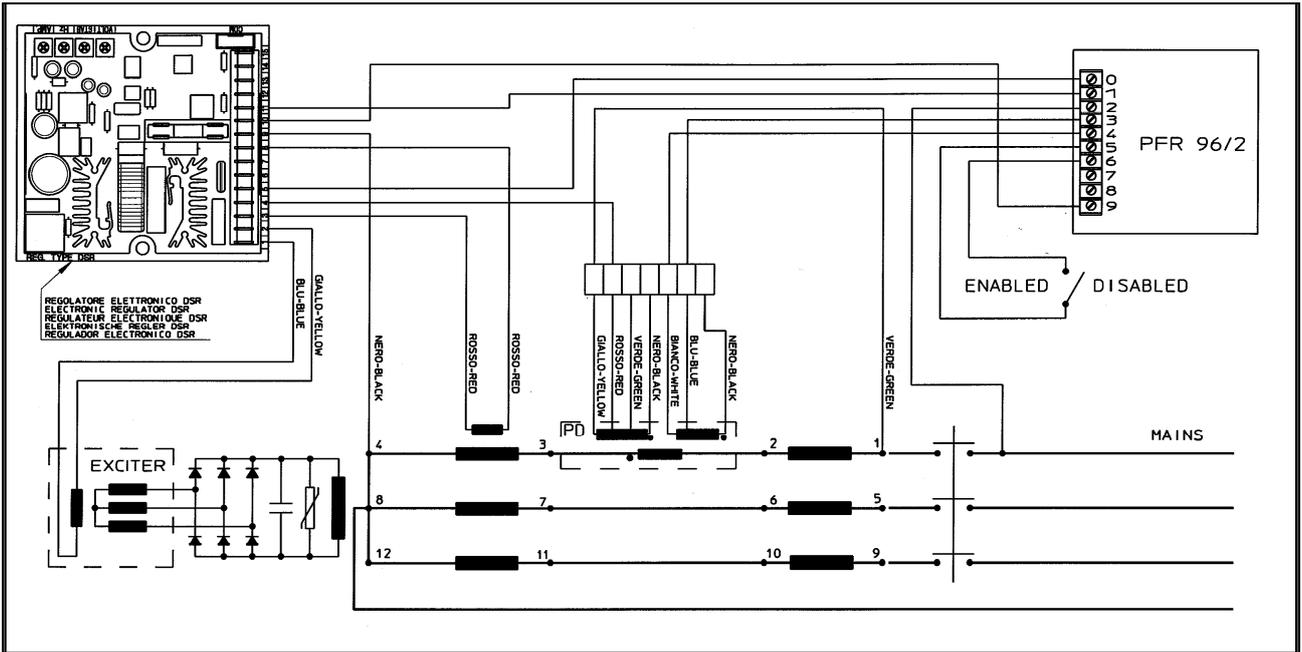
Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0116

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



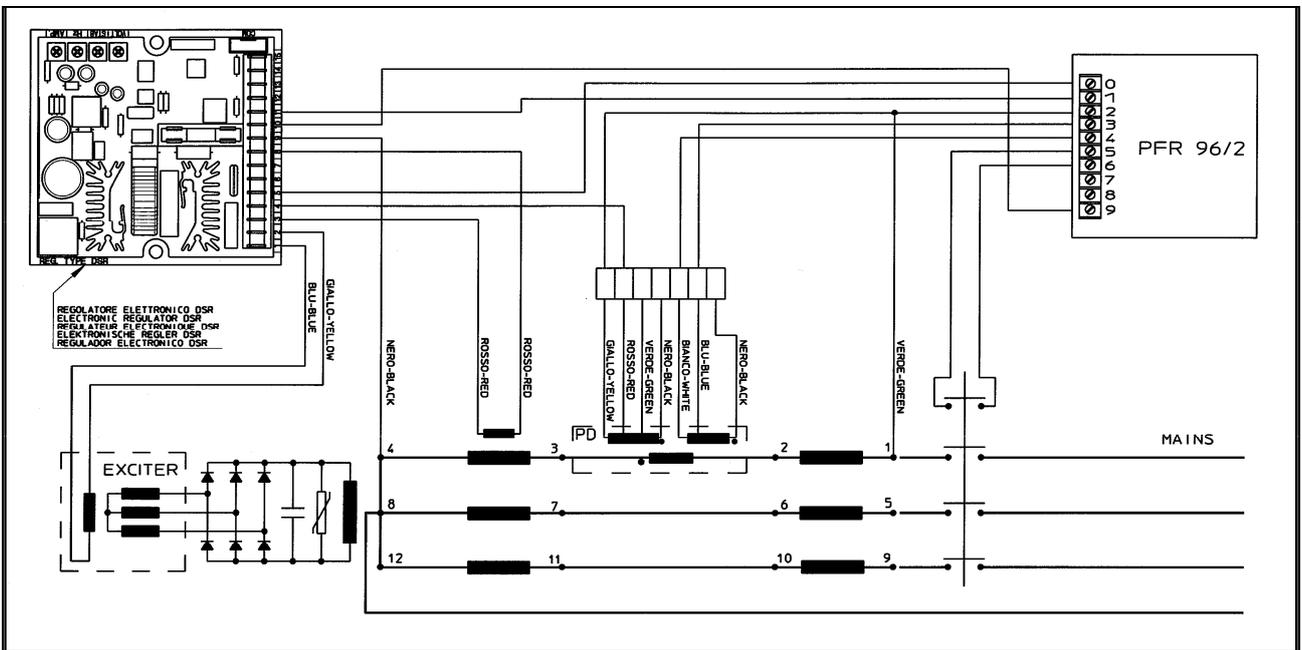
Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0117

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



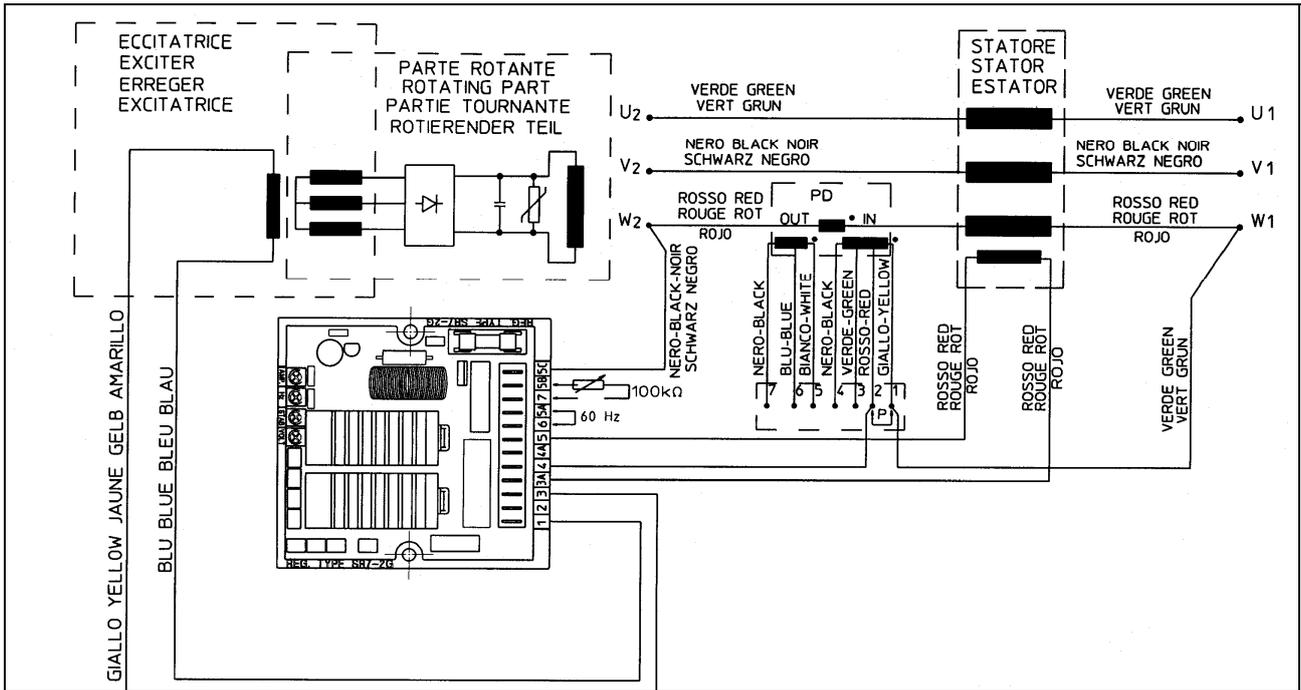
Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0118

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



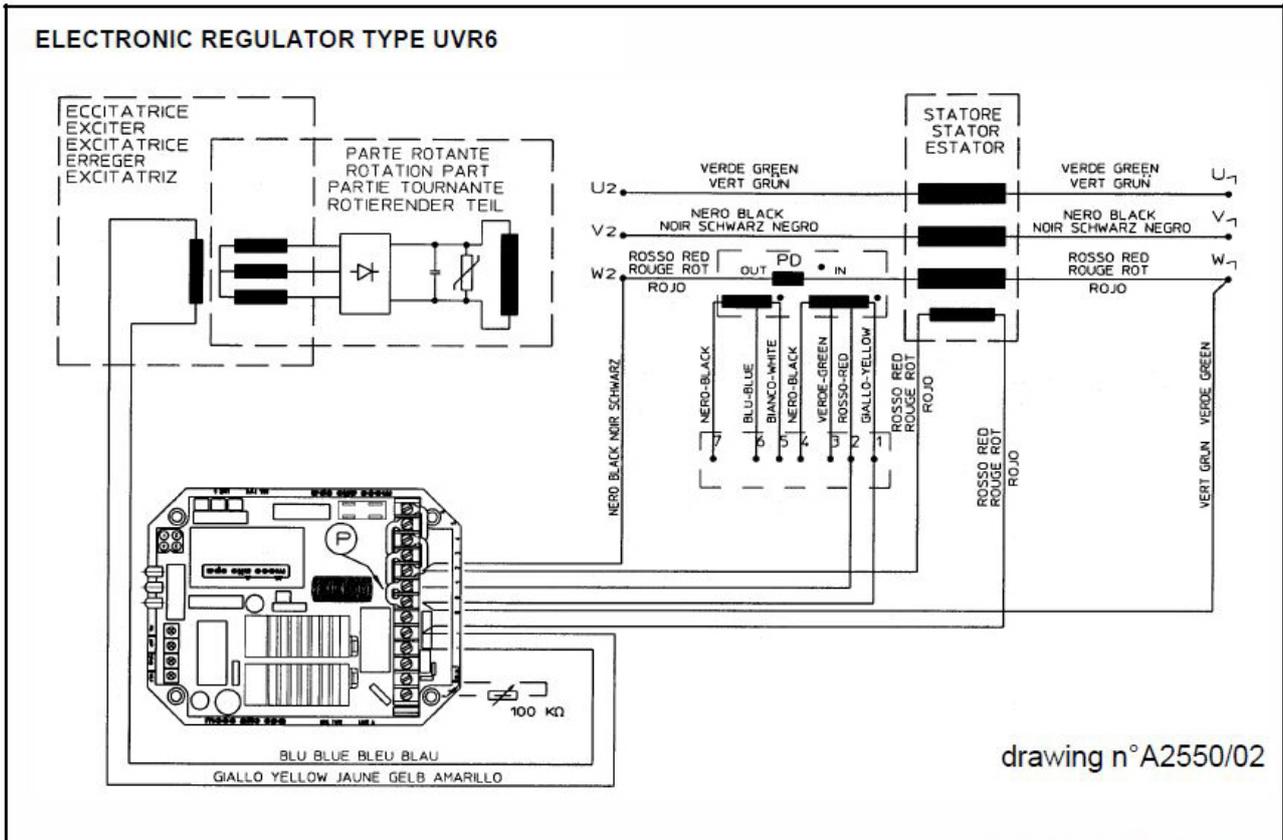
Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0119

ELEKTRONISCHER REGLERTYP SR7 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



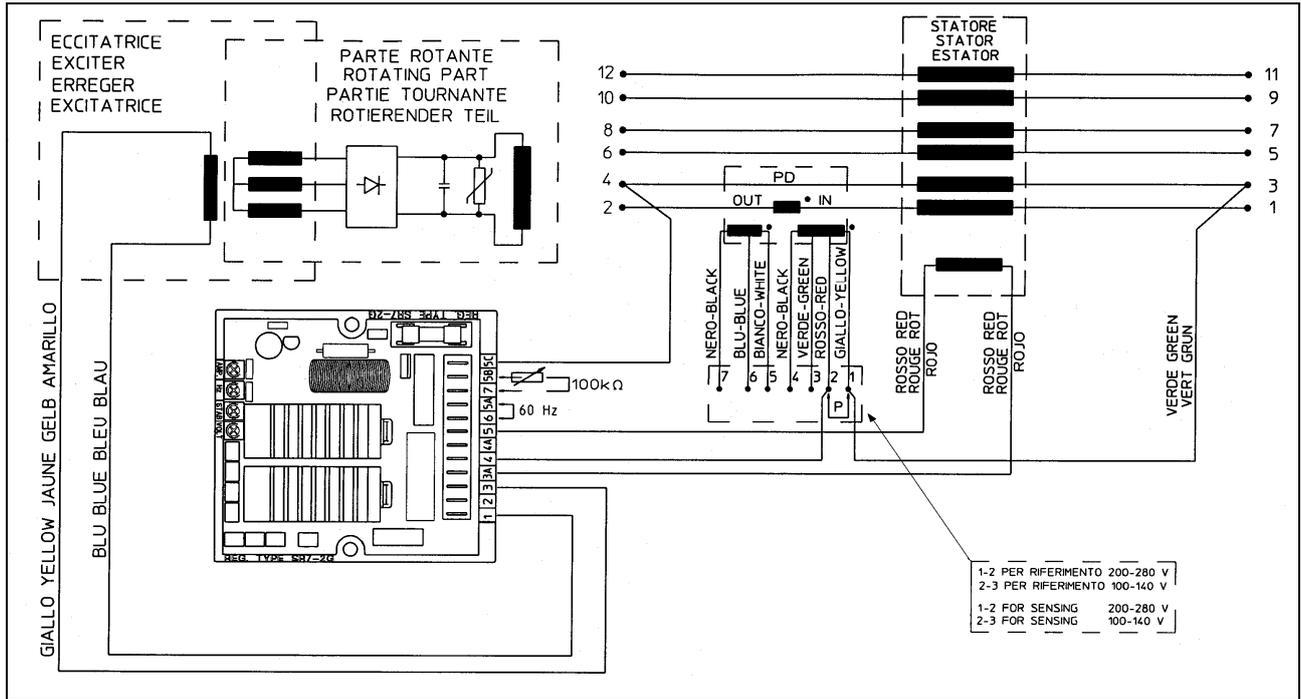
Zeichnung Nr. / drawing n°A2544/03

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



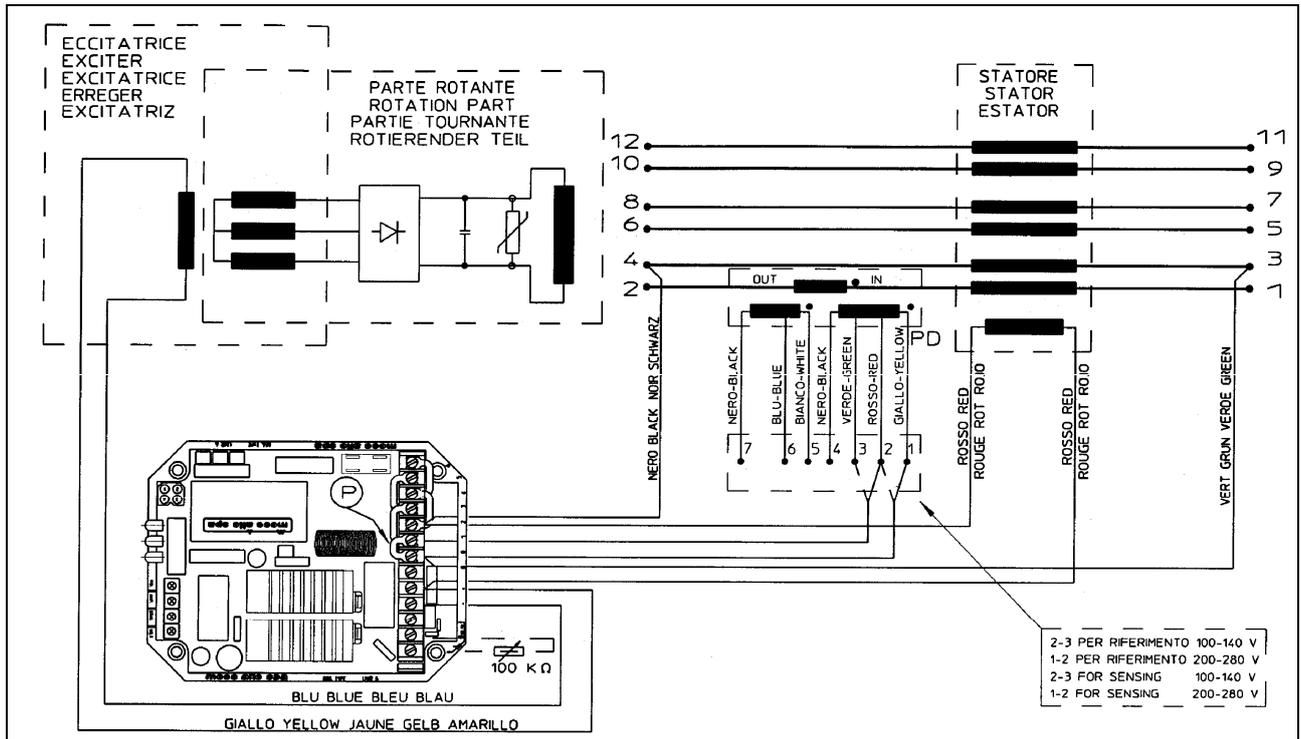
drawing n°A2550/02

ELEKTRONISCHER REGLERTYP SR7 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



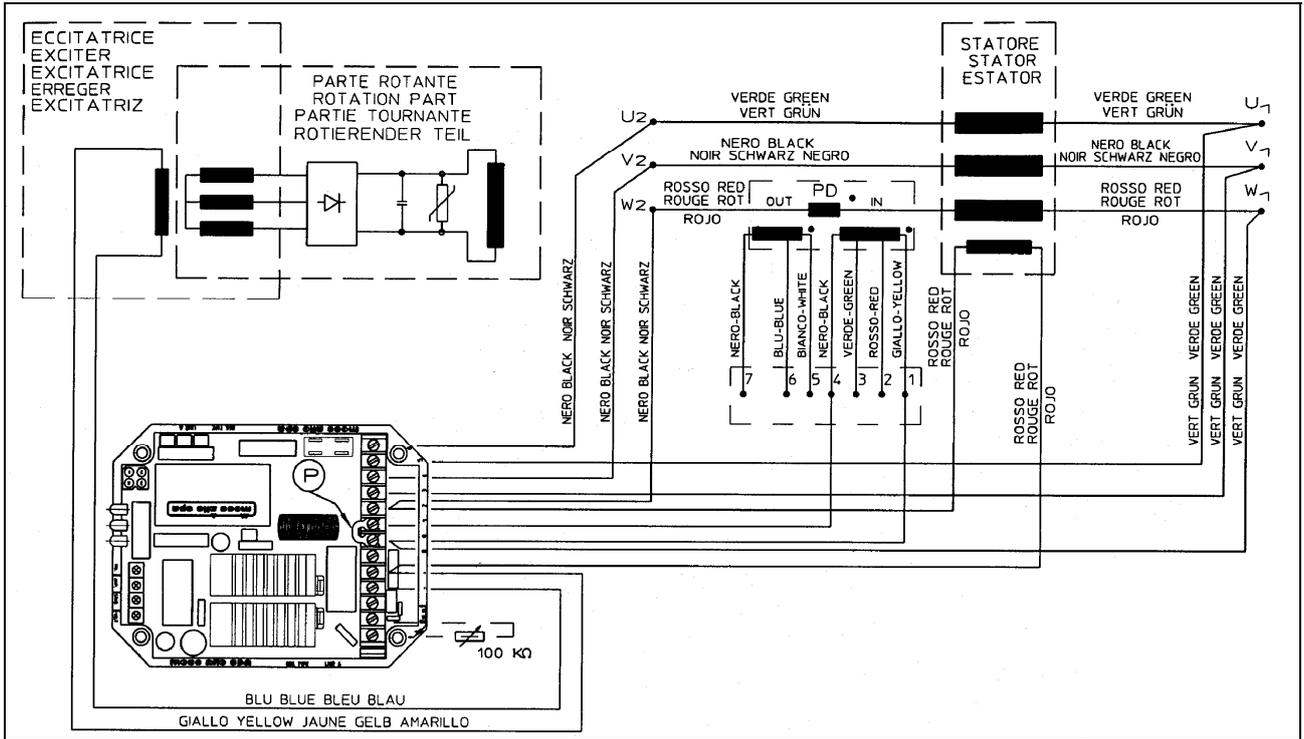
Zeichnung Nr. / drawing n°A2545/04

ELEKTRONISCHER REGLERTYP UVR6 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



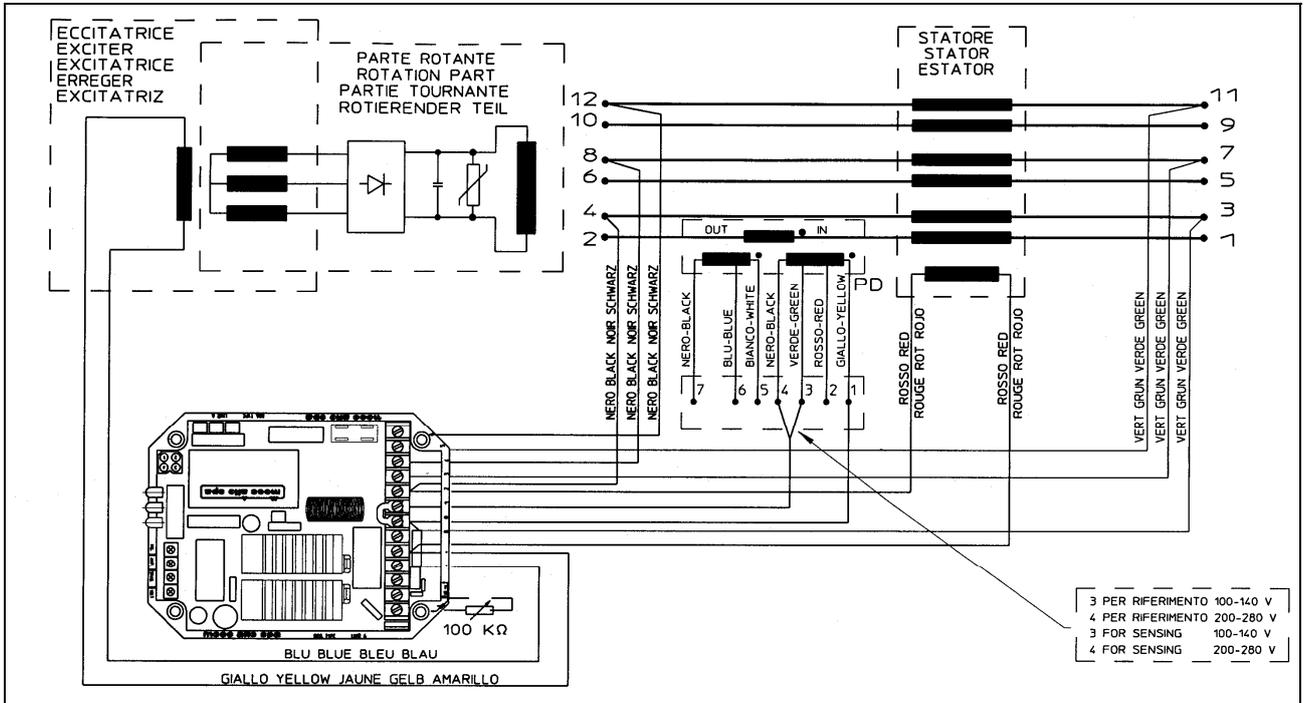
Zeichnung Nr. / drawing n°A2549/02

ELEKTRONISCHER REGLERTYP UVR6 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



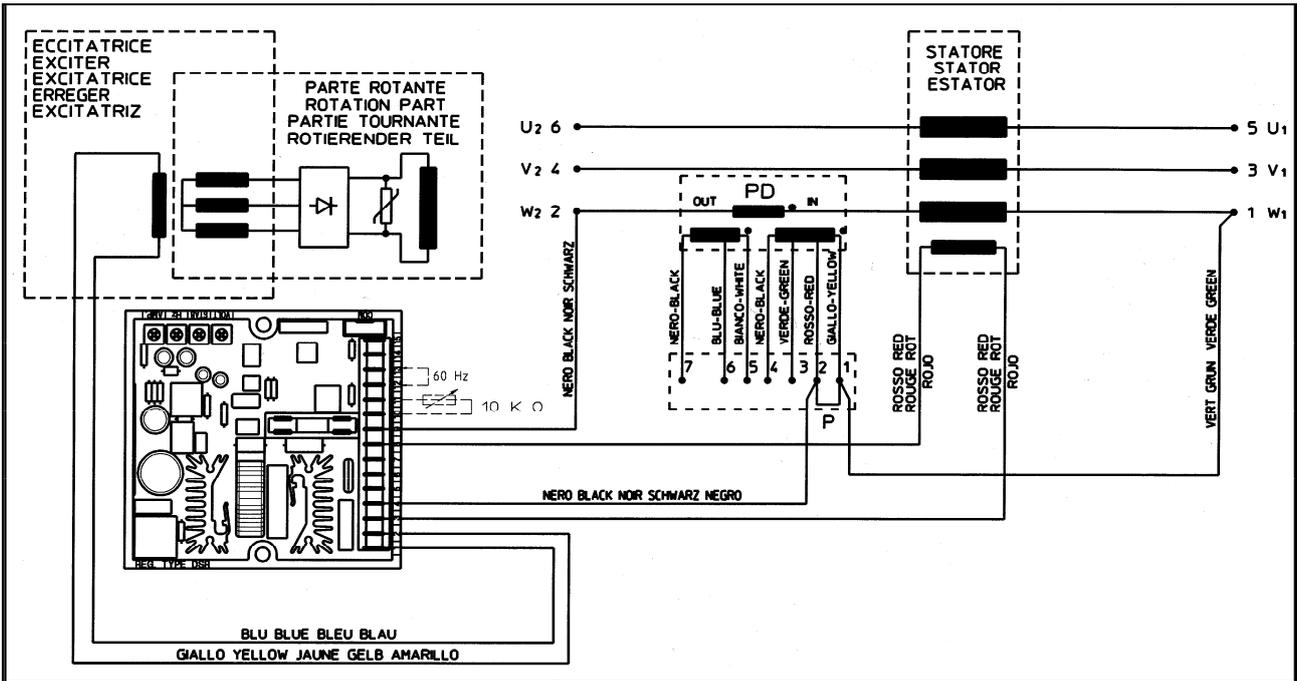
Zeichnung Nr. / drawing n°A2548/03

ELEKTRONISCHER REGLERTYP UVR6 / ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



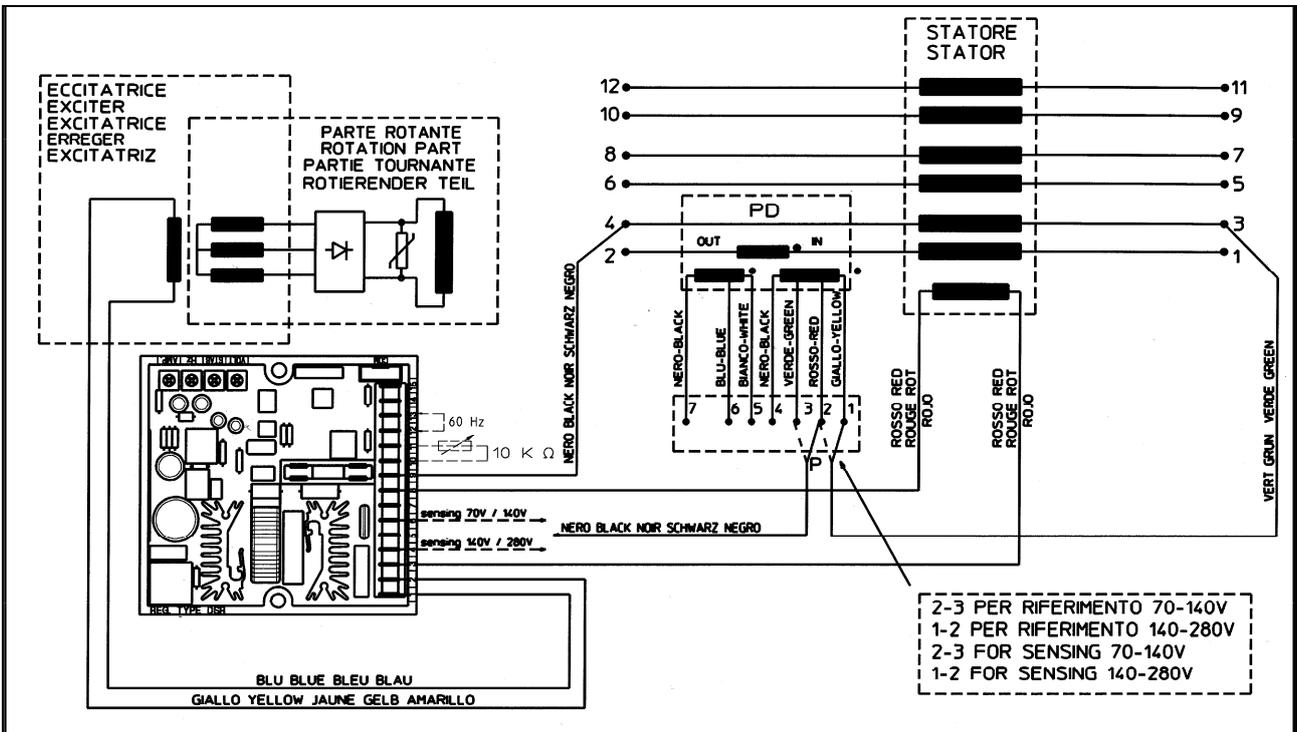
Zeichnung Nr. / drawing n°A2552/02

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0061/02

DIGITALER REGLERTYP DSR / DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



Zeichnung Nr. / drawing n° SCC0100/00



Mecc Alte SpA

Via Roma
20 - 36051 Creazzo
Vicenza - ITALY
T: +39 0444 396111
F: +39 0444 396166
E: mecc-alte-spa@meccalte.it

After sale service email:
sat2@meccalte.it

France

Mecc Alte International S.A.
Z.E.La Gagnerie
16330 ST.Amant De Boixe
T: 0545/397562
F: 0545/398820
E: mecc.alte@meccalte.fr

After sale service email:
philippe.denis@meccalte.fr

United Kingdom

Mecc Alte U.K. LTD
6 Lands' End Way
Oakham
Rutland
T: +44 01572/771160
F: +44 01572/771161
E: gen@meccalte.co.uk

After sale service email:
rod.marshall@meccalte.co.uk

Germany

Mecc Alte Generatoren GmbH
Ensener Weg 21
D-51149 Köln
T: 02203/503810
F: 02203/503796
E: info@meccalte.de

After sale service email:
service@meccalte.de

Far East

Mecc Alte (F.E.) PTE LTD
19 Kian Teck Drive
Singapore 628836
T: +65 62 657122
F: +65 62 653991
E: enquiry@meccalte.com.sg

After sale service email:
enquiry@meccalte.com.sg

Spain

Mecc Alte España S.A.
C/ Rio Taibilla, 2
Polig. Ind. Los Valeros
03178 Benijofar (Alicante)
T: 096/6702152
F: 096/6700103
E: gerencia@meccalte.es

After sale service email:
serviciotecnico@meccalte.es

U.S.A. and Canada

Mecc Alte Inc.
1229 Adam Drive
McHenry IL, 60051 (USA)
T: 815 344 0530
F: 815 344 0535
E: sales@meccalte.us

After sale service email:
sales@meccalte.us

Australia

Mecc Alte Alternators PTY LTD
10 Duncan Road, PO Box 1046
Dry Creek, 5094, South Australia
T: +61 (0)8 8349 8422
F: +61 (0)8 8349 8455
E: sales@meccalte.com.au

China

Mecc Alte Alternator Haimen LTD
755 Nanhai East Rd
Jiangsu HEDZ 226100 PRC
T: +86 0513 82325708
F: +86 0513 82325768
E: sales@meccalte.cn

www.meccalte.com