mecc alte

POWER FROM WITHIN

PARALLEL OPERATION

TECHNICAL GUIDE

GUIDA TECNICA

FUNZIONAMENTO PARALLELO

INDICE

1) INTRODUZIONE
- 1.1) Scopo
- 1.2) Concetti di base sul generatore sincrono
- 1.3) Stabilità e ripartizione di carico

2) IL DISPOSITIVO DI PARALLELO “PD”

3) MODULO DI INTERFACCIA “PD-I”
- 3.1) Procedura di collaudo

4) CONDIZIONI PRELIMINARI ALL’INSERZIONE IN PARALLELO

5) VERIFICA DEL PARALLELO CON ALTERNATORI REGOLATI ELETTRONICAMENTE
- 5.1) Parallelo tra alternatori in isola
- 5.2) Parallelo con la rete

APPENDICE A : Schemi di collegamento degli alternatori

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) PARALLEL DEVICE INTERFACE (PD-I)
- 3.1) Test procedure

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

TERMINOLOGIA

AVR (Automatic Voltage Regulator)
Regolatore elettronico della tensione del generatore

UVR6 o SR7
scheda elettronica analogica per la regolazione della tensione del generatore, di costruzione MECC ALTE

DSR o DER1
scheda elettronica digitale per la regolazione della tensione del generatore, di costruzione MECC ALTE

PD (parallel device)
dispositivo di parallelo; trasduttore che fornisce una tensione proporzionale alle amper-spire da cui il nucleo è attraversato (vedi capitolo 2).

Bobina secondaria del PD
bobina del PD utilizzata in serie al riferimento di tensione a seconda dell’applicazione in conformità alla tabella 2.1

PD-I (Parallel Device Interface)
Modulo di interfaccia tra alternatore con PD e Regolatore, con potenziometro per una regolazione fine del droop di tensione (vedi capitolo 3)

TV
trasformatore di tensione

TERMINOLOGY

AVR
Automatic Voltage Regulator

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

DSR or DER1
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

PD-I (Parallel Device Interface)
Interface module between alternator with PD500 and AVR, with a potentiometer for voltage droop fine regolation.
(see chapter 3)

TV
Voltage transformer

1) INTRODUZIONE

1.1) Scopo

L'inserzione in parallelo di due o più gruppi generatori in un sistema di produzione di energia si rende necessaria ogniqualvolta si desideri:

- aumentare la capacità del sistema complessivo
- permettere l'erogazione della fornitura di energia senza interruzioni nel caso di manutenzione sui gruppi
- limitare la dimensione e/o il peso delle macchine
- aumentare l'affidabilità del sistema complessivo
- aumentare l'efficienza del sistema complessivo

In particolare l'ultimo punto significa che più generatori funzionanti a pieno carico ottimizzano l'utilizzo dei motori primari accoppiati ai generatori in tutto il campo di potenza fino a quella nominale del sistema complessivo.

1.2) Concetti di base sul generatore sincrono

Per le finalità del presente manuale è possibile accettare l'approssimazione del generatore sincrono come un generatore ideale di tensione alternata V_o a frequenza f con in serie una induttanza (sincrona) di uscita L_s (fig.1.2.1.a). V_o è comandata in modulo dalla corrente di eccitazione, ed in frequenza dalla velocità del motore primo. Pertanto, al passaggio di una corrente I_u, la tensione ai morsetti di uscita Vu sarà data da $V_u = V_o - j\ Xs\ I_u$ (con j = operatore complesso) (fig.1.2.1.b). Il termine $j\ Xs = j\ 2\pi f\ Ls$ rappresenta la reattanza di uscita, la cui caduta di tensione $-j\ Xs\ I_u$ è in quadratura in ritardo rispetto a I_u.

A causa della saturazione magnetica e della forma dei poli, tale approssimazione è troppo grossolana per essere utilizzata in calcoli di qualsiasi tipo ma è finalizzata esclusivamente a migliorare la comprensione qualitativa dei fenomeni inerenti i generatori.

Dal modello suddetto risulta infatti evidente che, se al generatore sincrono viene applicato un carico induttivo, la corrente I_L in ritardo di fase di 90° sulla tensione ai morsetti provoca una caduta $-j\ Xs\ I_L$ in opposizione di fase rispetto a V_u, che quindi diminuisce (fig.1.2.2a). Per mantenere la tensione ai morsetti Vu prestabilita sarà necessario aumentare V_o proprio di $j\ Xs\ I_L$ aumentando la corrente di eccitazione; in questa situazione l'alternatore si dice comunemente "sovreccitato".

Analogamente, se viene applicato con un carico capacitivo, la corrente I_C in anticipo di fase di 90° sulla tensione ai morsetti provoca una caduta $-j\ Xs\ I_C$ in fase con Vu che quindi aumenta. Per mantenere la tensione ai morsetti prestabilita sarà necessario ridurre Vo proprio di $Xs\ I_C$ riducendo la corrente di eccitazione; in questa situazione l'alternatore si dice comunemente "sottoeccitato" (fig.1.2.2b).

Con un carico resistivo invece la corrente I_R e la caduta $-j\ Xs\ I_R$ saranno rispettivamente in fase ed in quadratura in ritardo rispetto a V_u che pertanto, per carichi di moderata entità, non differirà molto da V_o.

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 efficency 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: $V_u = V_o - j\ Xs\ I_u$ (where j= complex operator) (picture 1.2.1.b). The term $j\ Xs = j2\pi f\ Ls$ 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 $-jXsI_L$ whose phase opposition, therefore, decreases in respect of V_u (picture 1.2.2.a). In order to preserve the Vu terminal voltage previously set, $j\ Xs\ I_L$ 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 $-jXs\ I_C$ in phase with Vu which, therefore, increases. In order to preserve the terminal voltage as previously set, $Xs\ I_C$ will need to be deducted from Vo, 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 $-j\ Xs\ I_R$ 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.

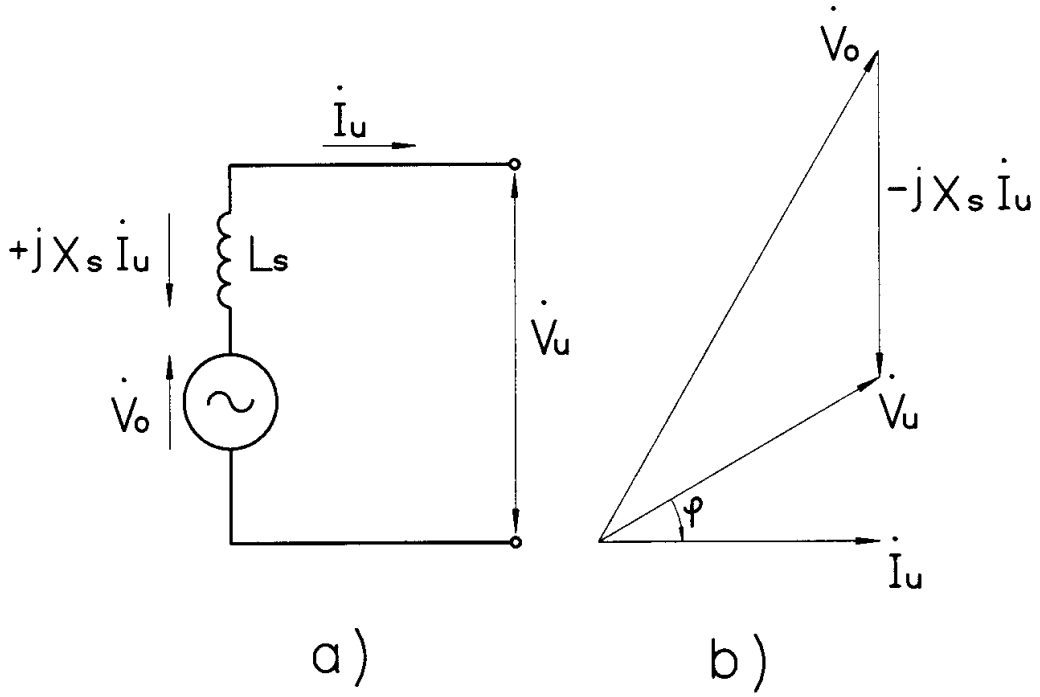


fig. 1.2.1

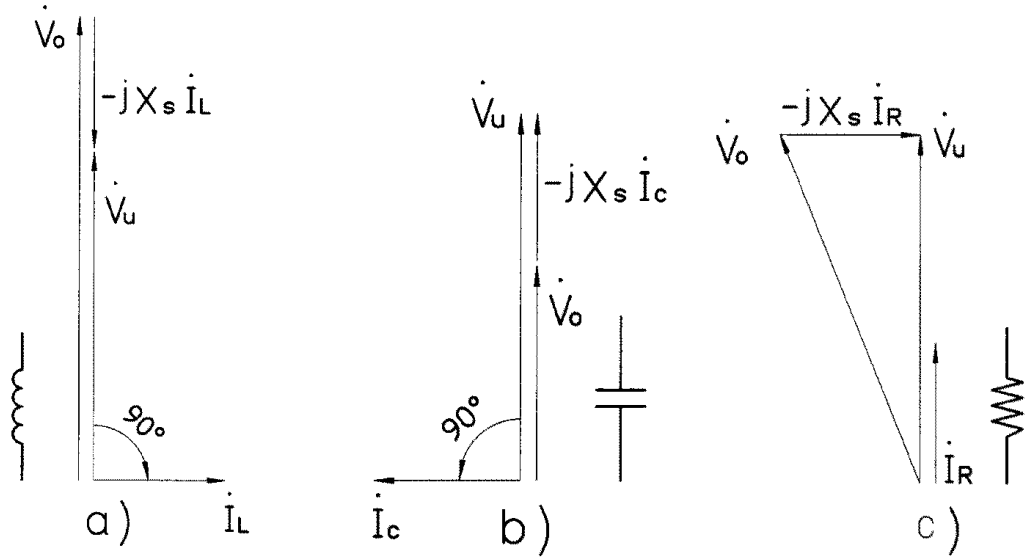


fig. 1.2.2

Per mantenere la tensione ai morsetti prestabilita la correzione da apportare a V_o sarà minima (fig.1.2.2c).

Un alternatore regolato elettronicamente comprende un sistema che, collegato in retroazione ai morsetti di uscita, ne mantiene costante la tensione V_u regolando opportunamente l'eccitazione e pertanto "nasconde" all'utente la caduta di tensione sulla reattanza di uscita j Xs, facendo apparire il sistema come un generatore ideale (fig. 1.2.3).

Un alternatore regolato non elettronicamente, comprende invece un sistema che, collegato in serie ai morsetti di uscita, al variare del modulo e della fase della corrente regola l'eccitazione in base alle regole suddette, con una precisione generalmente inferiore al sistema retroazionato.

1.3) Stabilità e ripartizione di carico

Quando due generatori di tensione ideali collegati in parallelo sono perfettamente equalizzati ($V_{o1}=V_{o2}=V_o$) in modulo e fase, le rispettive correnti I_{u1} e I_{u2}, erogate sul carico sono uguali (fig.1.3.1.a) sia in modulo che in fase.

Una differenza tra i moduli delle tensioni dà luogo ad un flusso di potenza reattiva induttiva dal generatore a tensione più alta (sovreccitato) verso quello a tensione inferiore (sottoeccitato), in coerenza con quanto sopra scritto.

Una differenza tra le fasi delle tensioni dà luogo invece ad un flusso di potenza attiva dal generatore con tensione in anticipo verso quello a tensione in ritardo, il quale si trova a funzionare da motore.

Con degli alternatori sincroni, anche se dello stesso tipo, una condizione come quella della fig.1.3.1.a non è realizzabile a causa di vari fattori quali: tolleranze proprie delle macchine elettriche (costruttive, di lavorazione, dei materiali) e dei sistemi di eccitazione elettronici, variazioni di coppia nei regolatori dei motori primi, differenti impedenze di linea tra generatore e nodo di parallelo, ecc.. Queste differenze creano correnti di circolazione I" di tipo attivo e reattivo tra i generatori, producendo situazioni come quelle semplificate nella fig.1.3.1.b. Anche se, per una particolare situazione di carico si riuscisse ad ottenere una corretta ripartizione di corrente, questa non rimarrebbe costante al variare del carico stesso. Inoltre, a causa delle diverse derive termiche dei componenti del sistema, la ripartizione di corrente varierebbe nel tempo.

Per dare un'idea dell'entità delle correnti di circolazione che si creerebbero, basti pensare che una differenza dell'uno percento tra le tensioni di due generatori di tensione ideali collegati in parallelo tramite un'impedenza (ad es. di linea) dello 0.1% rispetto all'impedenza base dei generatori, darebbe luogo ad una corrente di circolazione pari a dieci volte la nominale.

I problemi sopra elencati potrebbero essere evitati collegando in serie ad ogni macchina elettrica un elemento di compensazione costituito da una reattanza j X tale da provocare, al passaggio di corrente di circolazione massima ammissibile I_C, una caduta di tensione V_Z= j X I_C sufficientemente grande da controbilanciare lo squilibrio di tensione preesistente alla chiusura del parallelo.

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 Xs 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 = j X I_C large enough to counterbalance the voltage's imbalance which existed before the closing of the parallel.

E’ evidente che tale sistema non è conveniente per costo, dimensioni, ecc. La reattanza suddetta può però essere efficacemente sostituita da altri elementi di compensazione, in modo che la caratteristica Tensione-Corrente di ogni generatore sia come quella di un generatore con un’impedenza in serie (fig.1.3.2). Per gli alternatori a regolazione elettronica la Mecc Alte ha adottato il cosiddetto "Dispositivo di Parallelo" PD.

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).

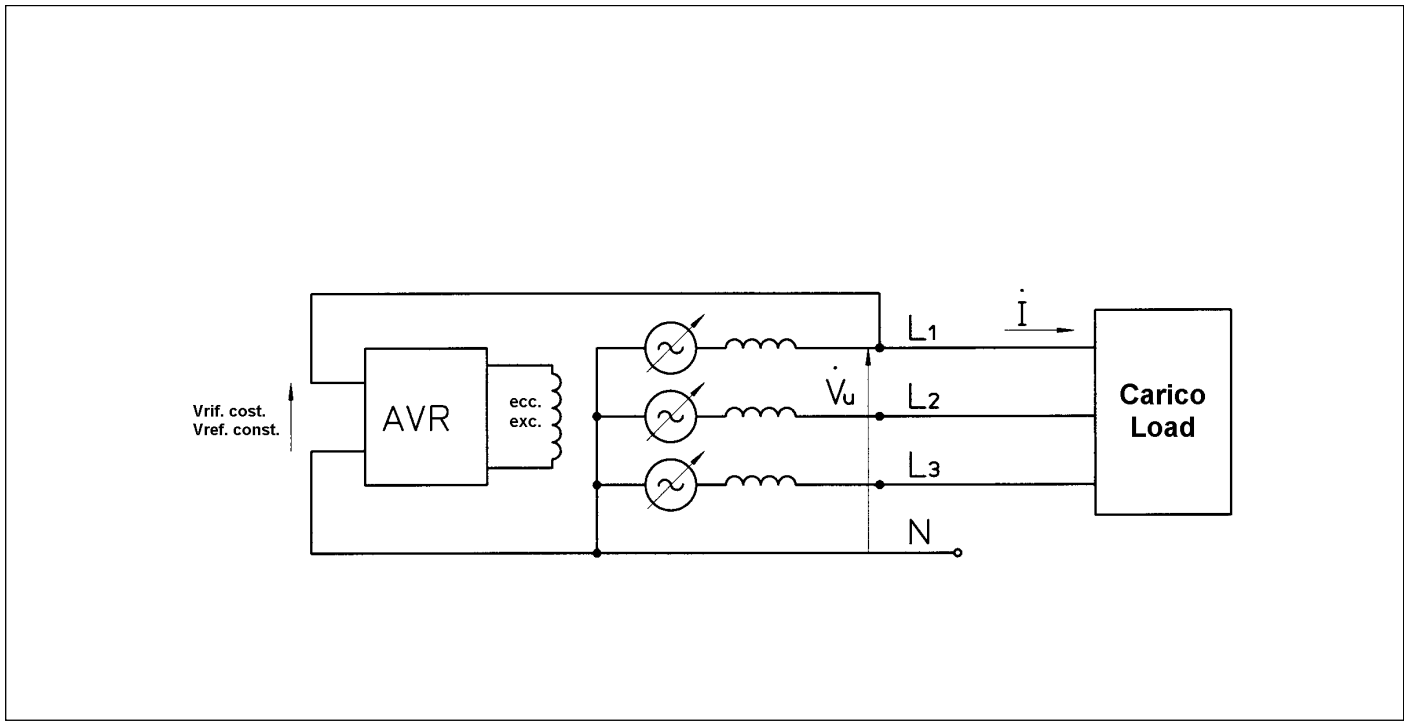


fig. 1.2.3

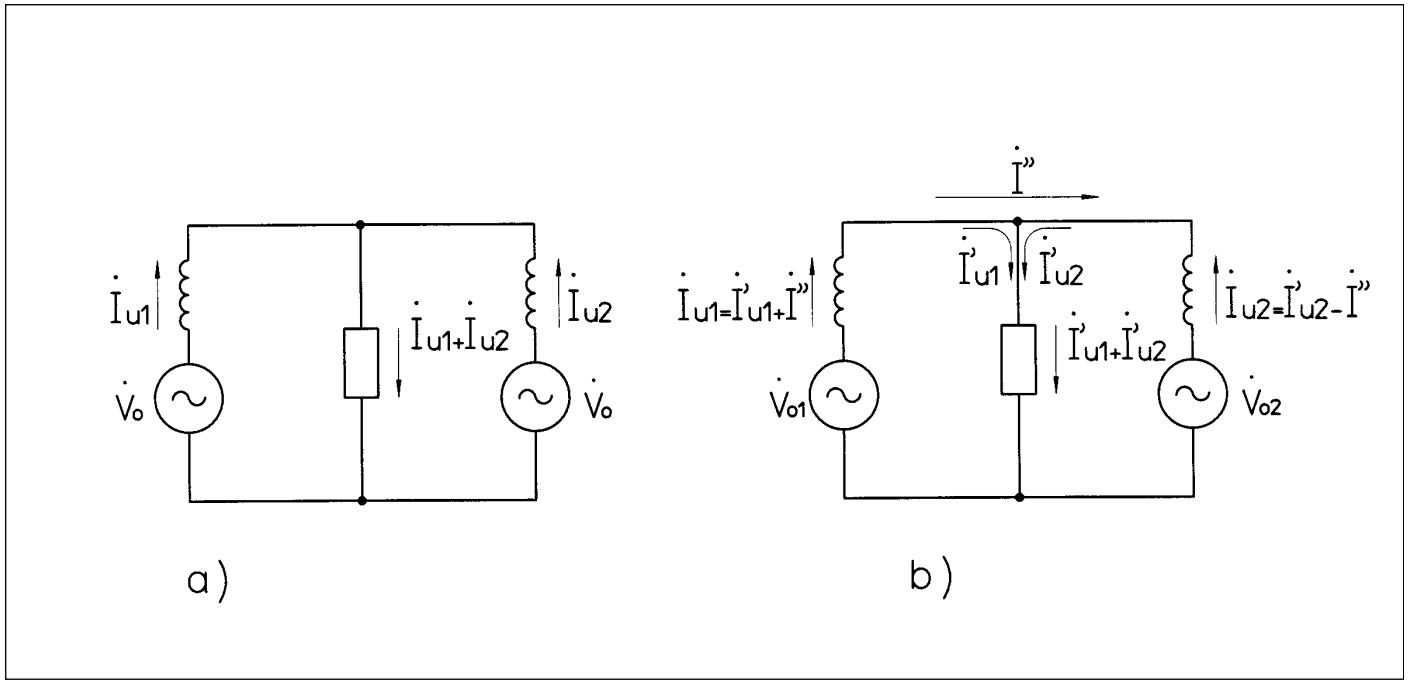


fig. 1.3.1

2) IL DISPOSITIVO DI PARALLELO “PD”

Il PD è una bobina avvolta su un nucleo ferromagnetico con traferro costante. Come è noto, se il nucleo è attraversato da un flusso sinusoidale creato ad esempio dalla corrente di una fase dell’alternatore, ai capi della bobina si ha una tensione V_{pd} il cui modulo è proporzionale alla corrente, mentre la fase è in quadratura in anticipo rispetto alla corrente stessa. Il PD è dunque un trasduttore corrente-tensione I_u-V_{pd}, con V_{pd} =j K_{pd} I_u (si noti l’analogia tra le relazioni V_Z= j X I_C e V_{pd} =j K_{pd} I_u).

K_{pd} è una costante direttamente proporzionale al numero di spire della bobina secondaria (definita dal costruttore), di quella primaria (definita in fase di montaggio) ed inversamente proporzionale al traferro inserito tra i nuclei.

Il PD viene collegato in modo che venga attraversato dalla corrente di una fase del generatore sincrono; la stessa fase deve essere utilizzata dal regolatore elettronico come riferimento per la retroazione. La bobina del secondario di uscita viene collegata in serie al riferimento stesso in modo da introdurre un “errore” nel sistema di regolazione. La tensione di riferimento infatti non sarà più quella ai morsetti V_U, ma bensì V_U+V_{pd}, che pertanto verrà mantenuta costante dal regolatore elettronico (fig.2.1).

A vuoto V_{pd} ovviamente è nulla.

Con carico puramente induttivo, lo sfasamento di 90° in anticipo di V_{pd} rispetto a I_L e lo sfasamento di 90° in ritardo della corrente I_L rispetto a V_u si compensano e quindi V_u e V_{pd} si sommano esattamente in fase tra loro. Il regolatore, sentendo un aumento della tensione di riferimento pari a V_{pd}, riduce l’eccitazione e quindi V_u per riportare V_u+V_{pd} al livello preimpostato a vuoto.

Con corrente capacitiva I_C, V_u e V_{pd} sono esattamente in opposizione di fase tra loro (V_{pd} negativa) e quindi V_u+V_{pd} è inferiore a V_u. In questo caso il regolatore sovreccita il generatore.

Questo si traduce, a seconda della situazione, nei comportamenti seguenti:

⇒ nel funzionamento in singolo, al collegamento di un carico induttivo (capacitivo) si verificherà una diminuzione (aumento) della tensione V_u del generatore proprio del valore V_{pd}, proporzionale quindi al carico (fig. 1.3.2).

⇒ nel funzionamento in parallelo con una rete a tensione fissa V_n minore (maggiore) di quella preimpostata al generatore V_u, si instaura una circolazione di corrente reattiva induttiva (capacitiva) dal generatore sincrono verso la rete che fa aumentare la tensione indotta nel PD, costringendo il regolatore a sottoeccitare (sovreccitare) la macchina e limitando quindi l’entità della corrente stessa.

2) THE PARALLEL DEVICE (PD)

The PD is a coil wound up around a ferromagnetic core with a constant air gap. 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 Vpd 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.

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 Vpd, having a right angle lead with respect to I_L, and the current I_L, being at right angle lagging with respect to Vu, 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.

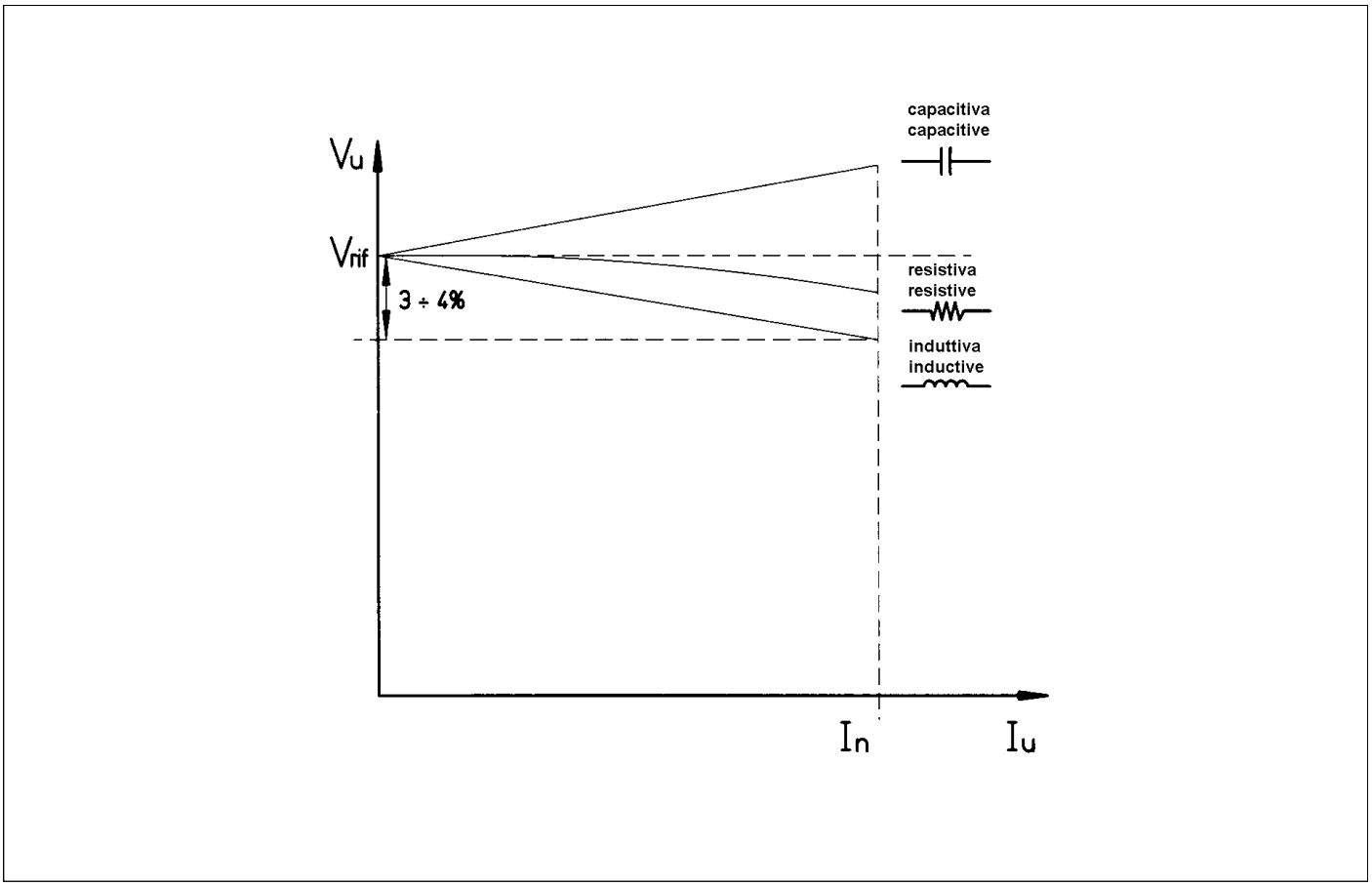

capacitiva
capacitive
Vu
Vrif
3 ÷ 4%
resistiva
resistive
induttiva
inductive
In
Iu

fig. 2.1

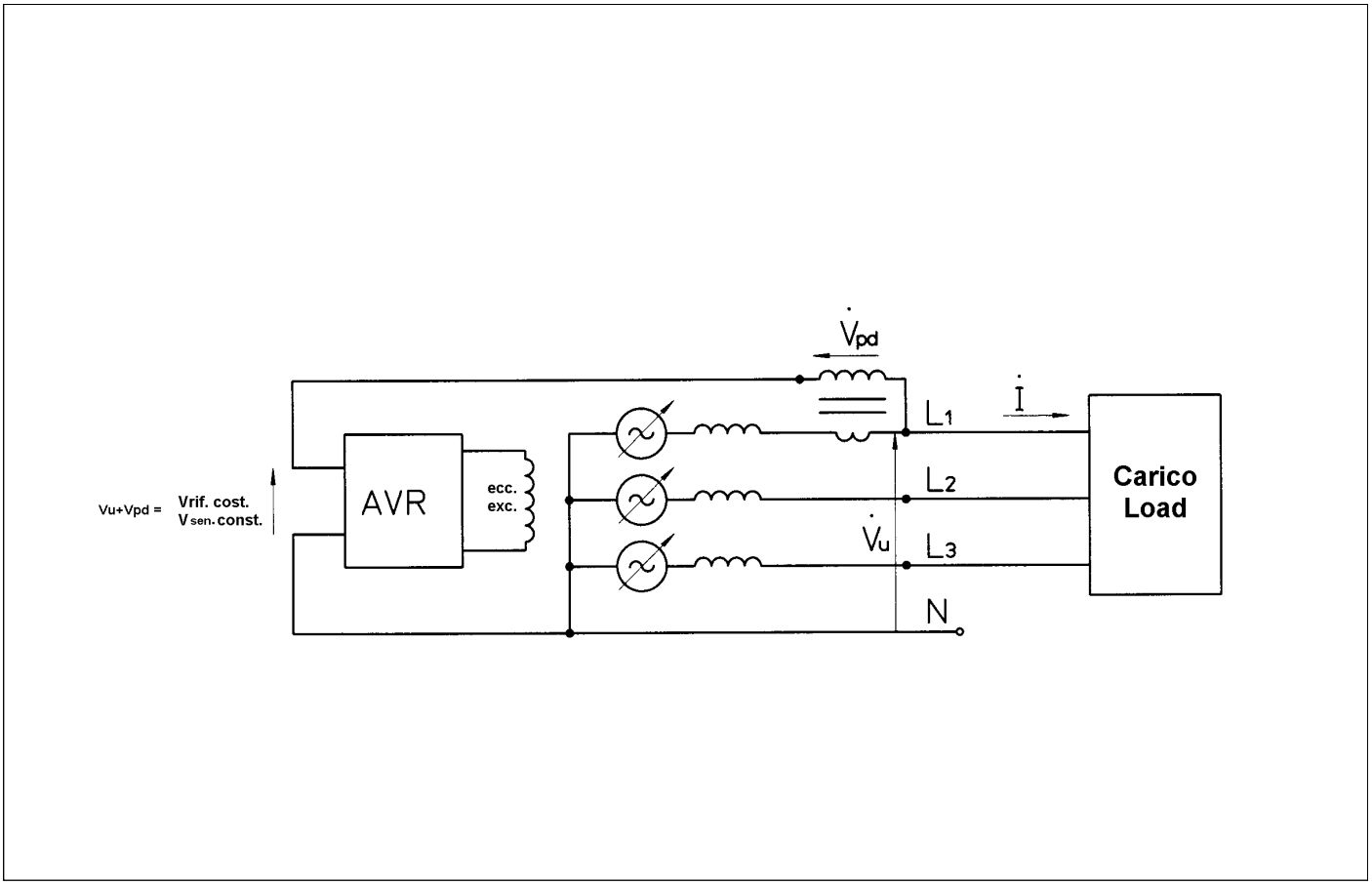

Vpd
L1
I
L2
Carico
Load
Vu
L3
N
AVR
ecc.
exc.
Vu+Vpd =
Vrif. cost.
Vsen. const.

fig. 2.2

Da quanto sopra è chiaro che, il PD ben dimensionato insieme con il regolatore elettronico in retroazione e collegati correttamente, hanno le seguenti proprietà:

A. si comportano analogamente ad un sistema con una reattanza in serie pari alla costante K_{pd} del PD;
B. sono, in un sistema di parallelo tra più generatori, necessari e sufficienti per stabilizzare e ripartire la sola componente reattiva di corrente, in quanto la corrente reattiva totale dipende esclusivamente dai carichi collegati;
C. sono, in un sistema di parallelo tra generatore e rete, necessari e sufficienti per stabilizzare la corrente reattiva, ma non per regolarla, in quanto nella rete sono presenti altri alternatori sincroni sui quali non abbiamo possibilità di controllo.

Nota 2.1) Per collegamento corretto si intende anche il verso di attraversamento della corrente di fase nel nucleo del PD. La sua inversione,rispetto ai morsetti della bobina secondaria (fig. 2.1), implica un comportamento opposto a quanto sopra descritto. Nel funzionamento in singolo quindi si avrà una caratteristica Tensione-Corrente opposta a quella di fig.1.3.2, senza gravi problemi. Nel funzionamento in parallelo con la rete si instaura una circolazione di corrente reattiva dipendente dalla tensione impostata sul generatore sincrono, come già visto sopra. A causa dell'inversione però la corrente induttiva fa aumentare la tensione indotta nel PD in controfase con V_u, costringendo il regolatore a sovreccitare la macchina e incrementando quindi l'entità della corrente stessa anziché limitarla. In questo caso il processo ha termine quando l'AVR fornisce tutta la tensione di eccitazione disponibile con correnti molte volte superiori alla nominale. Nel caso di corrente capacitiva invece il processo si ferma quando l'AVR è completamente spento e la corrente stabile ad un valore non necessariamente superiore al nominale. Se non interviene alcuna protezione tale stato di stabilità può trarre in inganno, ma è facilmente riconoscibile dal fatto che la tensione continua di eccitazione, misurabile ai morsetti + e - dell'AVR (cavi giallo-blu), è inferiore a 0.5 Volt. Comunque, per non arrecare gravi danni all'alternatore e/o ad altri componenti del sistema, è necessario essere in grado di sezionare il circuito con rapidità.

Il buon dimensionamento del PD consiste nell'assicurare la stessa caduta di tensione ad ogni generatore quando ciascuno eroga la propria corrente nominale. La caduta convenzionale adottata dalla MECCALTE è dal 3% al 4% della tensione nominale.

Il PD è provvisto di varie derivazioni per adattarsi alle situazioni possibili.

In un sistema di parallelo tra più generatori si hanno quindi le possibilità elencate nella tabella 2.1.

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 equalling 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 counterphase condition with respect to Vu, 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 MECCALTE 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.

caso *case*	tipologia di macchina *machine type*	Regolazione *AVR*	tipo di riferimento utilizzato *type of sensing used*	tensione V di riferimento al regolatore *voltage V as sensing for the regulator* (Volt)	Vpd a corrente Nominale *Voltage Vpd with nominal current* (faston 11-12 PD-I*) (3-4% V) (Volt)
1	6 morsetti/*terminals* 230/400V o 12 morsetti/*terminals* 230/400/460/800V	*UVR6* *SR7* *DSR* *DER1* *DER2*	monofase *single-phase*	230	7-9
2	6 morsetti/*terminals* 230/400V o 12 morsetti/*terminals* 230/400/460/800V	*UVR6* *DER1* *DER2*	trifase *three-phase*	230 (x3)	21-27
3	12 morsetti/*terminals* 115/200/230/400V	*UVR6* *SR7* *DSR* *DER1* *DER2*	monofase *single-phase*	115	3.5-4-5
4	12 morsetti/*terminals* 115/200/230/400V	*UVR6* *DER1* *DER2*	trifase *three-phase*	115 (x3)	10.5-13.5
5	12 morsetti/*terminals* 115/200/230/400V	*DER1* *DER2*	trifase *three-phase*	230 (x3)	21-27

tab. 2.1

*) da collegare in serie al cavo verde di riferimento proveniente dal morsetto dell'alternatore.

*) to be connected in series with the sensing's green cable of the generator terminal.

E' importante precisare che l'insieme PD più regolatore elettronico influenzano solo la tensione di uscita e la corrente reattiva di circolazione.

Per quanto riguarda il controllo della velocità (frequenza), controllo della coppia (potenza attiva), sincronismo per la messa in parallelo, ecc., tutte queste grandezze dovranno essere gestite da un sistema esterno ai generatori essendo tali parametri dipendenti dal sistema di trascinamento dell'alternatore (motore, turbina, o altro).

In presenza di forti variazioni della tensione di rete (superiori a Vpd nominale), tipiche di linee lunghe (con impedenza elevata) con carichi elevati, il PD può non essere sufficiente a limitare la corrente erogata dall'alternatore entro il suo valore nominale, a meno che non si aumenti la costante K_{pd}. In questo caso è opportuno eseguire una regolazione fine dell'eccitazione con un dispositivo retroazionato sulla grandezza che si desidera controllare, ad es. il cosφ o la corrente reattiva.

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 K_{pd} 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 cosφ or the reactive current.

3) MODULO DI INTERFACCIA “PD-I”

3) PARALLEL DEVICE INTERFACE “PD-I”

dimensions in mm

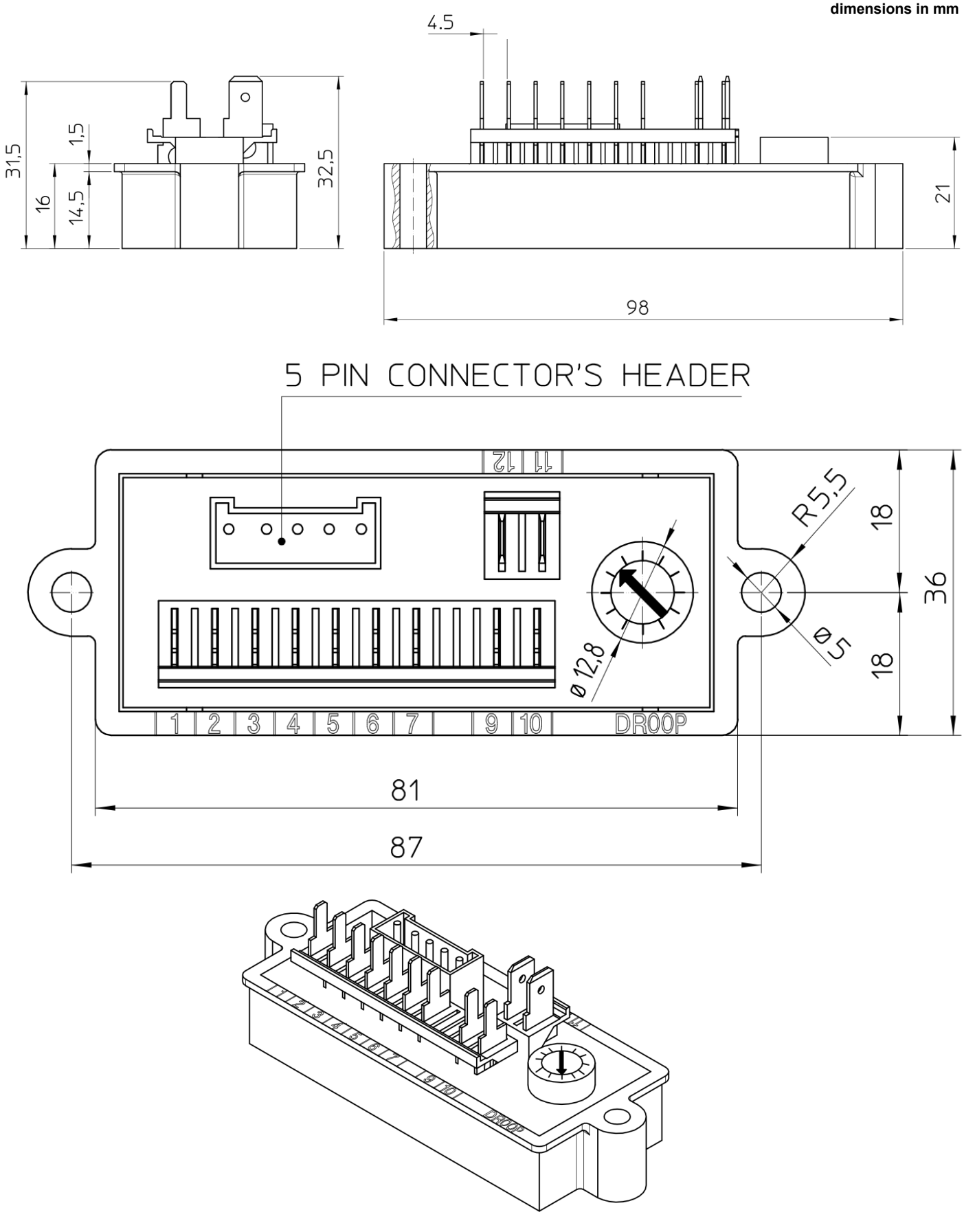


fig. 3.1

Il PD-I (Parallel Device Interface) è il modulo che permette di interfacciare PD, alternatore e regolatore.
Esso riceve in ingresso la tensione di sensing dell'alternatore, la corregge come descritto nel capitolo precedente e la invia all'AVR per la regolazione.

E' possibile variare l'entità della suddetta correzione al segnale di sensing grazie a tre jumper faston J1, J2, J3 e un potenziometro denominato DROOP come visibile in fig. 3.2.

The PD-I (Parallel Device Interface) is the module that allows to interface PD, alternator and regulator. It receives as input the alternator sensing voltage, corrects it as described in the previous chapter and sends it to the AVR for adjustment.

It's possible to change the entity of such sensing signal conditioning with three jumpers fastons J1, J2, J3 and a potentiometer called DROOP as visible in fig. 3.2.

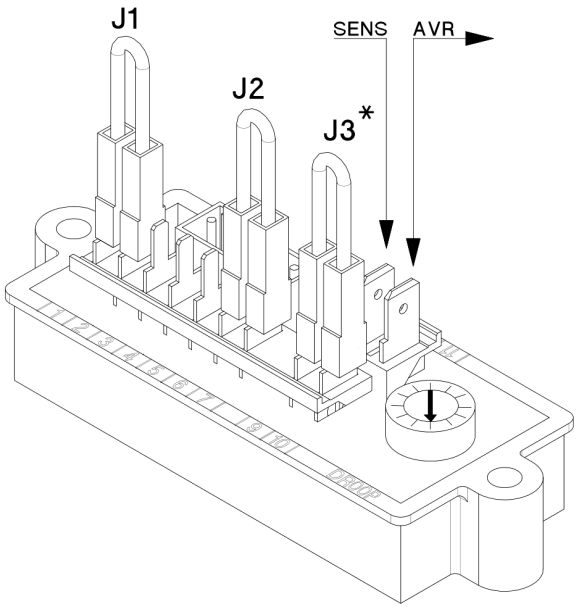


fig. 3.2

*) J3, se presente, disabilita il PD.

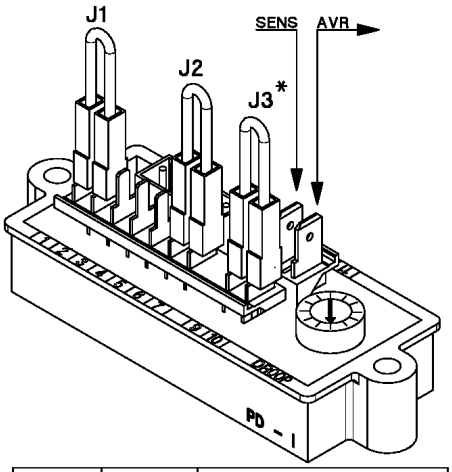
I ponticelli J1 e J2 permettono di selezionare le derivazioni del PD migliori per la macchina specifica in modo da avere un contributo di tensione uniforme sull'l'intera gamma ECO-ECP.
Il trimmer DROOP permette di eseguire un'ulteriore regolazione fine della caduta di tensione del PD, con una escursione massima dallo 0 (trimmer tutto antiorario) all'8% (trimmer tutto orario) della tensione di riferimento, in base alla macchina e al carico.
J1 e J2 devono essere sempre presenti entrambi.
Tramite J3, posto tra i faston 9 e 10, è possibile cortocircuitare il PD disabilitandolo.
Come detto i ponticelli verranno posizionati opportunamente in base alla macchina già in fase di collaudo da MECCALTE.
Per abilitare il dispositivo, il cliente dovrà quindi semplicemente rimuovere il ponticello di corto J3 e il PD sarà già cablato e pronto.
Come anticipato, la sola selezione delle derivazioni del PD tramite J1 e J2, con trimmer DROOP completamente orario, può dare una caduta di tensione massima tra il 6 e l'8% della tensione di riferimento (in base alla macchina e al carico).
Il trimmer verrà quindi tarato già in fase di collaudo per ottenere il 3-4%, con carico nominale a cosφ=0, assunto da MECCALTE (trimmer DROOP circa a metà).
Qualora la caduta di default così ottenuta non sia soddisfacente per l'applicazione specifica, sarà possibile agire semplicemente tramite il potenziometro.
Se la caduta di tensione non fosse sufficiente anche con potenziometro al massimo, è possibile utilizzare una configurazione di J1 e J2 adiacente a quella di default, con numero di spire superiore, facendo riferimento alla tabella "Combinazioni Possibili" nella tab.3.1 .

*) J3, if present, disable the PD.

The J1 and J2 jumpers allow to select the best PD derivations for your specific alternator in order to have a uniform voltage droop for the entire ECO-ECP range.
The DROOP trimmer allows to perform a fine regulation of the PD voltage droop, with a maximum range from 0 (trimmer completely counterclockwise) to 8% (trimmer completely clockwise) of the reference voltage, depending of the specific alternator and load condition.
J1 and J2 must always be present both.
Through J3, between fastons 9 and10, you can disable the PD.
As we said the jumpers will be adequately positioned, according to the machine, during the testing phase by MECCALTE.
Then to enable the PD, the customer will simply remove the J3 jumper and PD will be already wired and ready to work.
As anticipated, just the selection of the correct derivations of the PD by J1 and J2, with completely droop trimmer clockwise, it can give a maximum voltage drop between 6 and 8% of the reference voltage (depending on the machine and load condition).
The trimmer is then calibrated during the testing phase in order to obtain the 3-4%, with rated load and cosφ=0, assumed by Meccalte (trimmer droop about middle position).
If the default droop obtained in this way is not satisfactory for the application, it's possible to change it simply by the potentiometer.
If the voltage droop is not sufficient even with the potentiometer completely colckwise, it is possible to use a configuration of J1 and J2 adjacent to the default one, with a higher number of coils , referring to the "Possible Combinations" table on tab. 3.1.

tab. 3.1

TABELLA DISPOSITIVO DI PARALLELO PD500 PARALLEL DEVICE TABLE PD500										
USCITA 50 Hz 50 Hz OUTPUT			110/190/220/380 115/200/230/400 120/208/240/415				220/380/440/760 230/400/460/800 240/415/480/830		220/380 230/400 240/415	
USCITA 60 Hz 60 Hz OUTPUT			127/220/254/440 133/230/265/460 139/240/277/480				254/440/508/880 265/460/530/920 277/480/554/960		254/440 265/460 277/480	
TIPO DI RIFERIMENTO TYPE OF SENSING			Rif. monofase 1–phase sensing		Rif. trifase 3–phase sensing		Rif. monofase 1–phase sensing		Rif. trifase 3–phase sensing	
Generatore tipo Generator type	Pn at 50 Hz (KVA)	Output cable turns	J1	J2	J1	J2	J1	J2	J1	J2
ECP 28-M/2A	22	5	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-2L/2A	27	4	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-3L/2A	31,5	4	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-VL/2A	40	3	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-2S/2A	44	3	1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-3S/2A	55	2	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-1L/2A	66	2	1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-2L/2A	82	2	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-1S/2A	100	1	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-2S/2A	125	1	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-1L/2A	156	1	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-2L/2A	170	1	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECO 38-1S/2A	158	1	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECO 38-1L/2A	208	1	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 38-2L/2A	300	1	1 – 3	4 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	3 – 7	1 – 2	5 – 7
ECP 28-1VS/4A	7,8	14	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-2VS/4A	11	10	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-0S/4A	13,5	8	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-S4/4A	17	7	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-M4/4A	20	6	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-2L/4A	25	5	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 28-VL/4A	30	4	1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-2S/4B	35	3	1 – 2	4 – 7	1 – 3	6 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-3S/4B	42,5	3	1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-1M/4B	50	3	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-2M/4B	63	2	1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-3L/4B	75	2	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 32-4L/4B	80	2	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-1S/4A	85	2	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-2S/4A	105	2	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECP 34-1L/4A	130	1	1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-2L/4A	150	1	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECP 34-3L/4A	160	1	1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECO 38-1S/4A	180	1	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 38-2S/4A	200	1	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 38-3S/4A	225	1	1 – 3	4 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 2	3 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 38-1L/4A	250	1	1 – 3	4 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	3 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 38-2L/4A	300	1	1 – 3	4 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 2	3 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 38-3L/4A	350	1	1 – 3	4 – 7	1 – 2	4 – 7	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7
ECO 40-1S/4A	400	1	1 – 3	4 – 7	1 – 2	4 – 7				
		1					1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 40-2S/4A	450	1(*a)	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7				
		1					1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7
ECO 40-3S/4A	500	1(*a)	1 – 2	3 – 7	1 – 5	6 – 7				
		1					1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7
ECO 40-1L/4A	550	1(*a)	1 – 3	4 – 7	1 – 5	6 – 7				
		1					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 40-1.5L/4A	620	1(*a)	1 – 3	4 – 7	1 – 5	6 – 7				
		1					1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7
ECO 40-2L/4A	680	1(*a)	1 – 3	4 – 7	1 – 2	4 – 7				
		1					1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7
ECO 40-VL/4A	750	1(*a)	1 – 3	4 – 7	1 – 2	4 – 7				
		1					1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7
ECO 43-1S/4A	800	1(*a)	1 – 3	4 – 7	1 – 2	4 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 43-2S/4A	930	1(*a)	1 – 2	3 – 7	1 – 4	5 – 7	1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 43-1M/4A	1025	1(*a)					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 43-2M/4A	1150	1(*a)					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 43-2L/4A	1300	1(*a)					1 – 2	4 – 7	1 – 3	5 – 7
ECO 43-VL/4A	1400	1(*a)					1 – 2	3 – 7	1 – 3	5 – 7
ECO 46-1S/4A	1500	1(*a)					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 46-1.5S/4A	1650	1(*b)					1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECO 46-2S/4A	1800	1(*b)					1 – 5	6 – 7	1 – 2	6 – 7
ECO 46-1L/4A	2100	1(*b)					1 – 5	6 – 7	1 – 3	6 – 7
ECO 46-1.5L/4A	2300	1(*b)					1 – 2	4 – 7	1 – 4	6 – 7
ECO 46-2L/4A	2500	1(*b)					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7
ECO 46-VL/4A	2800	1(*b)					1 – 2	4 – 7	1 – 2	5 – 7



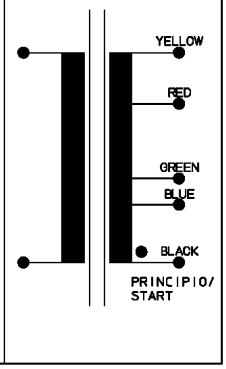
	ATTENZIONE	DEVONO SEMPRE ESSERE PRESENTI SIA J1 CHE J2
	CAUTION	J1 AND J2 MUST ALWAYS BE PRESENT BOTH

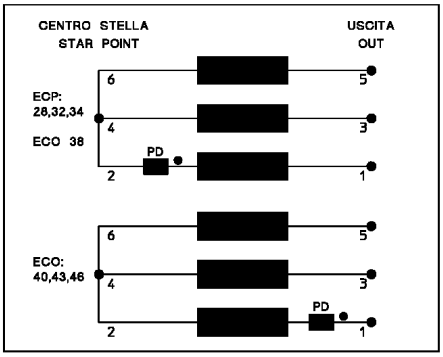
*J3 = Ponte disabilitazione Droop / J3 = Droop disable jumper

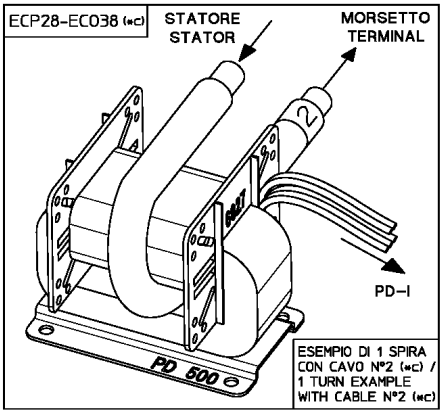
Se, in casi particolari, la caduta del PD500 data dalle combinazioni riportate non fosse soddisfacente, è possibile utilizzarne una adiacente secondo la tabella riportata qui sotto/ If, in special cases, the droop of the PD500 given by the shown combinations isn't satisfactory, it is possible to use an adjacent one according to the table below.

COMBINAZIONI POSSIBILI / POSSIBLE COMBINATIONS

J1	J2	SPIRE/ COILS
1-2	6-7	805
1-3	6-7	687
1-4	6-7	620
1-2	5-7	545
1-3	5-7	427
1-4	5-7	360
1-5	6-7	260
1-2	4-7	185
1-2	3-7	118
1-3	4-7	67
J3	9-10	0







(a) una spira con uno solo dei due cavi n°1/ one turn with only one cable n°1

(b) una spira con uno solo dei quattro cavi n°1 / one turn with only one cable n°1

(c) ECO40 – ECO43 – ECO46
Nel caso di passaggio cavo n°1 attraverso il PD, il verso della spira è invertito/ In the case of cable n°1 through the PD, the direction of the turn is reversed

Con J3 inserito quindi, il PD non darà nessun contributo di tensione aggiuntivo.

Il PD-I è racchiuso in una scatola che permette di fissarlo, qualora possibile(in base alla macchina), sul pannello porta-regolatore rendendo più agevoli eventuali interventi.

3.1) Procedura di collaudo

Il cablaggio del PD verrà, di norma, già eseguito correttamente da MECCALTE che provvederà a realizzare la configurazione ottimale in base alla macchina, secondo la tabella precedente.
Anche la caduta di tensione sarà tarata, in fase di collaudo, al 3-4% (con carico cosφ=0 induttivo) del valore di sensing.
Per abilitare il PD il cliente dovrà semplicemente rimuovere il ponticello J3 di disabilitazione.

Per nuove installazioni invece è necessario seguire la seguente procedura di collaudo.

1) A macchina spenta procedere al cablaggio del PD e del PD-I, in base alla macchina in questione, come da tabella precedente.
   Collegare il PD al PD-I tramite il connettore a 5 poli.
   I due cavetti di sensing dell'alternatore e del regolatore andranno collegati rispettivamente ai faston 12 e 11 del PD-I(vedere Appendice A).
   Posizionare i ponticelli J1 e J2, come da tab. 3.1, con J3 inserito (quindi PD disabilitato).
   Ruotare il trimmer DROOP in posizione centrale.

2) Rimuovere J3 per abilitare il PD.
   Accendere la macchina a vuoto e tarare il trimmer VOLT fino ad ottenere la tensione nominale.

3) Inserire il carico.
   Come detto il trimmer DROOP completamente orario permette di avere una caduta dal 6% all'8% della tensione di sensing con carico a cosφ=0.
   Volendo arrivare al 3-4% occorre tarare il trimmer DROOP fino ad ottenere la caduta desiderata (trimmer circa in posizione centrale), come da tabella 2.1.

Qualora si notasse un aumento di tensione anziché una caduta , è possibile sia dovuto ad un errore di cablaggio del PD-I o ad un'inversione del verso di entrata del cavo di potenza nel PD(vedere la figura in basso a destra nella tabella 3.1) .
In questo caso è possibile invertire il cavo di potenza o semplicemente scambiare i faston 11 e 12 del PD-I.

4) Una volta tarato il trimmer DROOP a carico, è necessario riportare la macchina a vuoto e ritarare il trimmer VOLT del regolatore per compensare eventuali variazioni della tensione a vuoto .

5) Per una taratura più fine è possibile fare un ulteriore controllo del DROOP a carico.

6) A questo punto il PD-I è correttamente tarato e si può reinserire il ponticello J3 fino al momento della messa in parallelo.

With J3 inserted, the PD will not give any additional voltage contribution.

The PD-I is enclosed in a plastic box that allows you to secure, if possible(depending of the machine), on the regulator panel making interventions easier.

3.1) Test Procedure

The wiring of the PD will be, as standard, already execute by MECCALTE that will realize the optimum configuration for the specific machine, according to the previous table.
The voltage droop also will be calibrated, during the testing phase, to 3-4% (with load cosφ) = 0 inductive), of the sensing value.
To enable the PD, the customer has to simply remove the disable jumper J3.

For new installations instead, the following test procedure must be respected.

1) With the machine off go with the PD and PD-I, according to the machine, as visible in the previous table.
   Connect the PD to PD-I throught the 5pin connector.
   The two alternator and regulator sensing wires must be connected respectively to fastons 12 and 11 of the PD-I(see Appendix A).
   Place the jumpers J1 and J2, as indicated in the tab. 3.1, with J3 inserted (PD disabled).
   Turn trimmer DROOP in the central position.

2) Remove the J3 to enable the PD.
   Turn on the machine in no-load condition and set the trimmer VOLT on the rated voltage.

3) Insert the load.
   As said the fully clockwise DROOP trimmer all ows a voltage droop from 6% to 8% of the sensing voltage with rated load and cosφ=0.
   To have the 3-4% contribution is necessary to calibrate the trimmer DROOP until you get the desired droop(trimmer around middle position), as in dicated in table 2.1.

If the voltage droop may be inverse, it can be committed an error in wiring or in the power cable entry direction in the PD (see the figure at the bottom right in the table 3.1).
In this case it is possible reverse the power cable or simply reverse the two faston 11 and 12 of the PD-I.

4) Once calibrated the trimmer DROOP in load condition, the alternator must return in no load condition and readjust the VOLT trimmer of the regulator to compensate the difference from rated value it is present.

5) To obtain a finer calibration, it is possible to do a further control of the load condition voltage droop.

6) At this point the PD-I is correctly calibrated and the J3 jumper can be re-inserted until paralleling moment.

4) CONDIZIONI PRELIMINARI ALL'INSERZIONE IN PARALLELO

Per uno stabile funzionamento in parallelo di due o più alternatori è necessario che questi siano dotati di gabbia di smorzamento per ridurre le oscillazioni.

L'aspetto più importante nella messa in parallelo di alternatori è il corretto sincronismo. Prima di procedere alla messa in parallelo di due o più alternatori, questi devono essere sincronizzati e le seguenti condizioni fondamentali devono essere garantite:

1) tutti i sistemi devono avere la stessa frequenza
2) tutti i sistemi devono avere la stessa fase
3) tutti i sistemi devono avere la stessa tensione
4) tutti i sistemi devono avere lo stesso senso ciclico di rotazione delle fasi.

Non soddisfare queste condizioni può provocare danni meccanici ed elettrici ai vari componenti del sistema. Per poter effettuare una operazione di parallelo è richiesta una minima dotazione di strumenti, così definita:

1) un amperometro
2) un wattmetro
3) un relè di protezione di potenza inversa
4) un voltmetro
5) un frequenzimetro
6) un sincronoscopio

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) VERIFICA DEL PARALLELO CON ALTERNATORI REGOLATI ELETTRONICAMENTE

5.1) Parallelo tra alternatori in isola

5.1.1) Verifica cablaggi con PD.
Il parallelo deve funzionare in modo stabile con il PD correttamente installato. In tal caso l'interscambio di corrente reattiva tra alternatori dipende esclusivamente dai due fattori seguenti:
a) differenza tra la tensione impostata sugli alternatori
b) tensione di uscita alla bobina secondaria del PD

Controllare su ogni alternatore la conformità del cablaggio allo schema utilizzato ed in particolare i punti seguenti (vedere tabella 5.2) :
5.1.1.a) il nucleo del PD deve essere attraversato dal cavo della **stessa fase di potenza utilizzata come riferimento** di tensione dell'AVR; se il riferimento è trifase, la fase corretta è quella il cui riferimento è collegato in serie alla bobina secondaria del PD
5.1.1.b) la bobina del PD deve garantire la **continuità**;
5.1.1.c) il PD-I deve essere collegato tra il morsetto di potenza e l'ingresso dell'AVR in serie al cavetto verde di riferimento di tensione.
5.1.1.d) l'eventuale **ponticello** che cortocircuita la bobina secondaria del PD **(jumper J3) deve essere rimosso.**

5.1.2) Avviare i gruppi elettrogeni.

5.1.3) Regolare la tensione a vuoto dei generatori allo **stesso valore** tramite il potenziometro "VOLT" dell'AVR.

5.1.4) Regolare la stabilità dei generatori tramite il potenziometro "STAB" dell'AVR ruotandolo in verso antiorario fino ad un punto per cui nessun generatore produca oscillazioni di tensione a vuoto.
Normalmente il trimmer STAB del DSR è già impostato; in caso di oscillazione della regolazione in parallelo rete, può essere necessaria una rotazione di 1 o 2 tacche in senso antiorario.

5.1.5) Eseguire le seguenti verifiche:
5.1.5.a) **Numero di spire dell'avvolgimento di potenza e posizione dei ponticelli**: devono coincidere con quanto indicato sulla tabella 3.1; in mancanza di dati la combinazione è tale che, con la **corrente nominale**, si deve misurare all'uscita della bobina secondaria del PD(tra faston 11 e 12 del PD-I) la tensione indicata in tabella 2.1.
5.1.5.b) **Verso dell'avvolgimento di potenza**: applicare ai morsetti dell'alternatore un carico induttivo di almeno 0.5xPn; in questa condizione, cortocircuitando la bobina secondaria del PD, la tensione ai morsetti deve aumentare proporzionalmente al carico applicato fino ad un massimo di un 4% con carico nominale a cosφ=0 induttivo.

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 wiring complies with the chart used; besides, the following points should be especially checked (see table 5.2) :
5.1.1.a) the PD 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 secondary coil.
5.1.1.b) The PD coil integrity must be good with no open circuit.
5.1.1.c) The PD-I must be connected in series between the power terminal and the AVR input to the green wire of the voltage sensing;
5.1.1.d) Were there a **jumper** short-circuiting the PD secondary coil (**jumper J3**), 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 "STAB" potentiometer by turning it counterclockwise until no generator, at no-load condition, produces voltage oscillations. The STAB potentiometer is usually pre-setted. 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 jumpers position**: these must coincide with what stated in the table 3.1; if definite data are not available, the combination, in a condition of **nominal current**, the voltage indicated in table 2.1 must then be measured at the PD secondary coil output (between PD-I faston 11 and 12).
5.1.5.b) **Direction of the power winding**: apply an inductive load of at least 0.5xPn to the generator terminals; in this situation, and with a nominal load and an inductive cosφ=0, by short-circuiting the PD secondary coil the terminal voltage should increase proportionally to the applied load up to a maximum of 4%.

Se si verificasse l'opposto, invertire il verso di attraversamento della corrente di potenza nel PD (**N.B.:** è anche possibile invertire i terminali di uscita del PD-I, faston 11 e 12)

N.B.: il collegamento errato del PD implica durante il parallelo, un comportamento instabile che può dare luogo a corrente reattiva molto superiore alla nominale in tempi dell'ordine dei secondi. Pertanto, se si vuole entrare in parallelo senza la certezza della verifica (5.1.5.b), è indispensabile essere preparati a sezionare il circuito di potenza con rapidità (vedi paragrafo 2, nota 2.1).

5.1.6) Entrare in parallelo seguendo le normali procedure del caso.

Se la corrente presentasse dei valori elevati o instabili la causa può essere una delle seguenti:

5.1.6.a) oscillazioni di coppia del motore termico. Tale inconveniente è evidenziato dall'indicazione dei wattmetri di quadro; in questo caso intervenire sullo statismo del motore o contattare il costruttore dello stesso;

5.1.6.b) Errore di cablaggio o di taratura dei potenziometri. In questo caso non è stata eseguita correttamente una delle verifiche precedenti e pertanto è necessario ripeterle.

5.1.7) Applicare il massimo carico disponibile, entro il limite di ciascun generatore. I rapporti tra la tensione alternata ai capi della bobina secondaria del PD e la rispettiva tensione di riferimento del regolatore devono essere quanto più omogenei possibile. Questo consente di assicurare un corretto dimensionamento dell'avvolgimento del PD e di conseguenza una omogenea ripartizione tra i generatori in parallelo della potenza reattiva richiesta dai carichi.

5.2) Parallelo con la rete

Verifica cablaggi con PD.

In assenza di variazioni di tensione di rete, il parallelo deve funzionare in modo stabile con il solo PD correttamente installato anche in assenza di un regolatore di fattore i potenza. In tal caso l'interscambio di corrente reattiva tra alternatore e rete dipende esclusivamente dai due fattori seguenti:

a) differenza tra la tensione impostata all'alternatore e la tensione di rete
b) tensione di uscita alla bobina del PD(tra faston 11 e 12 del PD-I).

5.2.1) Disattivare quindi il regolatore di fattore di potenza interrompendo la connessione tra il morsetto di uscita del segnale di controllo di tale regolatore e l'AVR.

If the opposite were to occur, the direction followed by the power current in crossing the PD must be inverted. (**N.B.:** the PD-I faston 11 and 12 can 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 wattmeters 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 secondary coil ends, and the regulator relevant sensing voltage, must be as homogeneous as possible. This allows correct sizing of the PD 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 a power factor regulator is not present. In this case, the reactive current interchange between generator and network will wholly depend on the two following factors:

a) a difference between the generator voltage and the network voltage
b) the PD secondary coil output voltage (between PD-I faston 11 and 12)

5.2.1.) De-activate the power factor regulator by interrupting the connection between the output terminal of the control signal of this regulator and the AVR.

5.2.2) Controllare la conformità del cablaggio allo schema utilizzato ed in particolare i punti seguenti (vedere tabella 5.2):

5.2.2.a) il **riferimento** di tensione con UVR6 deve essere **monofase**, pertanto i cavi di riferimento tra i morsetti di potenza dell'alternatore ed i morsetti 3,4,5,6 dell'UVR6 eventualmente presenti vanno scollegati dall'UVR6 stesso ed isolati. I morsetti 2,4,6 dell'UVR6 devono essere collegati tra loro con opportuni ponticelli, e lo stesso dicasi per i morsetti 1,3,5 dell'UVR6;

5.2.2.b) il nucleo del PD deve essere attraversato dal cavo della **stessa fase di potenza utilizzata come riferimento** di tensione dell'AVR;

5.2.2.c) la bobina del PD deve garantire la **continuità**;

5.2.2.d) il PD-I deve essere collegato in serie al cavetto verde di riferimento di tensione dell'AVR;

5.2.2.e) l'eventuale **ponticello** che cortocircuita la bobina secondaria del PD **(jumper J3) deve essere rimosso**.

5.2.2.f) la tensione di riferimento dell'AVR deve coincidere con la tensione fase-neutro di rete, pertanto il cavetto verde di **riferimento** deve essere collegato al cavo di **uscita principale**, anziché sul collegamento in serie delle due semifasi come avviene nel cablaggio standard degli alternatori con 12 morsetti, in serie-stella.

5.2.3) Avviare il gruppo elettrogeno.

5.2.4) Regolare la tensione del generatore allo **stesso valore della tensione di rete** tramite il potenziometro "VOLT" dell'AVR.

5.2.5) Regolare la stabilità del generatore al **massimo** tramite il potenziometro "STAB" dell'AVR, ruotandolo completamente in verso antiorario nei regolatori SR7 ed UVR6, di massimo 2 tacche nei DSR e DER1.

5.2.6) Eseguire le seguenti verifiche sul PD:

5.2.6.a) **Numero di spire dell'avvolgimento di potenza e posizione dei ponticelli del PD-I**: devono coincidere con quanto indicato sulla tabella 3.1; in mancanza di dati certi le combinazioni sono tali che, con la **corrente nominale**, si deve misurare all'uscita del PD-I(tra faston 11 e 12) una tensione pari a circa il **7÷9 V**.

5.2.6.b) **Verso dell'avvolgimento di potenza**: applicare ai morsetti dell'alternatore un carico induttivo di almeno 0.5xPn; in questa condizione, cortocircuitando la bobina del PD (inserendo il jumper J3), la tensione ai morsetti deve aumentare proporzionalmente al carico applicato fino ad un massimo di un 4% con carico nominale a cosφ=0 induttivo.

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 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 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 coil must be good with no open circuit**;**

5.2.2.d) The PD-I 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 secondary coil (**jumper J3**), the jumper **must be removed;**

5.2.2.f) The AVR sensing voltage must coincide with the network phase-neutral voltage: the **sensing** green wire must be connected to the **main output** cable rather than to the in-series connection of the two semiphases 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 voltage to the **same parameter of the network voltage** by means of the AVR 'VOLT' potentiometer.

5.2.5) Adjust the generator 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 and DER1, turn the trimmer by maximum two notches.

5.2.6) Carry out the following inspections on the PD:

5.2.6.b) **Number of turns of the power winding and PD-I jumpers position**: these must coincide with what stated in the table 3.1; if definite data are not available, the combination should be such that, in a condition of **nominal current**, the voltage measured at the PD-I(between faston 11 and 12) output must equal about **7÷ 9 V**.

5.2.6.c) **Direction of the power winding**: apply an inductive load of at least 0.5xPn to the generator terminals; in this situation, and with a nominal load and an inductive cos φ=0, by short-circuiting the PD coil (inserting jumper J3), the terminal voltage should increase proportionally to the applied load up to a maximum of 4%.

Se si verificasse l'opposto, invertire il verso di attraversamento della corrente di potenza nel PD (**N.B.:** è anche possibile invertire i terminali di uscita del PD-I, faston 11 e 12).

N.B.: il collegamento errato del PD implica, durante il parallelo, un comportamento instabile che può dare luogo a corrente reattiva molto superiore alla nominale in tempi dell'ordine dei secondi. Pertanto, se si vuole entrare in parallelo senza la certezza della verifica (6.b), è indispensabile essere preparati a sezionare il circuito di potenza con rapidità (vedi paragrafo 2, nota 2.1).

5.2.7.)Entrare in parallelo seguendo le normali procedure del caso e mantenere il valore di coppia del motore termico a zero.

Se la corrente reattiva presentasse dei valori elevati o instabili la causa può essere una delle seguenti:

5.2.7.a) oscillazioni di coppia del motore. Tale inconveniente è evidenziato dall'indicazione dei wattmetri di quadro; in questo caso intervenire sullo statismo del motore o contattare il costruttore dello stesso;

5.2.7.b) variazioni della tensione di rete all'inserzione di carichi elettrici. Tale inconveniente è dovuto ad un elevato valore dell'impedenza di linea. L'unico rimedio consiste nell'inserzione in parallelo di un alternatore di potenza adeguata alla richiesta di carico. Per ridurre le variazioni di corrente è possibile, in via **del tutto provvisoria**: aumentare la tensione di uscita del PD, agendo sul trimmer DROOP o selezionando una configurazione di ponticelli J1 e J2 adiacente a quella selezionata o incrementando ad es. il numero di spire di potenza.

5.2.7.c) Errore di cablaggio. In questo caso non è stata eseguita correttamente una delle verifiche precedenti e pertanto è necessario ripeterle.

If the opposite were to occur, the direction followed by the power current in crossing the PD must be inverted. (**N.B.**: the PD-I fastons 11 and 12 can 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 output voltage can be **temporarily** increased by: turn the PD-I trimmer DROOP or select a jumpers J1 and J2 configuration adjacent to the standard or increase the number of power cable turns .

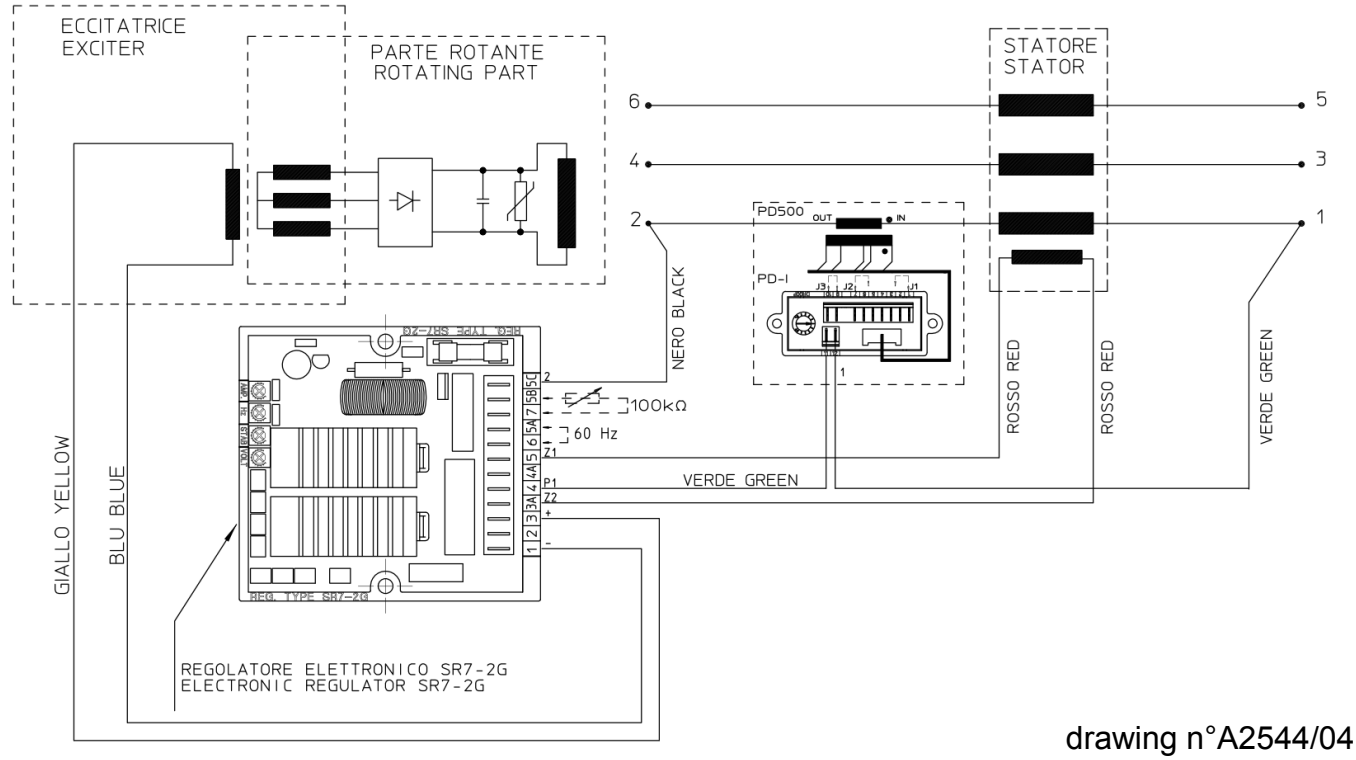
5.2.7.c) Error in the wiring. If this is the case, one of the previous inspections has not been properly carried out and therefore they must all be carried out once again.

APPENDICE A / APPENDIX A

SCHEMI DI COLLEGAMENTO PER PARALLELO TRA ALTERNATORI IN ISOLA
PARALLEL WITH LIKE GENERATORS CONNECTION DIAGRAMS

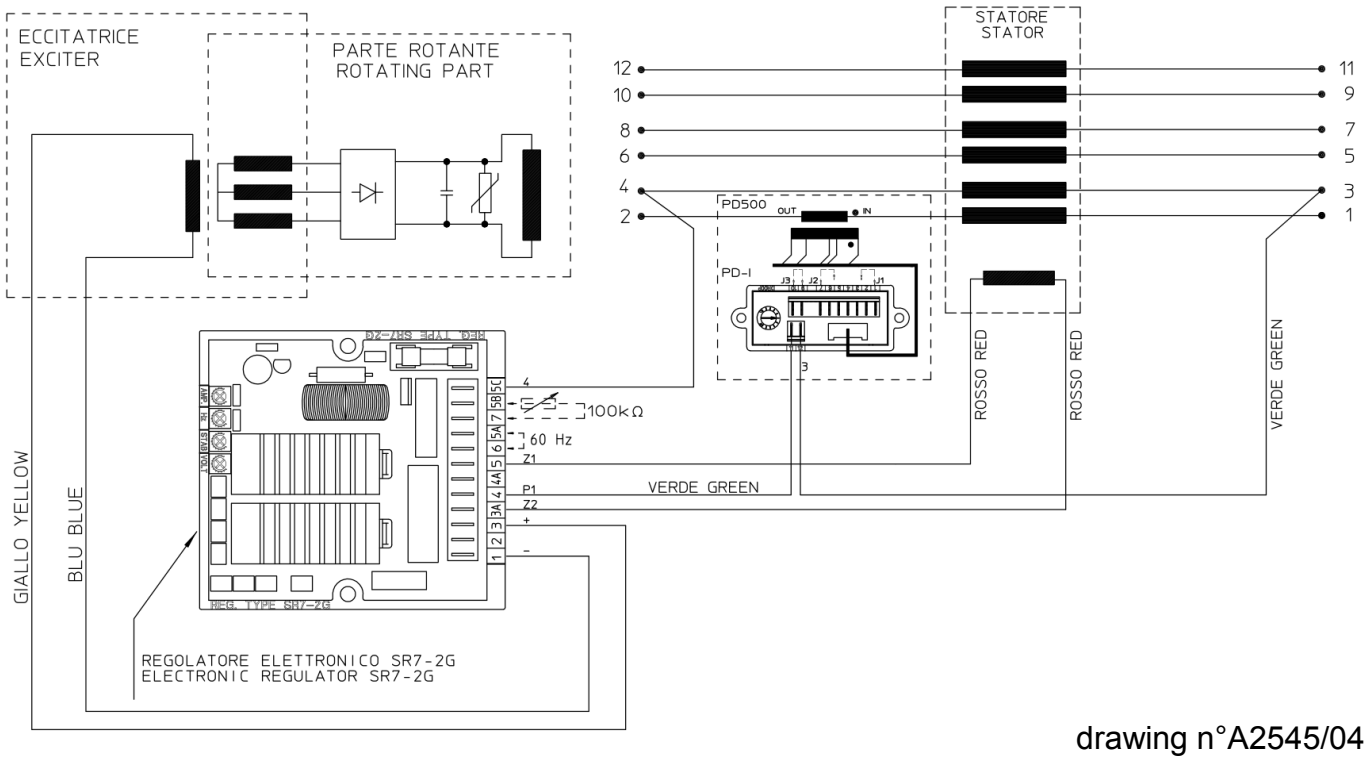
Tipo di regolatore *Regulator type*	collegamento *connection*	regolazione della tensione *voltage regulation*	centrostella *star point*	n° disegno *drawing n°*	*da Rev.*	pagina *page*
SR7	6 morsetti - riferimento monofase *6 terminals - single phase sensing*	/	/	A2544	04	22
SR7	12 morsetti - riferimento monofase *12 terminals - single phase sensing*	/	/	A2545	04	22
UVR6	6 morsetti - riferimento monofase *6 terminals - single phase sensing*	/	/	A2550	04	23
UVR6	12 morsetti - riferimento monofase *12 terminals - single phase sensing*	/	/	A2549	04	23
UVR6	6 morsetti - riferimento trifase *6 terminals - three phase sensing*	/	/	A2548	05	24
UVR6	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	/	A2552	04	24
DSR	6 morsetti - riferimento monofase *6 terminals - single phase sensing*	/	/	SCC0061	03	25
DSR	12 morsetti - riferimento monofase *12 terminals - single phase sensing*	/	/	SCC0062	03	25
DSR	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0063	03	26
DSR	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0064	03	26
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0158	05	27
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0159	05	27
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0160	03	28
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0161	03	28
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0202	01	29
DER1	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0203	01	29
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0301	01	30
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0302	01	30
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0303	01	31
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0304	01	31
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0305	01	32
DER2	12 morsetti - riferimento trifase *12 terminals - three phase sensing*	/	disponibile *available*	SCC0306	01	32

ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



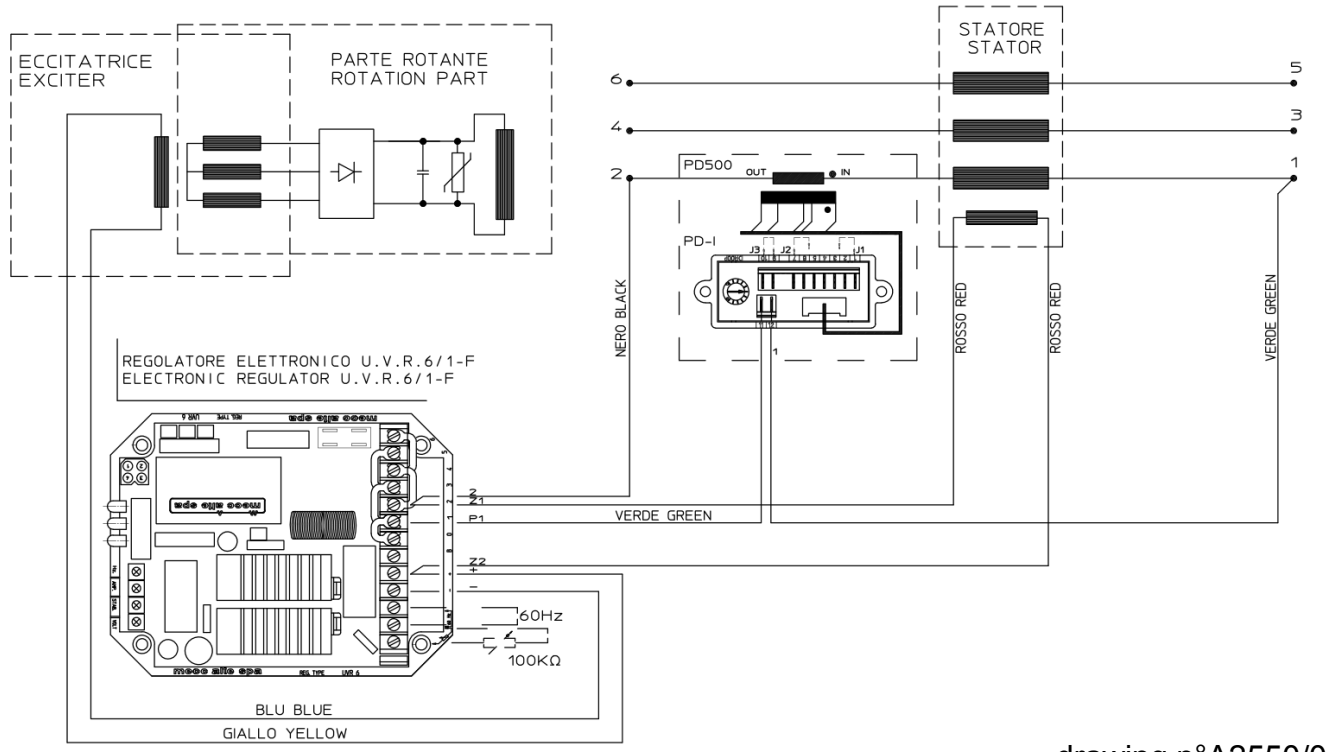
drawing n°A2544/04
Alternator with 6 terminals

ELECTRONIC REGULATOR TYPE SR7



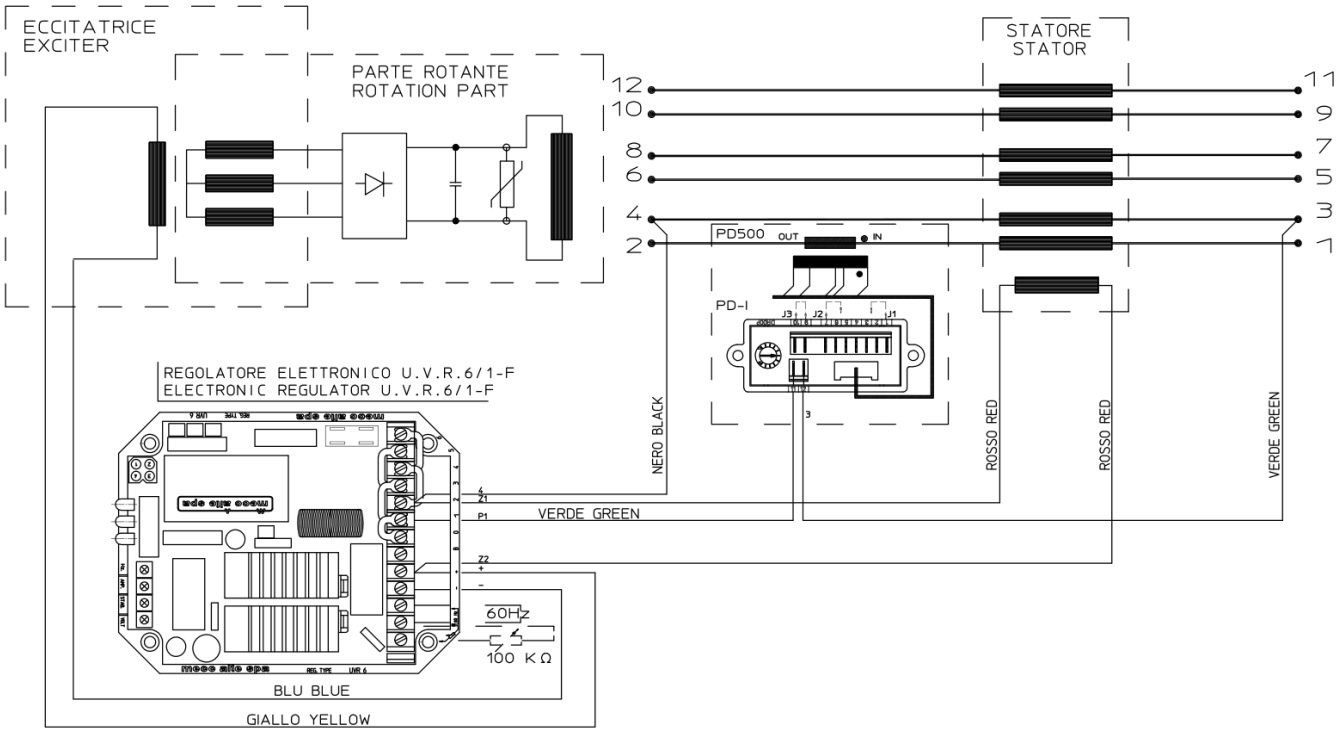
drawing n°A2545/04
Aternator with 12 terminals

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



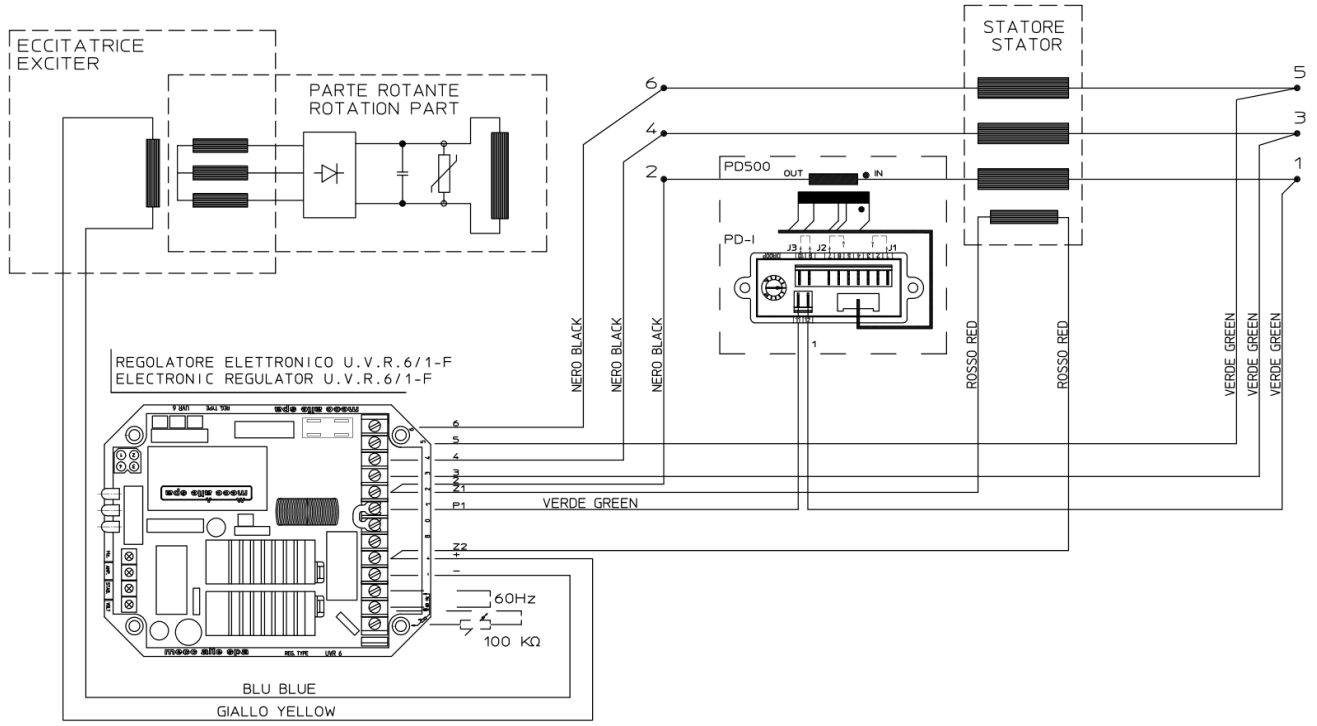
drawing n°A2550/04
Alternator with 6 terminals: single phase sensing

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



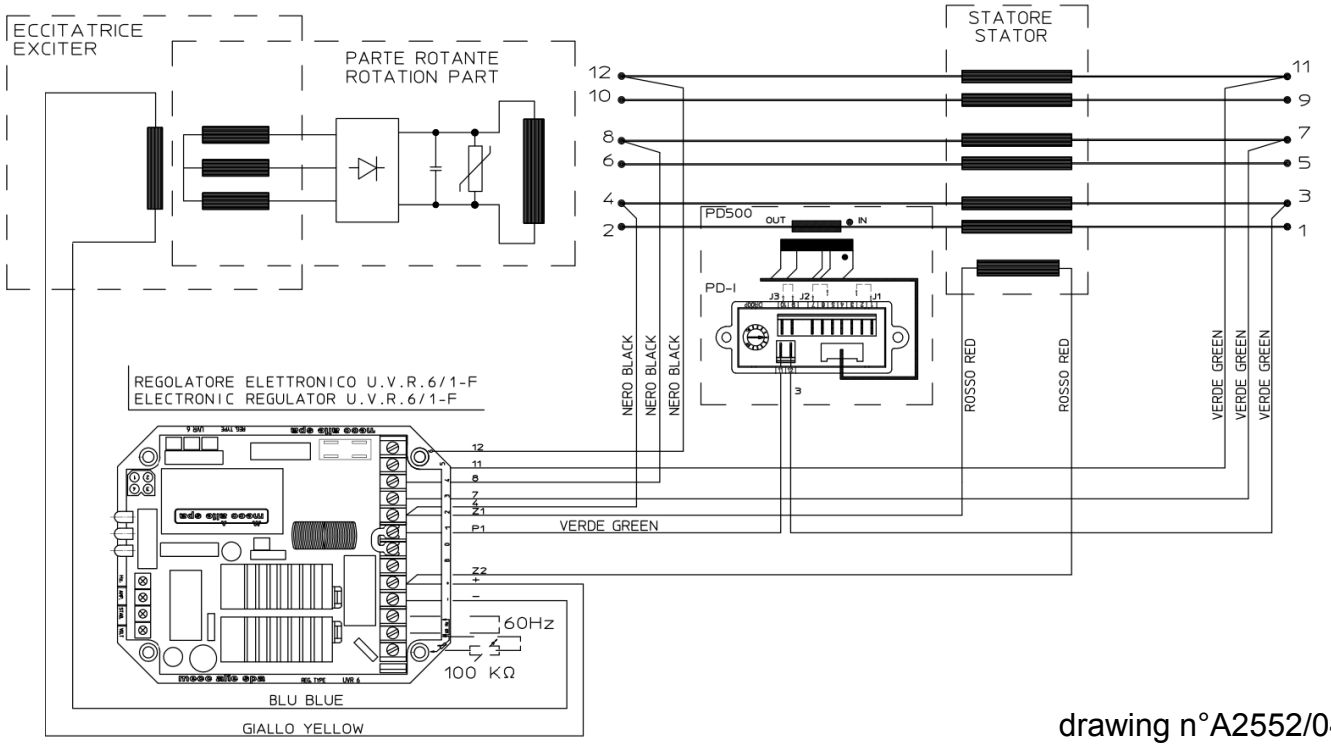
drawing n°A2549/04
Alternator with 12 terminals: single phase sensing

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



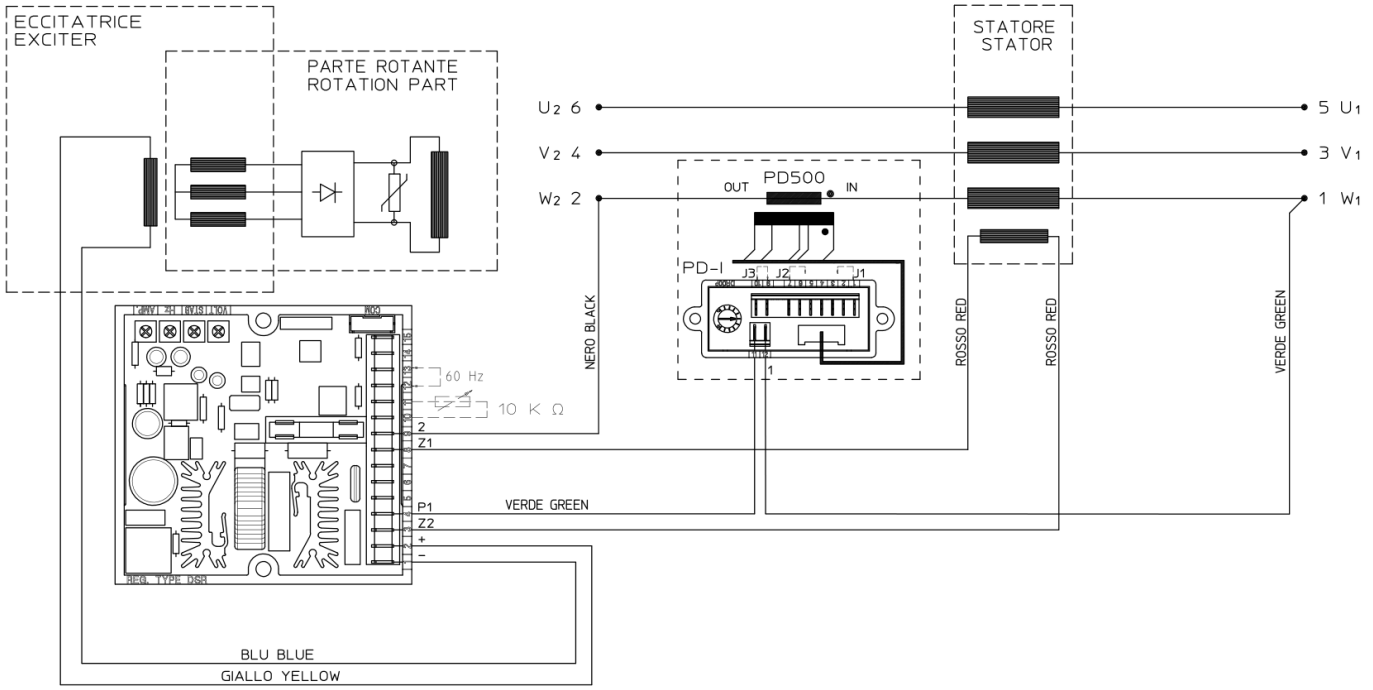
drawing n°A2548/05
Alternator with 6 terminals: three phase sensing

ELECTRONIC REGULATOR TYPE UVR6



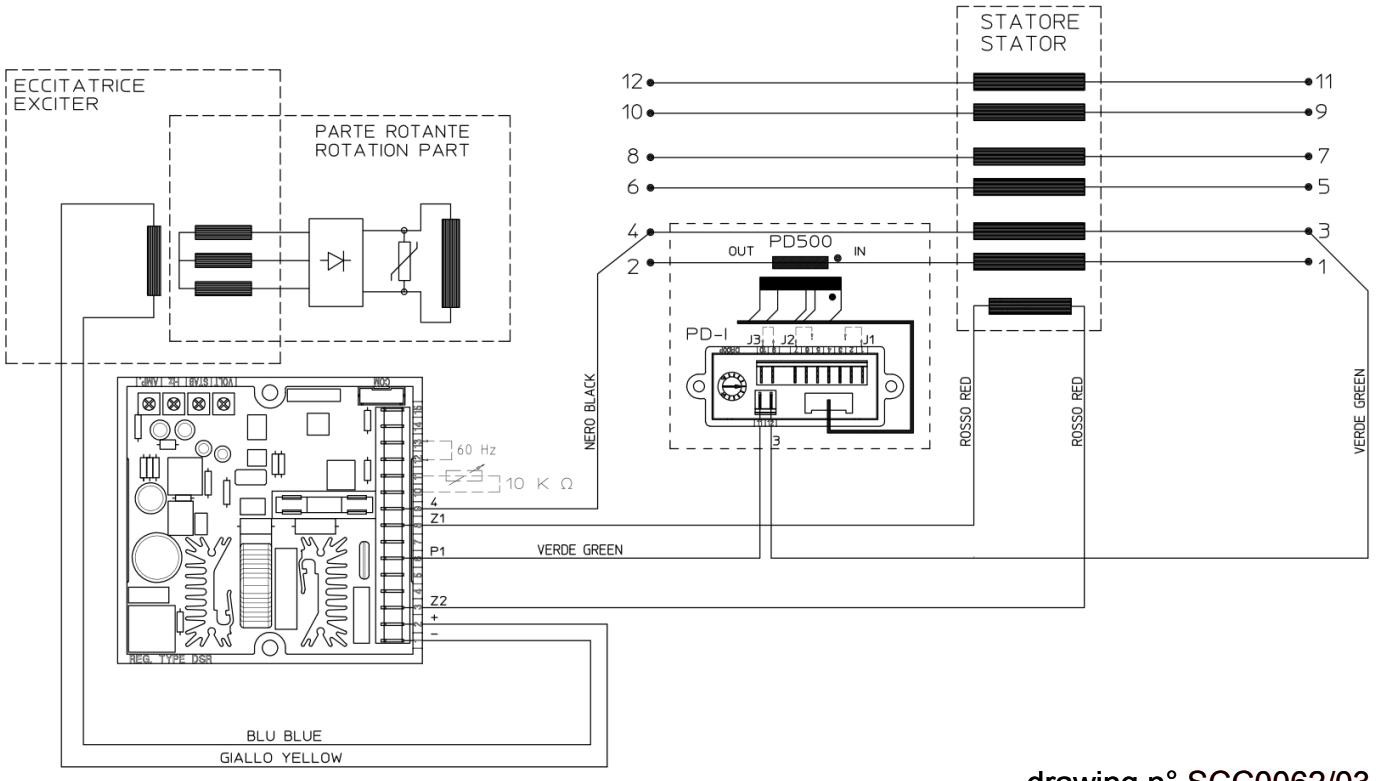
drawing n°A2552/04
Alternator with 12 terminals: three phase sensing

DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



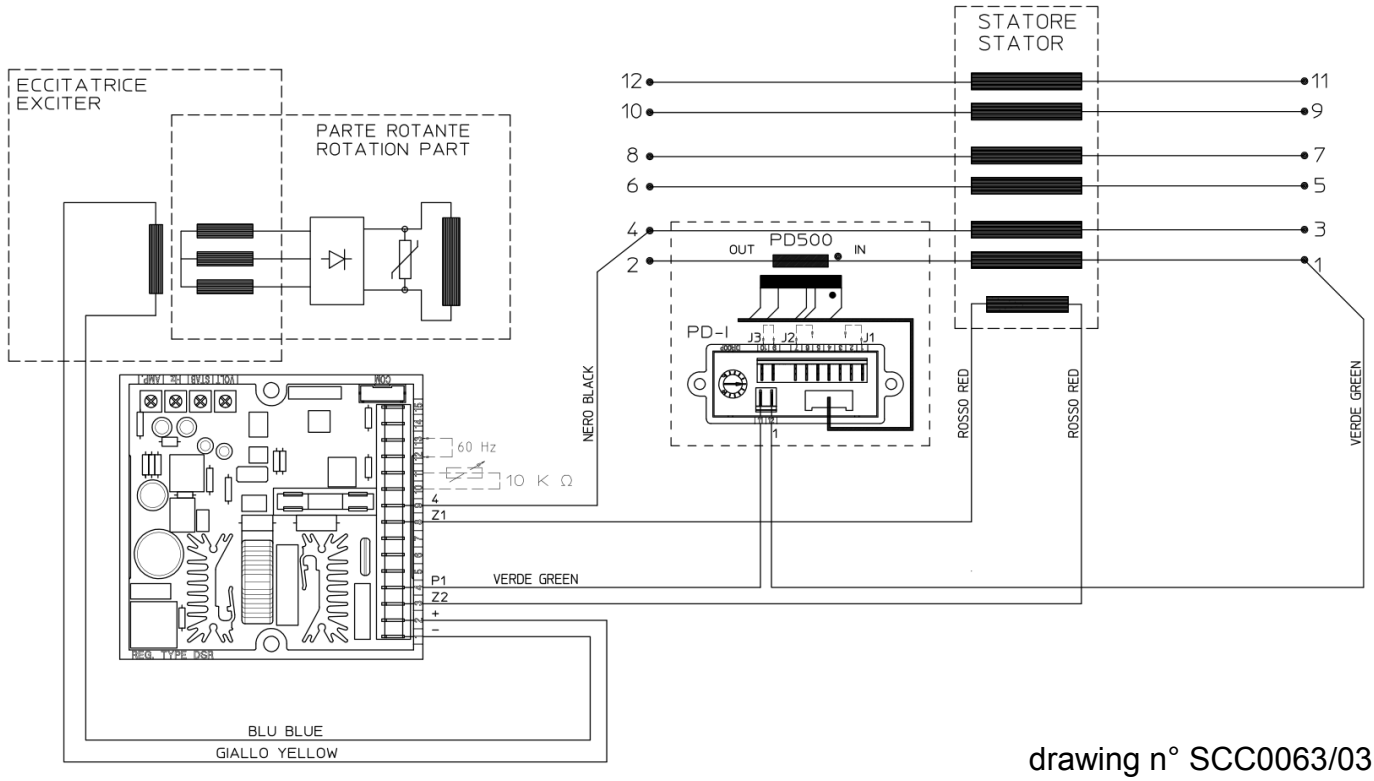
drawing n° SCC0061/03
Alternators with 6 terminals: sensing 140V-280V

DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



drawing n° SCC0062/03
Alternators with 12 terminals: sensing on half phase 70V-140V

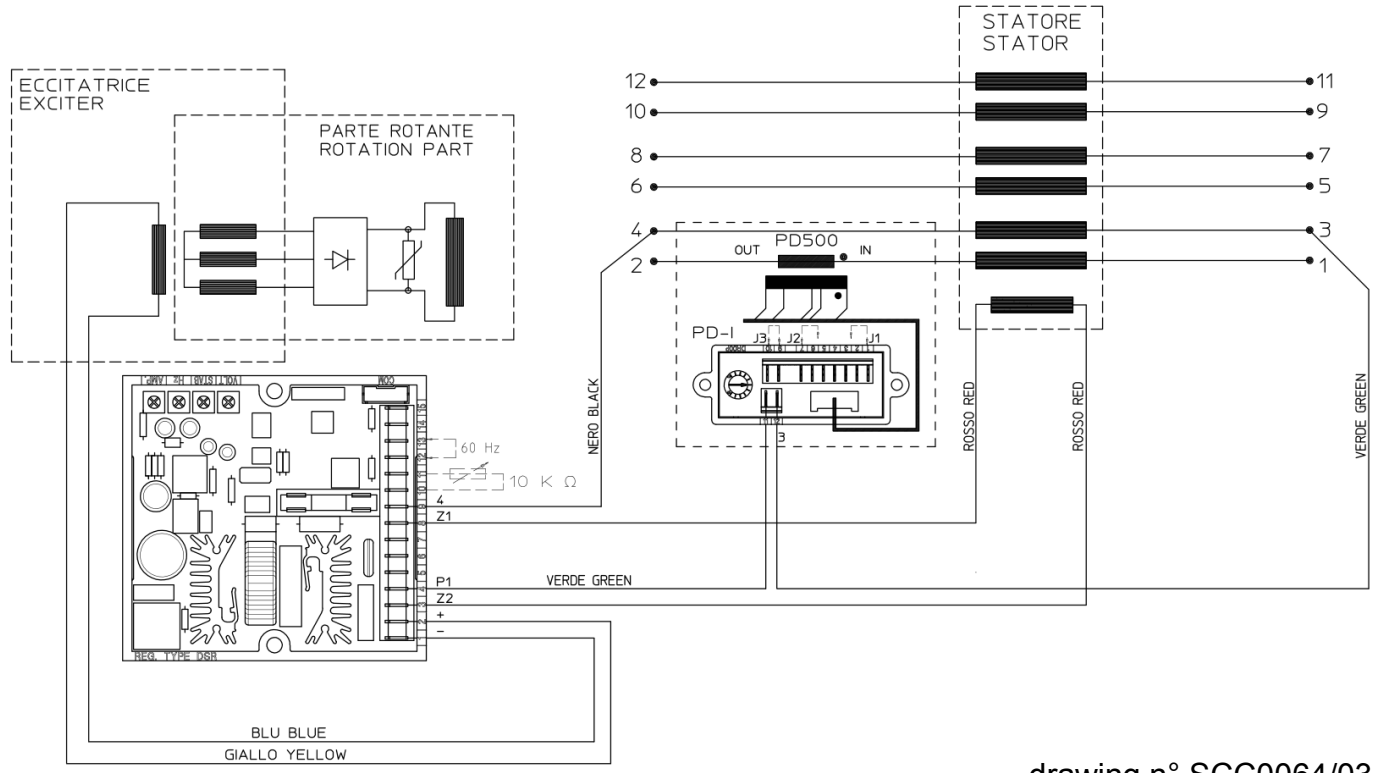
DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



drawing n° SCC0063/03

Alternators with 12 terminals: sensing on entire phase 140V-280V

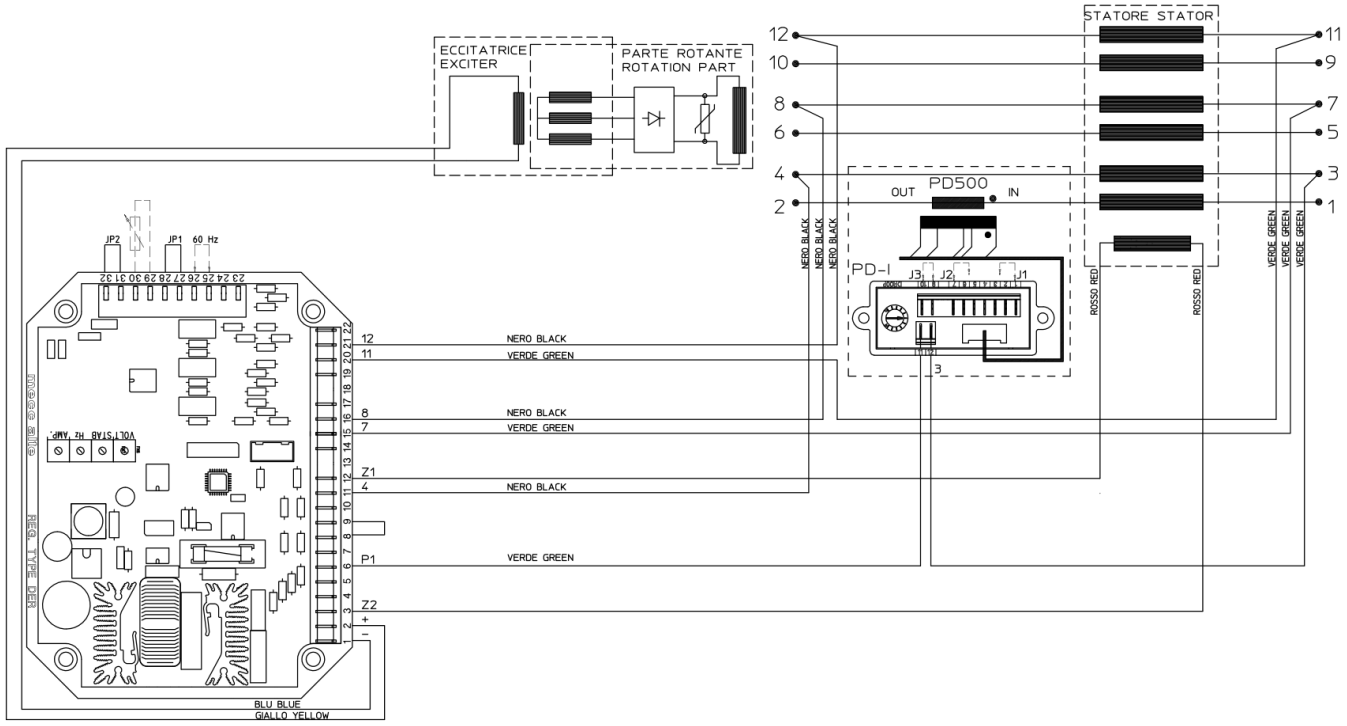
DIGITAL REGULATOR TYPE DSR



drawing n° SCC0064/03

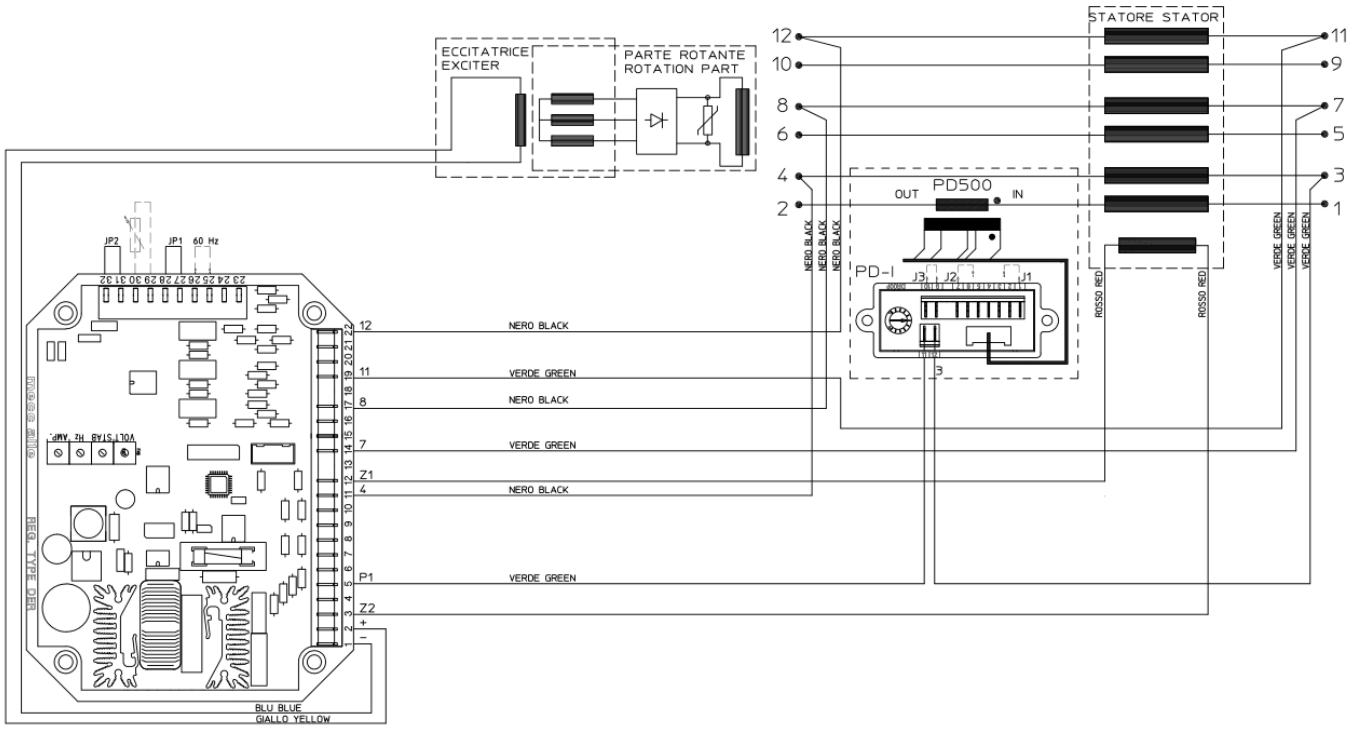
Alternators with 12 terminals: sensing on half phase 140V-280V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



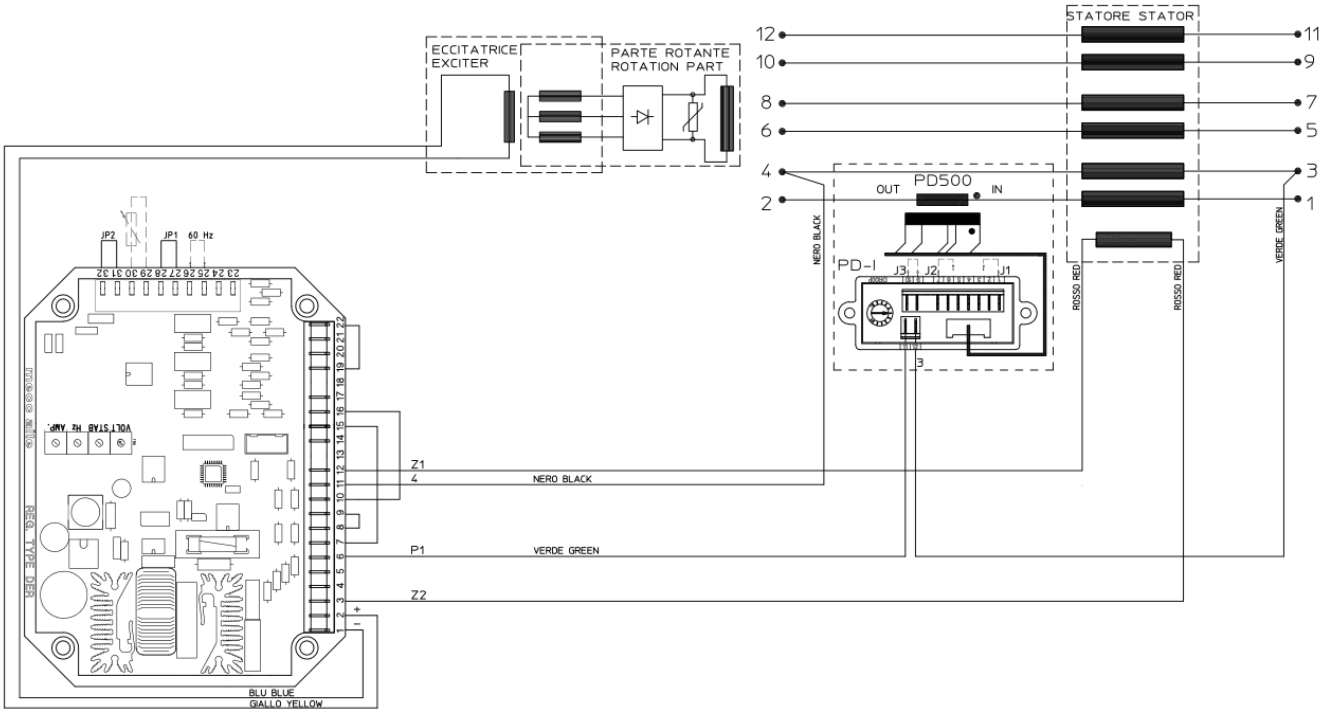
drawing n° SCC0158/05
Alternator with 12 terminals: three phase sensing 75V-150V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



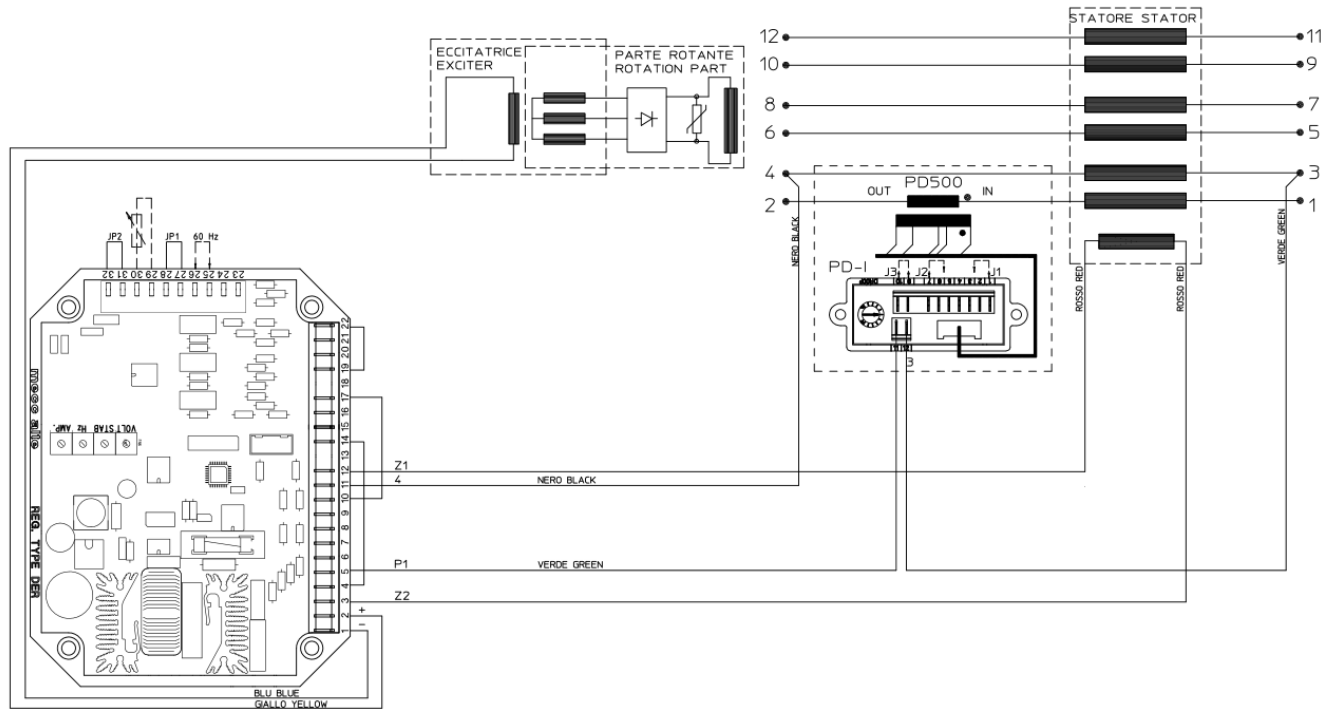
drawing n° SCC0159/05
Alternator with 12 terminals: three phase sensing 150V-300V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



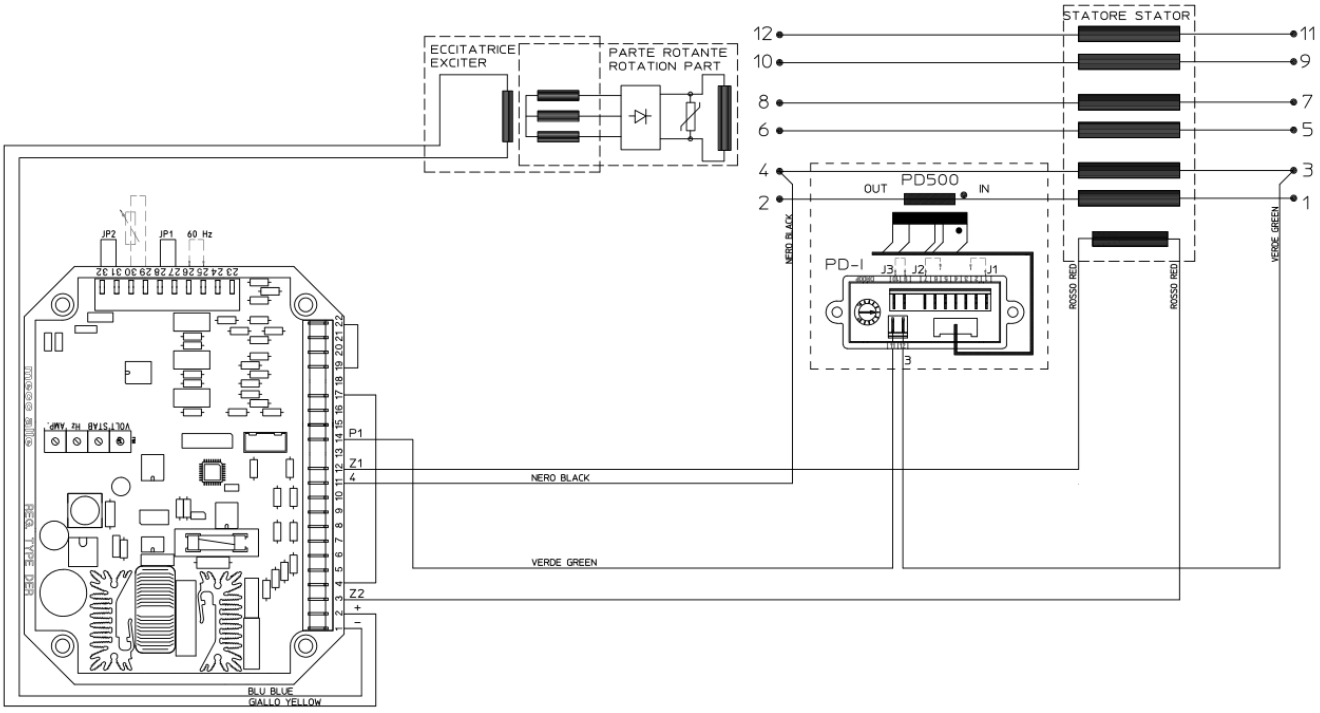
drawing n° SCC0160/03
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 75V-150V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



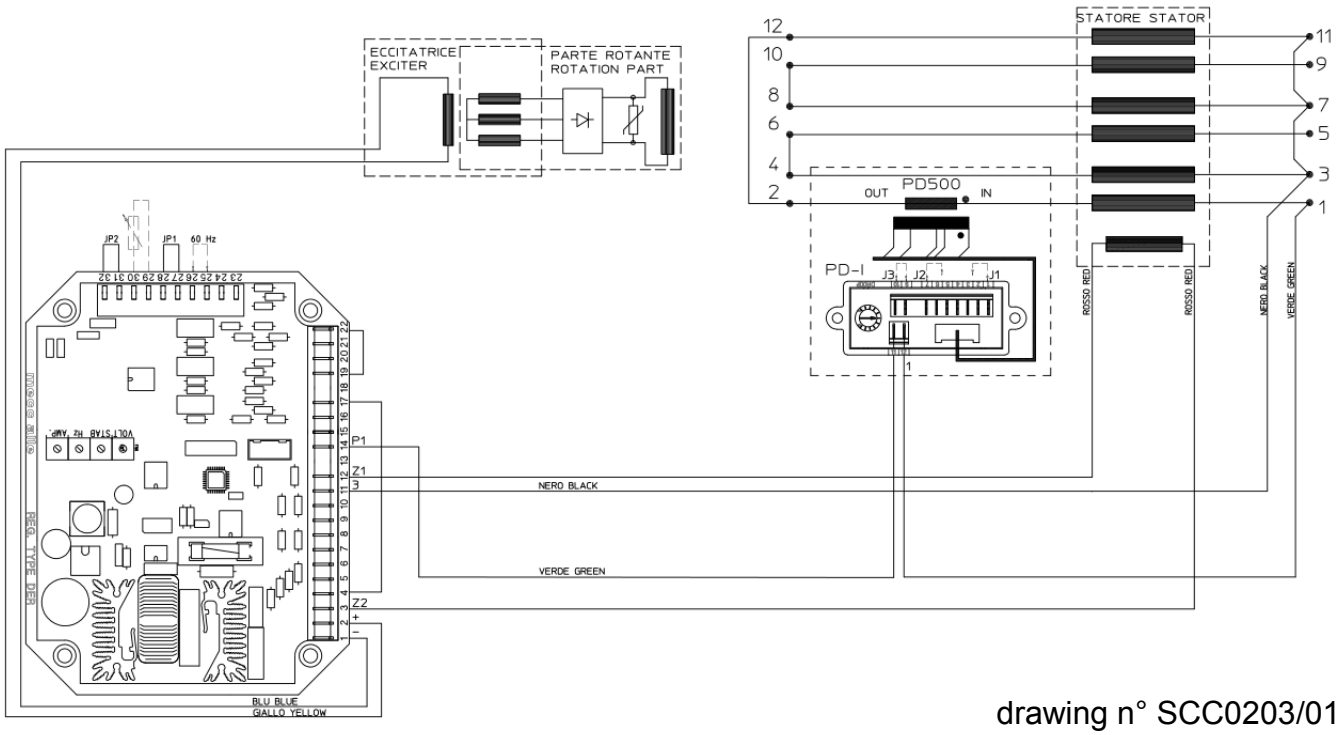
drawing n° SCC0161/03
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 150V-300V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



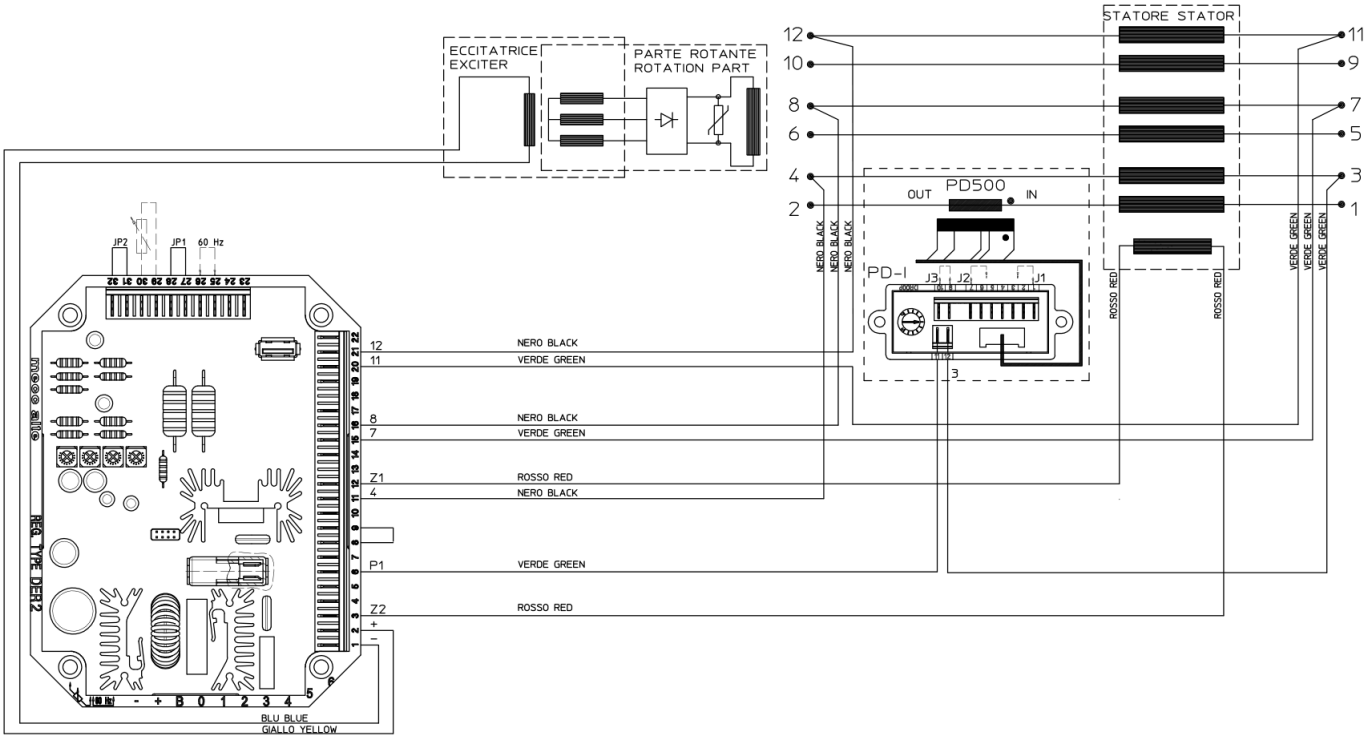
drawing n° SCC0202/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 300V-600V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER1



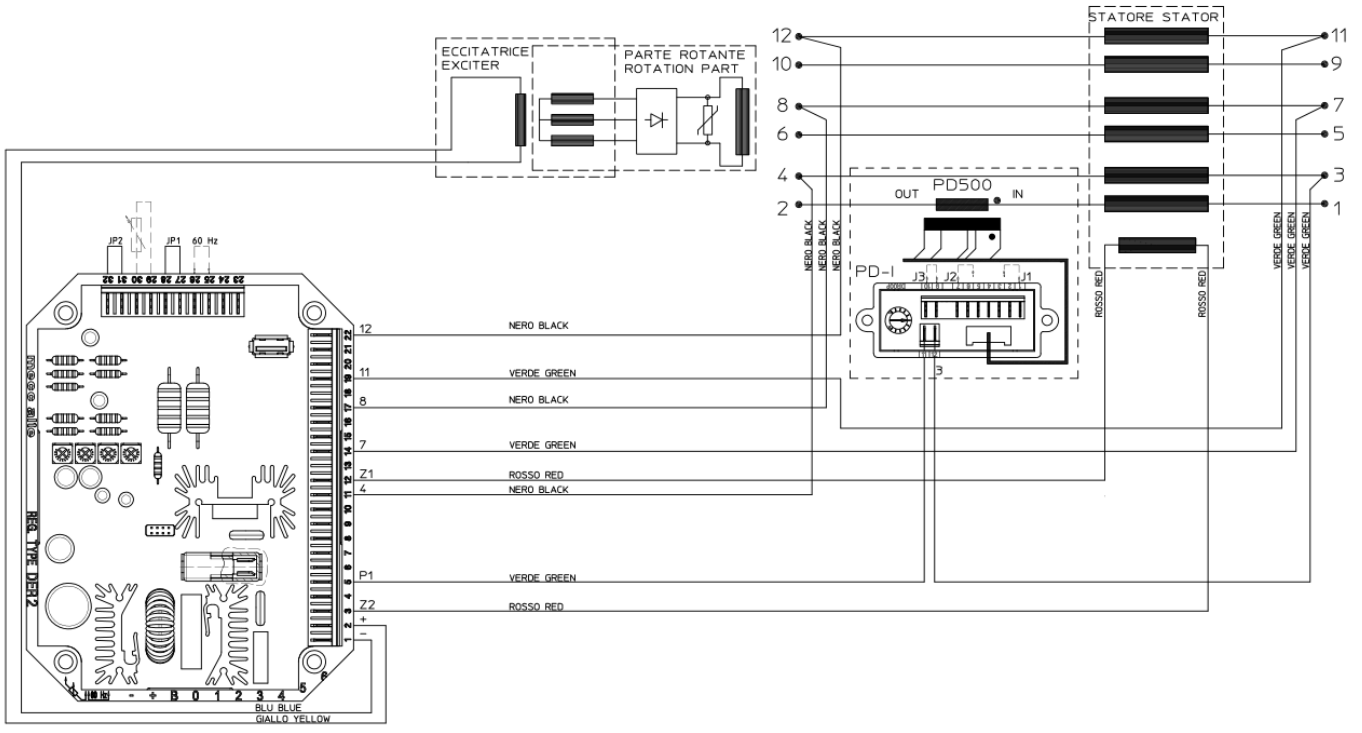
drawing n° SCC0203/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 300V-600V
(generator in threephase ZIG-ZAG conncection)

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



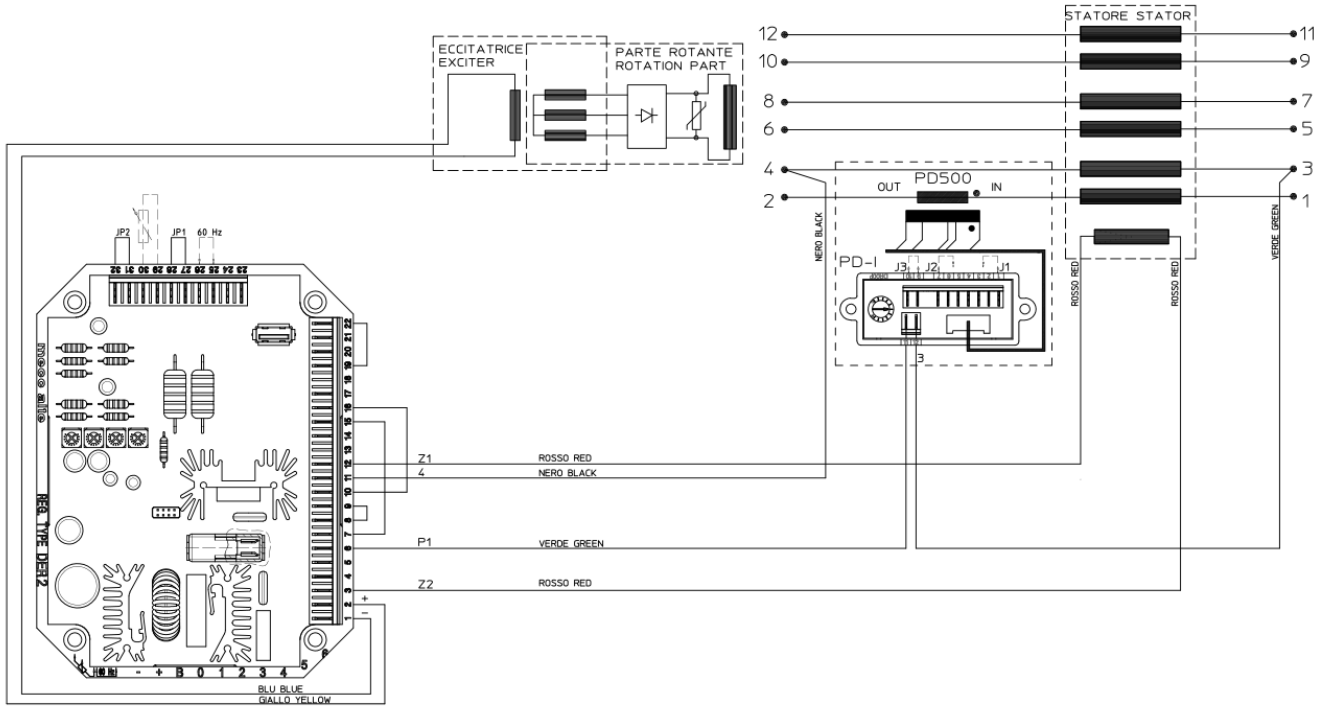
drawing n° SCC0301/01
Alternator with 12 terminals: three phase sensing 75V-150V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



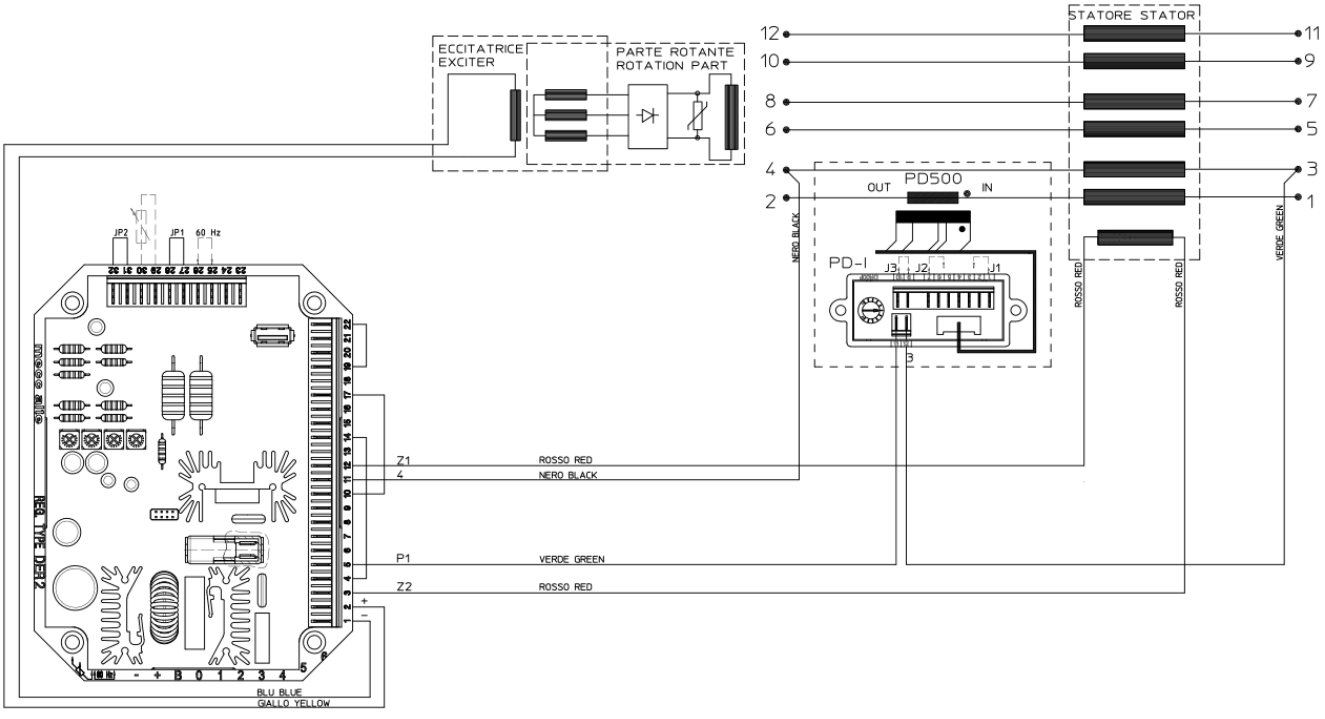
drawing n° SCC0302/01
Alternator with 12 terminals: three phase sensing 150V-300V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



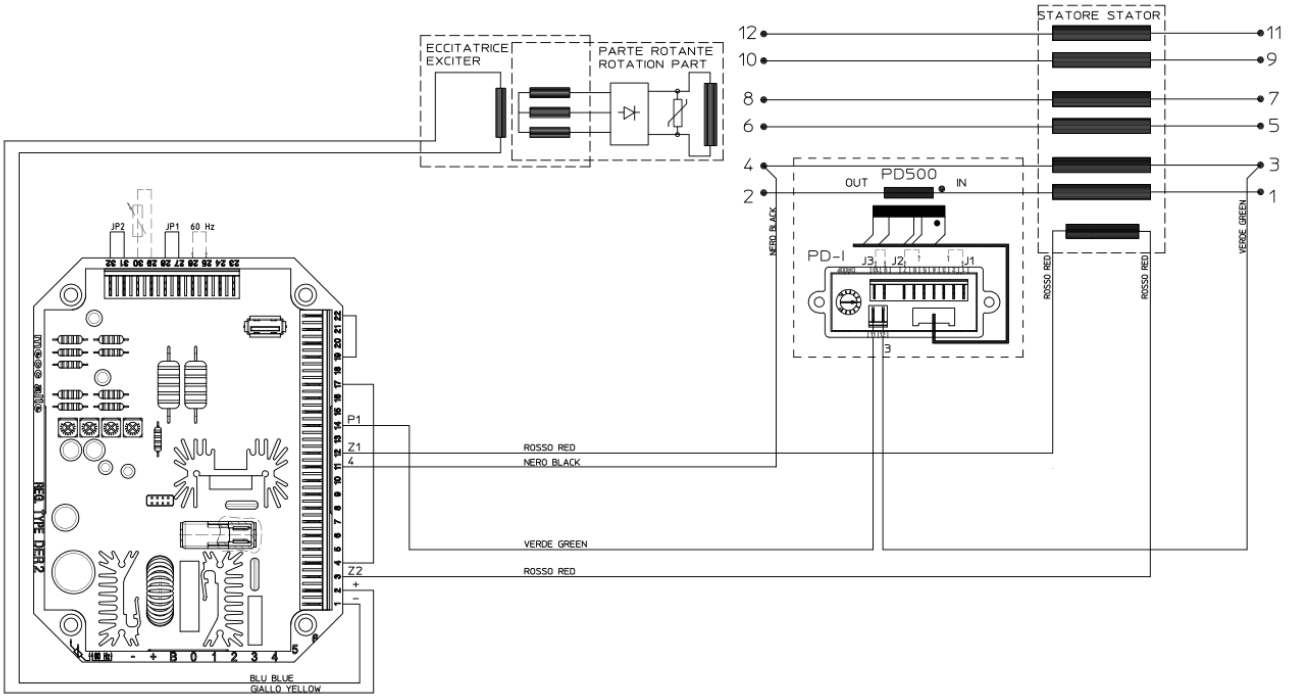
drawing n° SCC0303/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 75V-150V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



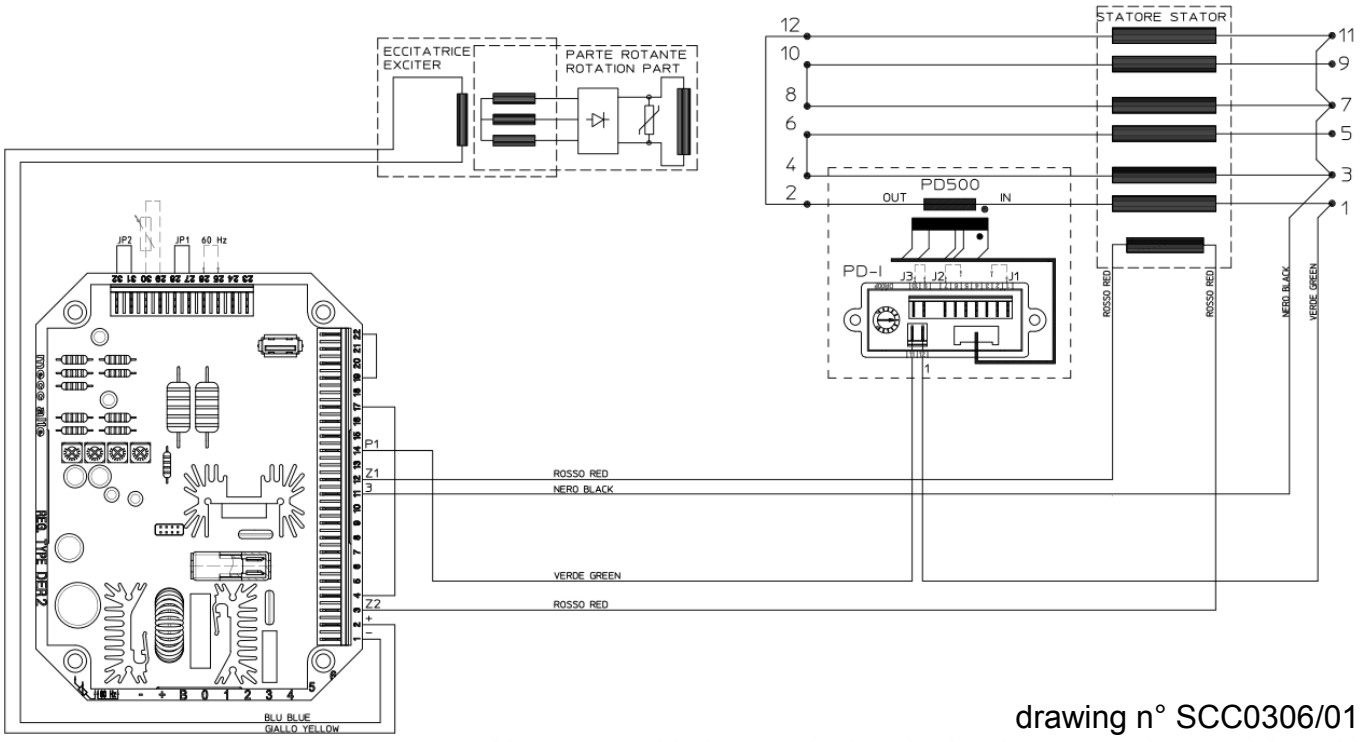
drawing n° SCC0304/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 150V-300V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



drawing n° SCC0305/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 300V-600V

DIGITAL REGULATOR TYPE DER2



drawing n° SCC0306/01
Alternator with 12 terminals: single phase sensing 300V-600V
(generator in threephase ZIG-ZAG conncection)

MECC ALTE SPA (HQ)

Via Roma
20 – 36051 Creazzo
Vicenza – ITALY

T: +39 0444 396111
E: info@meccalte.it
aftersales@meccalte.it

MECC ALTE PORTABLE

Via A. Volta
1 37038 Soave
Verona – ITALY

T: +39 0456 173411
E: info@meccalte.it

MECC ALTE POWER PRODUCTS

Via Melaro
2 – 36075 Montecchio
Maggiore (VI) – ITALY

T: +39 0444 1831295
E: info@meccalte.it

ZANARDI ALTERNATORI

Via Dei Laghi
48/B – 36077 Altavilla
Vicenza – ITALY

T: +39 0444 370799
E: info@zanardialternatori.it

UNITED KINGDOM

Mecc Alte U.K. LTD
6 Lands' End Way
Oakham
Rutland LE15 6RF

T: +44 (0) 1572 771160
E: info@meccalte.co.uk

SPAIN

Mecc Alte España S.A.
C/ Rio Taibilla, 2
Polig. Ind. Los Valeros
03178 Benijofar (Alicante)

T: +34 (0) 96 6702152
E: info@meccalte.es

CHINA

Mecc Alte Alternator Haimen LTD
755 Nanhai East Rd
Jiangsu HEDZ 226100 PRC

T: +86 (0) 513 82325758
E: info@meccalte.cn

INDIA

Mecc Alte India PVT LTD
Plot NO: 1, Sanaswadi
Talegaon
Dhamdhere Road Taluka:
Shirur, District:
Pune - 412208
Maharashtra, India

T: +91 2137 673200
E: info@meccalte.in

U.S.A. AND CANADA

Mecc Alte Inc.
1229 Adams Drive
McHenry, IL, 60051

T: +1 815 344 0530
E: info@meccalte.us

GERMANY

Mecc Alte Generatoren GmbH
Ensener Weg 21
D-51149 Köln

T: +49 (0) 2203 60541-0
E: info@meccalte.de

AUSTRALIA

Mecc Alte Alternators PTY LTD
10 Duncan Road, PO Box 1046
Dry Creek, 5094, South
Australia

T: +61 (0) 8 8349 8422
E: info@meccalte.com.au

FRANCE

Mecc Alte International S.A.
Z.E. la Gagnerie
16330 St. Amant de Boixe

T: +33 (0) 545 397562
E: info@meccalte.fr

FAR EAST

Mecc Alte (F.E.) PTE LTD
10V Enterprise Road, Enterprise 10
Singapore 627679

T: +65 62 657122
E: info@meccalte.com.sg

mecc alte

www.meccalte.com

The world's largest independent producer of alternators 1 – 5,000kVA

Member of CISQ Federation
RINA CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001 - ISO 14001
ISO 45001

E309573

INSULATION SYSTEM

LISTED

MASPA: 09.2016 | V05