

Guida ai disturbi elettrici

Prima edizione Maggio 2015



SOMMARIO

INTRODUZIONE	5
CONCETTI BASE	6
TENSIONE, CORRENTE E RESISTENZA.....	6
CIRCUITO IN SERIE.....	7
CIRCUITO IN PARALLELO.....	8
DISTRIBUZIONE TRIFASE/MONOFASE - TRIANGOLO/STELLA.....	8
TRIANGOLO	9
STELLA.....	9
STELLA SBILANCIATA.....	10
MESSA A TERRA E DIFFERENZIALE	10
CORTO CIRCUITO E MAGNETO-TERMICO	12
DIFFERENZA TRA ALIMENTAZIONE FASE-NEUTRO E FASE-FASE	13
FASE-NEUTRO.....	13
FASE-FASE	13
ALIMENTAZIONE RICHIESTA.....	14
RILEVAZIONE DI FIAMMA	15
POLARIZZAZIONE	16
TRASFORMATORE D'ISOLAMENTO.....	16
POLARIZZAZIONE DELLE SCHEDE.....	16
ABX.....	17
ACF01 - ACF02.....	17
ADX	17
AE0X.....	17
AKL1/2/3/4/5	18
CPX	18
CPBTRX	18
IC21	19
IWHX.....	19
MCX.....	20
MP04-MP08	20
MP05.....	21
MP14.....	21
MONITORAGGIO ALIMENTAZIONE	22
DISTURBI	22
FASE-FASE	24
ALTRI DISTURBI	26
CONTATTO PULITO.....	26
COMANDO REMOTO	27

SONDA ESTERNA.....27

INTRODUZIONE

Nel presente documento trovate accenni teorici e pratici sull'alimentazione elettrica e come questa possa impedire il corretto funzionamento dei nostri prodotti.

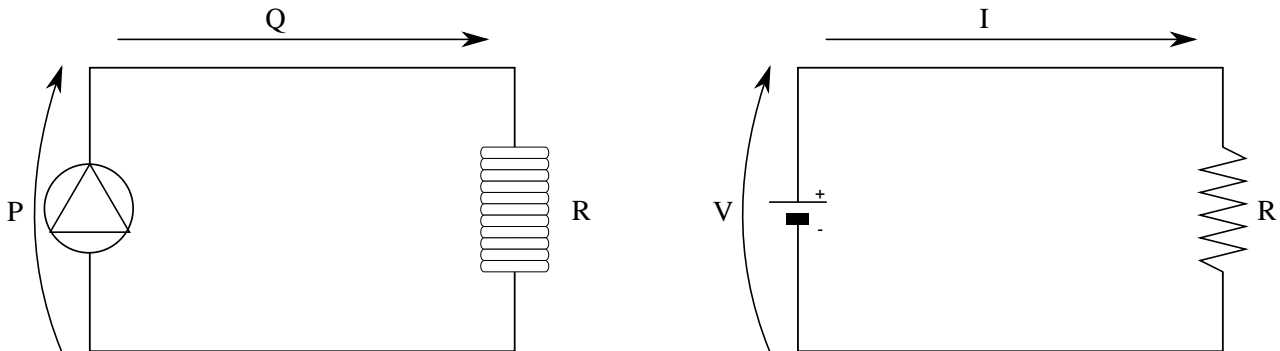
Lo scopo che ci prefiggiamo non e' di avere un documento universitario, ma bensì un testo di facile lettura, magari anche troppo semplificato, per capire come intervenire fin dalla prima accensione a risolvere/evitare anomalie sui nostri prodotti.

CONCETTI BASE

TENSIONE, CORRENTE E RESISTENZA

Sono termini che si sentono spesso, ma cosa significano esattamente?

Vediamo l'analogia tra un circuito idraulico e un circuito elettrico



A sinistra abbiamo un circolatore e un calorifero all'interno di un anello. A destra, invece, abbiamo un generatore (batteria o altro) e una resistenza elettrica come, ad esempio, una stufetta elettrica o una lampadina.

Se si alimenta il circolatore del circuito di sinistra, si crea un flusso di acqua che attraversa il calorifero per poi tornare al circolatore. La portata (Q) dell'acqua sarà proporzionale alla prevalenza (P) del circolatore (più è alta la prevalenza maggiore è la portata, quindi circola più velocemente l'acqua) e inversamente proporzionale alle perdite di carico del calorifero (R) (più elementi ha il calorifero o più sono i caloriferi minore è la portata, quindi gira meno velocemente l'acqua).

Il circolatore è quindi la forza che spinge l'acqua, mentre il calorifero è la resistenza che si oppone alla prima. Quando si sporcano gli impianti, la resistenza aumenta al punto da richiedere un circolatore con maggiore prevalenza o la pulizia degli stessi.

Analizzando quanto sopra dal punto di vista elettrico, abbiamo nello schema a destra un generatore di tensione applicato ad una resistenza. Come il generatore si attiva, circola della corrente nel circuito attraversando la resistenza per ritornare al generatore. La corrente (I) sarà proporzionale alla forza (V) del generatore e inversamente proporzionale alla resistenza (R), come nel circuito idraulico.

A seguire vengono riportate le formule della legge di Ohm che sono la base del "mondo elettrico":

$$V = R \times I \qquad P = V \times I$$

V = Tensione espressa in Volt [V] - R = Resistenza espressa in Ohm [Ω]

I = Corrente espressa in Ampere [A] - P = Potenza elettrica espressa in Watt [W]

Riportiamo anche le formule che si ottengono dalle precedenti due:

$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{V}{I}$$

$$I = \frac{P}{V} \quad V = \frac{P}{I}$$

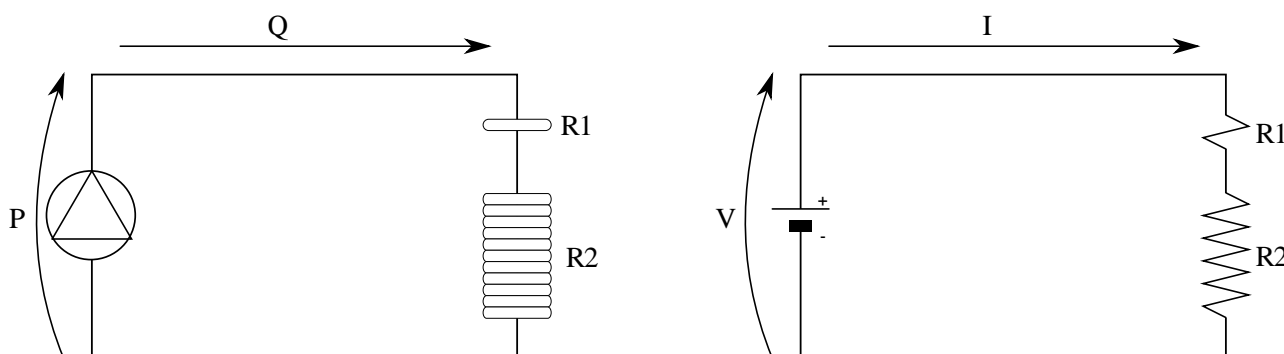
$$P = R \times I^2 \quad P = \frac{V^2}{R}$$

V = Tensione espressa in Volt [V] - R = Resistenza espressa in Ohm [Ω]

I = Corrente espressa in Ampere [A] - P = Potenza elettrica espressa in Watt [W]

CIRCUITO IN SERIE

Riportiamo un esempio di circuito in serie visto dal lato idraulico che elettrico:



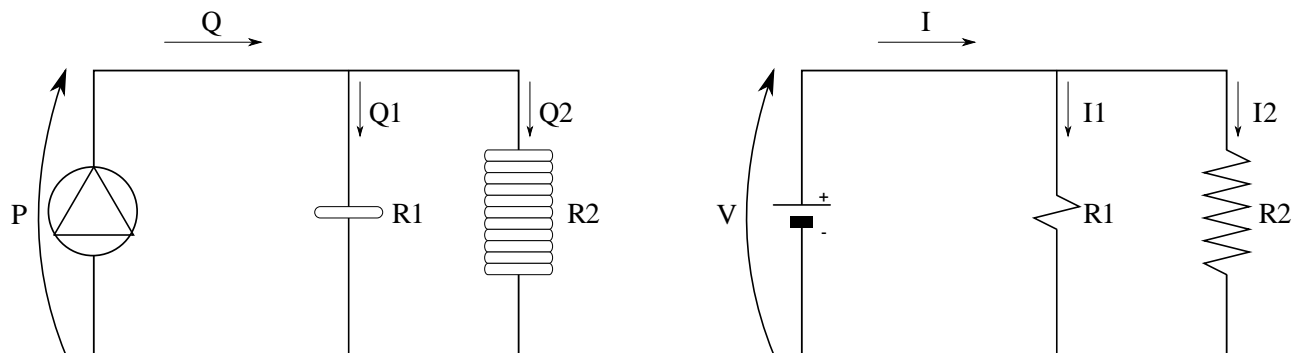
Come detto sopra all'aumentare della resistenza (Caloriferi R1+R2), la portata (Q) diminuisce e così la corrente (I).

La formula per calcolare la corrente e':

$$I = \frac{V}{R1 + R2}$$

CIRCUITO IN PARALLELO

Riportiamo la corrispondenza tra circuito idraulico ed elettrico:



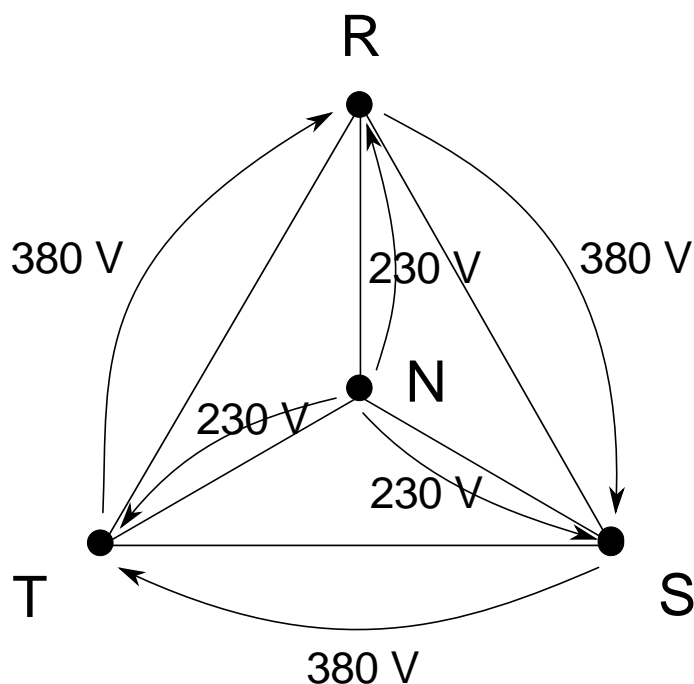
Nel circuito idraulico avremo due portate (Q1 e Q2) che attraversano i due caloriferi (R1 e R2). La portata Q1 e' maggiore di Q2, poiche' il calorifero R1 e' piu' piccolo e quindi con meno perdite di carico.

Analogamente nel mondo elettrico avremo le due correnti (I1 e I2) calcolabili con le seguenti formule:

$$I1 = \frac{V}{R1} \quad I2 = \frac{V}{R2}$$

DISTRIBUZIONE TRIFASE/MONOFASE - TRIANGOLO/STELLA

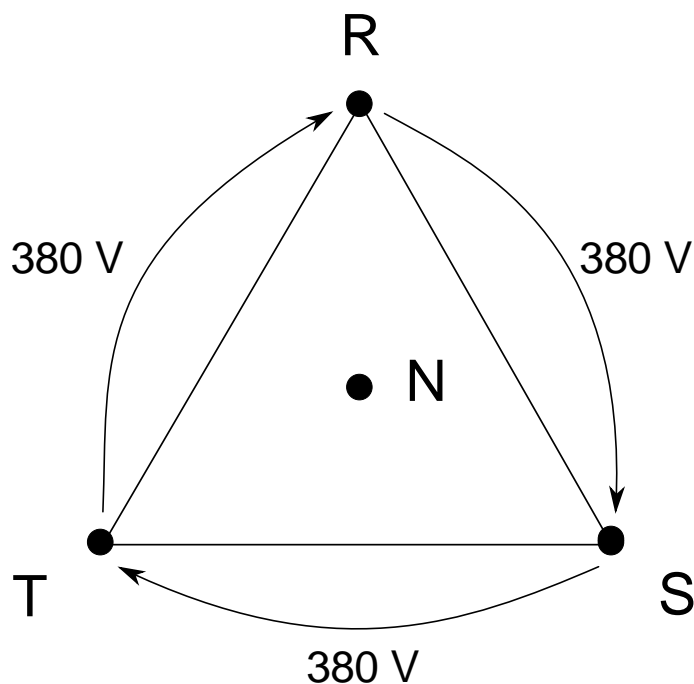
In Italia la distribuzione elettrica in bassa tensione viene realizzata con un sistema Stella/Triangolo con Neutro.



Collegandosi a triangolo (R-S, S-T e T-R) abbiamo un'alimentazione a circa 380 V, mentre a stella (R-N, S-N e T-N) abbiamo un'alimentazione a 230 V. In ambito industriale abbiamo,

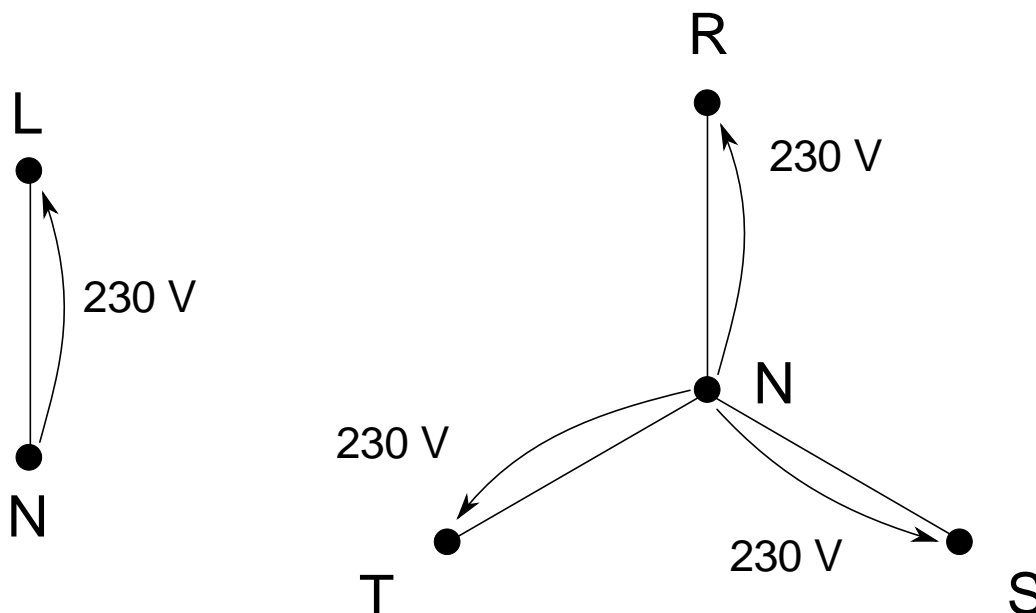
quindi, sia il 380 V trifase per alimentare macchinari che il 230 V monofase per stampanti, PC, fax etc.

TRIANGOLO



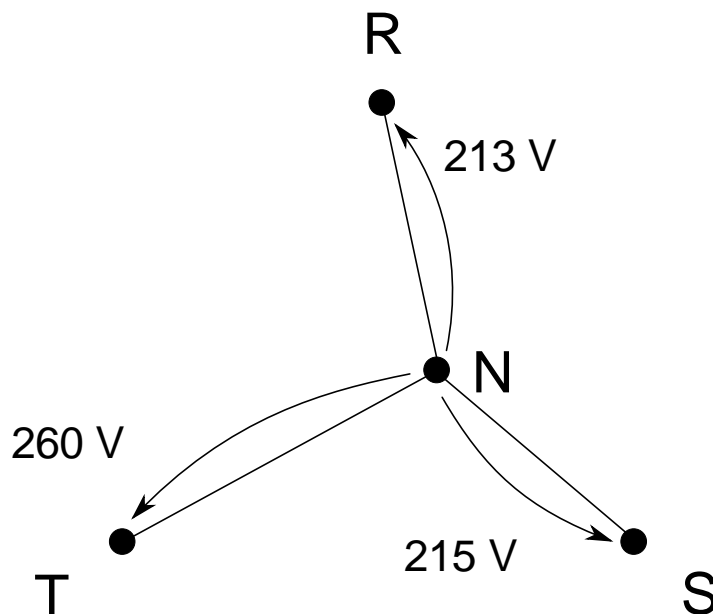
La distribuzione avviene attraverso 4 cavi: 3 Fasi (R S T) e il Neutro (N). Tra ogni Fase (R S T) si ha circa 380 V, mentre tra una Fase (R S T) e il Neutro (N) si ha circa 230 V. Normalmente questo tipo di alimentazione viene chiamata trifase (3 Fasi) ed utilizzata in ambito industriale.

STELLA



La distribuzione avviene con 2 cavi (L e N) con una tensione tra loro di circa 230 V. In realtà ogni Fase (L) è una delle 3 fasi della stella (R S T). Normalmente questa alimentazione viene utilizzata in ambito domestico e chiamata monofase (1 Fase). Per esempio, in una palazzina con 3 appartamenti, uno viene alimentato tra R-N, il secondo tra S-N e il terzo tra T-N per mantenere la stella bilanciata.

STELLA SBILANCIATA



Se il carico applicato ad ognuna delle Fasi e' sensibilmente diverso da quello delle altre, si rischia di sbilanciare la "stella": il Neutro non e' piu' centrato. In questi casi le tre Fasi verso Neutro sono differenti.

Anche il tipo di carico applicato, ad esempio una lampada alogena piuttosto che una lampada neon, contribuisce a questo sbilanciamento/sfasamento.

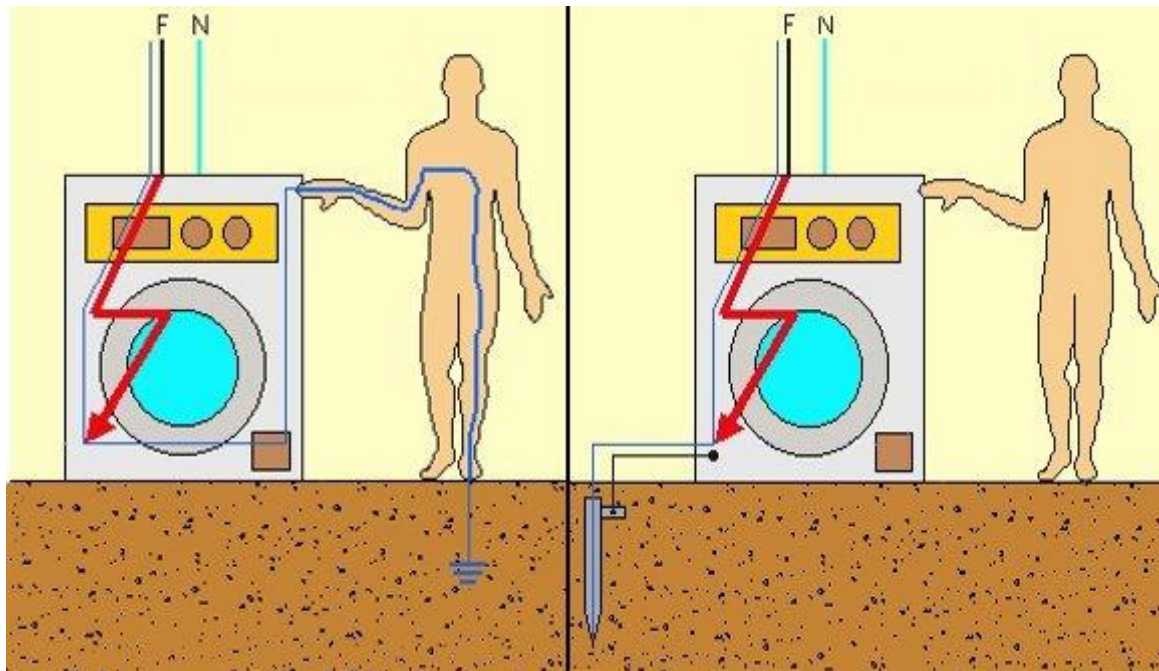
In ambito industriale e' obbligatorio adottare sistemi di bilanciamento/rifasamento perche' lo squilibrio non e' solo relativo all'utenza, ma puo' influire anche sulle utenze adiacenti. Anche nelle cabine elettriche sono presenti sistemi automatici di rifasatura/ribilanciamento per mantenere stabile la stella.

Capita, talvolta, che la stella si sbilanci quando viene accesa l'illuminazione stradale, oppure quando in ambito industriale si utilizzano utenze con assorbimenti elevati. In ambito domestico le utenze come il frigorifero (sempre alimentato ma con partenze sporadiche) o le luci con varia - luce (dotate quindi di elettronica di pilotaggio), possono creare interferenze sporadiche.

MESSA A TERRA E DIFFERENZIALE

La messa a terra e' un sistema di sicurezza fondamentale per non prendere la scossa toccando le apparecchiature guaste. Le normative vigenti obbligano i produttori a realizzare i loro prodotti con sistemi di messa a terra.

Il sistema prevede che ogni parte di un prodotto che possa accidentalmente portare tensione debba essere collegato al morsetto di terra. Quando viene installato il prodotto, lo stesso deve essere collegato al sistema di messa a terra dell'impianto.

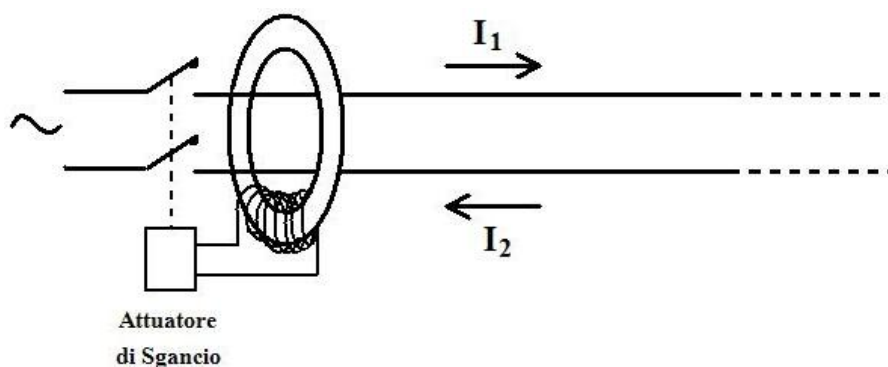


Nello schema si vede una lavatrice alimentata con F-N. Quella di sinistra non è collegata a terra a differenza di quella di destra. Entrambe le lavatrici a causa di un guasto hanno la carcassa in tensione. Chi tocca quella di sinistra prenderà la scossa, mentre chi tocca quella di destra no grazie alla messa a terra.

La corrente, come l'acqua, sceglie sempre la via più facile. Il sistema di messa a terra offre una resistenza al passaggio della corrente minima, teoricamente nulla, mentre una persona ha una resistenza di circa 3 kΩ da vincere.

In ogni caso però una minima corrente passa nel corpo umano e per questo motivo negli impianti elettrici viene adottato un Differenziale o Salvavita che interviene come rileva una "fuga" di corrente.

Se consideriamo come generatore di un circuito elettrico di un appartamento il contatore della luce, la corrente che entra nell'appartamento deve essere la stessa di quella che ne esce. La medesima cosa avviene in un circuito riscaldamento dove l'acqua che esce dalla mandata di una caldaia è la stessa che rientra dal ritorno.



Nell'esempio di destra, dove la lavatrice scarica verso terra la carcassa, il Differenziale riconosce questa "fuga" e interrompe l'alimentazione ancora prima che qualcuno possa prendere la scossa. Nell'esempio di sinistra, invece, solo quando qualcuno toccherà la lavatrice,

prendendo la scossa per frazioni di secondo, farà intervenire il Differenziale per interrompere l'alimentazione.

A conclusione l'installazione di un Differenziale nell'impianto garantisce in ogni caso un ottimo livello di sicurezza. E' tuttavia consigliato che ogni dispositivo sia collegato al sistema di messa a terra.

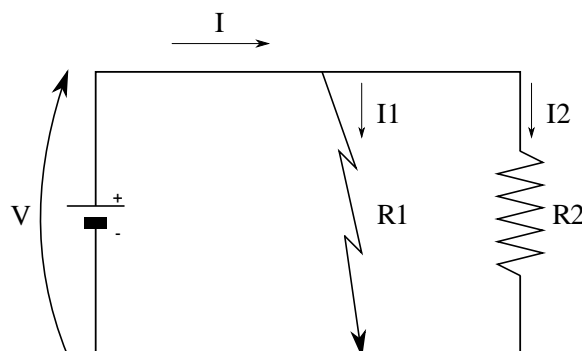
CORTO CIRCUITO E MAGNETO-TERMICO

Il nome stesso "Corto Circuito" indica la presenza di un circuito molto corto fatto percorrere dalla corrente, praticamente nullo, ma non dal punto di vista della lunghezza del cavo, da dal punto di vista della resistenza. Corto Circuito significa un circuito con una resistenza praticamente nulla.

Se la formula per calcolare la corrente e':

$$I = \frac{V}{R}$$

Come la resistenza (R) tende ad essere sempre piu' piccola, la corrente (I) si incrementa di molto. Se per un guasto od un errore vengono uniti i due cavi di alimentazione della nostra stufetta elettrica otterremo il passaggio di un'elevata corrente:



$$I1 = \frac{230 \text{ V}}{0 \Omega} = \infty$$

Questo elevato passaggio di corrente provocherebbe il surriscaldamento dei cavi oltre a danni seri al generatore od ad altro nel circuito. Nei circuiti elettrici e' quindi previsto da normativa l'adozione di un interruttore magnetotermico che come rileva il passaggio di una corrente superiore alla sua soglia, toglie l'alimentazione elettrica sotto di lui.

Se in un impianto circola ad esempio 5 A, viene montato un magnetotermico di 6 A o 10 A per protezione in modo che se la corrente supera 6 A o 10 A la sicurezza interviene a togliere l'alimentazione elettrica.

DIFFERENZA TRA ALIMENTAZIONE FASE-NEUTRO E FASE-FASE

FASE-NEUTRO

Con un'alimentazione di questo tipo, se si misura la tensione tra Fase (L) e Terra (\perp) otteniamo circa 230 V, mentre tra Neutro (N) e Terra (\perp) otteniamo 0 V.

In tutta Italia la distribuzione elettrica DOVREBBE essere così.

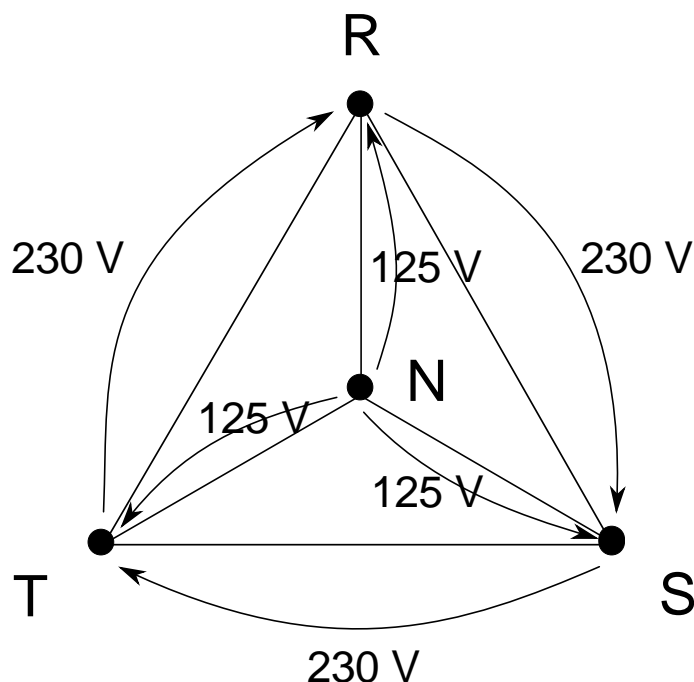
FASE-FASE

Con un'alimentazione di questo tipo, se si misura la tensione tra Fase (L) e Terra (\perp) otteniamo circa 130 V, mentre tra Neutro (N) e Terra (\perp) otteniamo 100 V.

Questo tipo di alimentazione, inoltre, può portare all'inversione di Fase anche dopo pochi secondi rilevando ad esempio 130 tra Neutro (N) e Terra (\perp) e 100 V tra Fase (L) e Terra (\perp).

In questo caso abbiamo un sistema con Fase-Fase flottante.

Uno dei motivi per cui si ha questa alimentazione è la distribuzione con sistema trifase 230 V e non 380 V.



All'utenza monofase non viene portata, quindi, una Fase (L) e un Neutro (N), ma bensì due fasi (R-S = L1- L2).

La tensione tra i due cavi è sempre 230 V, quindi le utenze classiche come un televisore o un PC funzionano, ma verso terra ovviamente è circa la metà. Inoltre se la stella si sbilancia si rischia di avere 130 V / 100 V (L1-L2) e magari alcuni secondi dopo 100 V / 130 V (L1-L2)

ALIMENTAZIONE RICHIESTA

I nostri prodotti richiedono un'alimentazione elettrica monofase 230 V / 50 Hz conforme alla EN60335-1 come riportato nei manuali installatore.

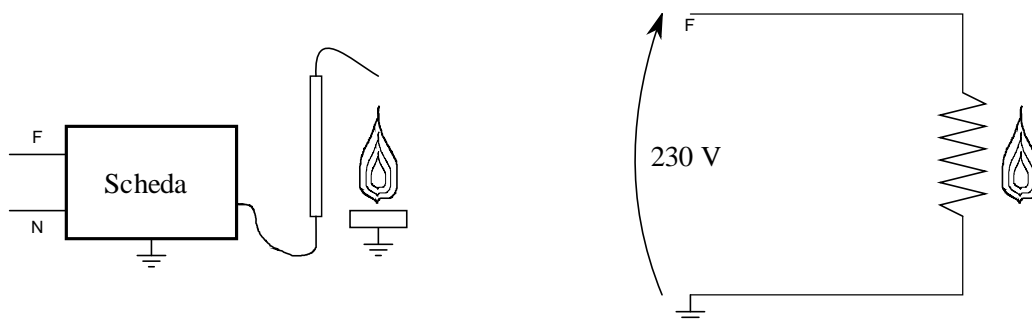
È obbligatorio il collegamento con una sicura messa a terra, secondo la normativa vigente.

È inoltre consigliato rispettare il collegamento Fase Neutro (L-N). Viene chiesto, quindi, di avere una Fase (L) a 230 V verso Terra (\perp) e 0 V tra Neutro (N) e Terra (\perp).

RILEVAZIONE DI FIAMMA

Negli ultimi anni alcune nostre caldaie sono diventate monolettrodo, quindi con un unico elettrodo prima scintillano e poi rilevano la presenza della fiamma, e non sono polarizzate come alimentazione, quindi si può invertire Fase con Neutro anche se si consiglia sempre di portare la tensione maggiore alla Fase di caldaia.

La fiamma conduce corrente poiché ionizza l'aria, quindi se si applica una tensione tra l'elettrodo e il bruciatore (messo a terra), circola una piccolissima corrente chiamata corrente di ionizzazione. La corrente è così piccola da non interessare il differenziale dell'impianto, ma sufficiente a far rilevare alle nostre schede la presenza della fiamma.



La presenza della terra nell'impianto è quindi fondamentale sia per la sicurezza, che per la rilevazione della fiamma.

Il valore di corrente deve essere compreso all'interno di un range per essere considerato valido, ma si tratta comunque di micro Ampere (μA), quindi se la tensione di alimentazione cala da 230 V a 180 V, la corrente cala proporzionalmente con il rischio che l'elettronica non rilevi più la fiamma.

Anche in caso di alimentazione Fase-Fase si potrebbe avere mancata rilevazione della fiamma poiché la tensione interessata verso terra non è 230 V, ma 130 V o anche 100 V.

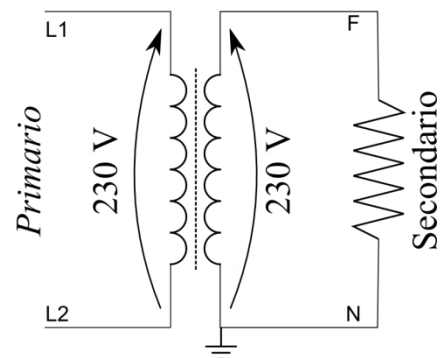
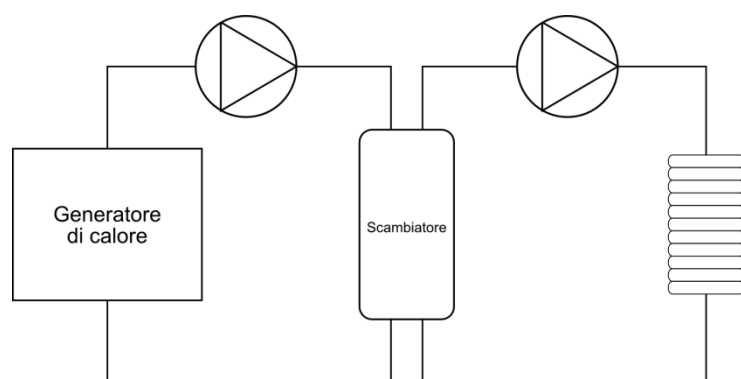
Di seguito riportiamo alcune soluzioni per migliorare la rilevazione di fiamma.

POLARIZZAZIONE

Le nostre ultime schede sono omologate per essere modificate sul campo e per renderle più sensibili nella rilevazione della fiamma anche se poi diventano polarizzate. Modificando le schede, quindi, le stesse rileveranno la fiamma anche se è presente una corrente di ionizzazione inferiore, obbligando però ad avere la tensione maggiore tra Fase e Terra. Sistemi con Fase-Fase flottante possono rendere questa modifica insufficiente al fine della rilevazione della fiamma.

TRASFORMATORE D'ISOLAMENTO

Il trasformatore d'isolamento permette di isolare due circuiti elettrici, un po' come uno scambiatore a piastre posto tra 2 circuiti idraulici.



Il calore del generatore viene portato allo scambiatore a piastre che lo cede al circuito riscaldamento mantenendo però separate le due acque.

Nello stesso modo, il trasformatore d'isolamento permette di isolare il circuito a monte da quello a valle. Se si porta un'alimentazione Fase-Fase (L1-L2) al primario del trasformatore e si mette uno dei due poli di uscita a terra, forzandolo così a 0 V (N), l'altro diventa circa pari alla somma di L1 e L2, quindi i 230 V (F) richiesti.

Con questo sistema una caldaia verrebbe alimentata con un'alimentazione corretta e non avrebbe problemi a rilevare la fiamma.

Trattandosi di un trasformatore d'isolamento, tuttavia, isola nel vero senso del termine la caldaia dai sistemi di sicurezza, come il Differenziale, posti a monte del trasformatore stesso.

Ricordando che si tratta di una modifica all'impianto elettrico, si consiglia di utilizzare un trasformatore d'isolamento solo come ultima risorsa e si invita a farlo dimensionare e installare ad un elettricista che possa verificare le sicurezze anche a valle dello stesso.

POLARIZZAZIONE DELLE SCHEDE

Riportiamo per ogni scheda omologata la procedura per renderle polarizzate.

ABX

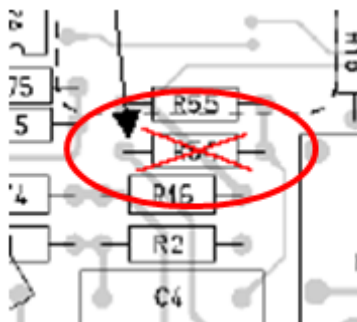
La scheda non e' polarizzata e lavora anche con alimentazione Fase-Fase.

La scheda non lavora con alimentazione Fase-Fase flottante senza riferimento di Terra.

ACF01 - ACF02

Nel corso degli anni abbiamo avuto varie versioni di modulo ACF

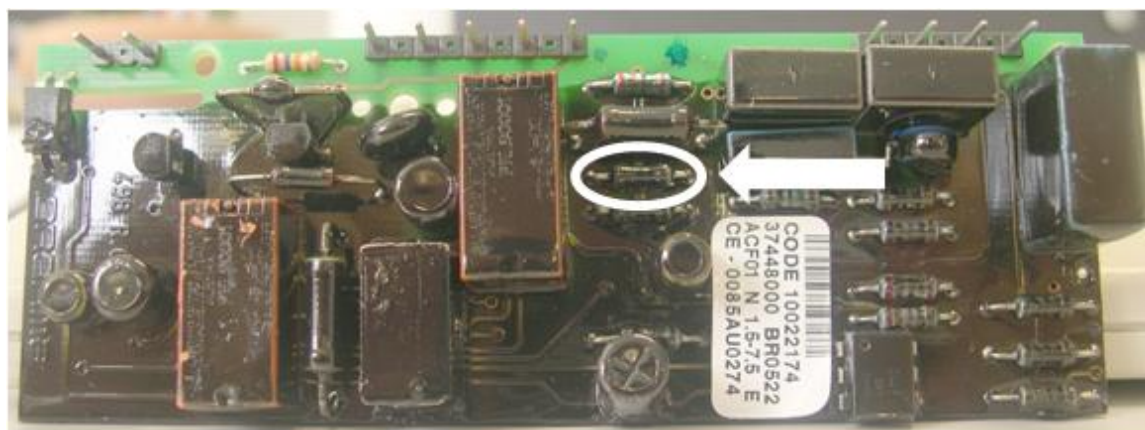
In questo bisogna tagliare la resistenza R54:



In questo la resistenza R66:



In questo non e' leggibile la resistenza e bisogna appoggiarsi alla seguente immagine:



ADX

La scheda non e' polarizzata e lavora anche con alimentazione Fase-Fase.

La scheda non lavora con alimentazione Fase-Fase flottante senza riferimento di Terra.

AE0X

La scheda non e' polarizzata e lavora anche con alimentazione Fase-Fase.

La scheda non lavora con alimentazione Fase-Fase flottante senza riferimento di Terra.

AKL1/2/3/4/5

A seconda se verde o rossa, cambia la posizione della resistenza da tagliare.



[VERDE - Resistenza R83]



[ROSSA - Resistenza R82]

CPX

Fare riferimento alle ACF01

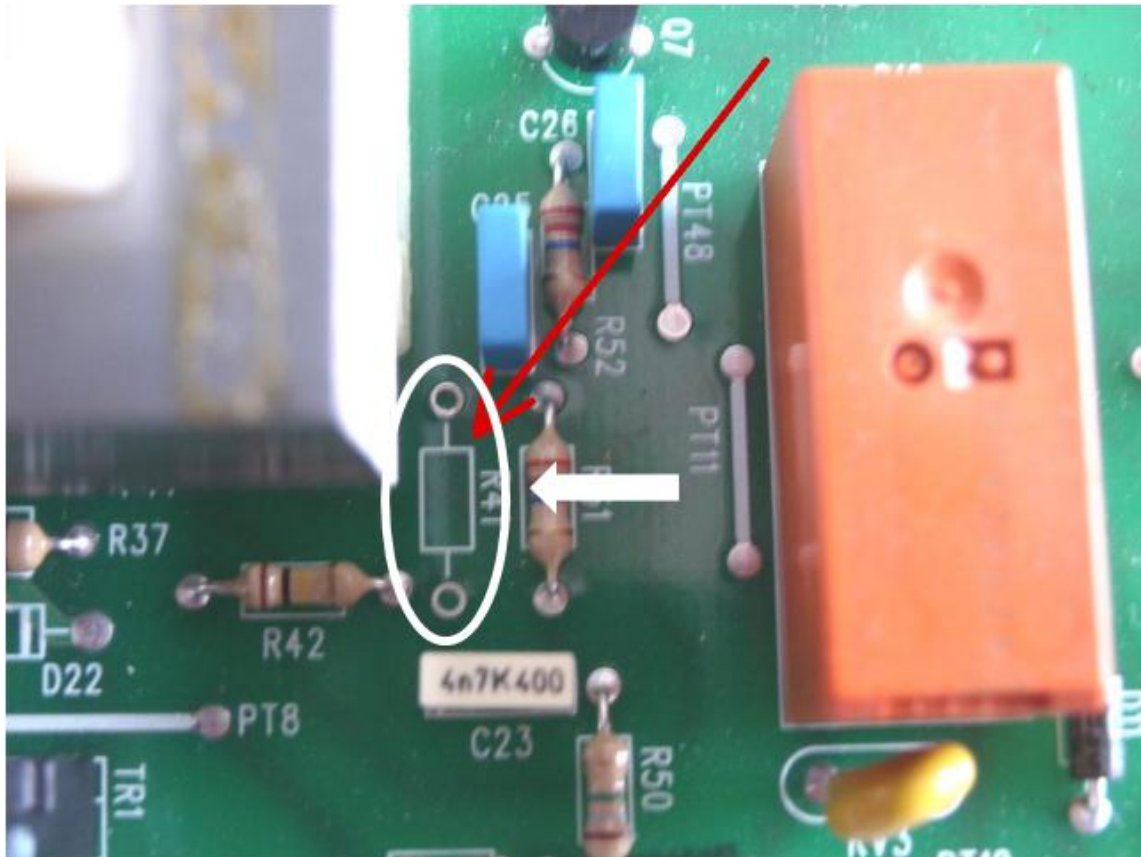
CPBTRX

La scheda non e' polarizzata e lavora anche con alimentazione Fase-Fase.

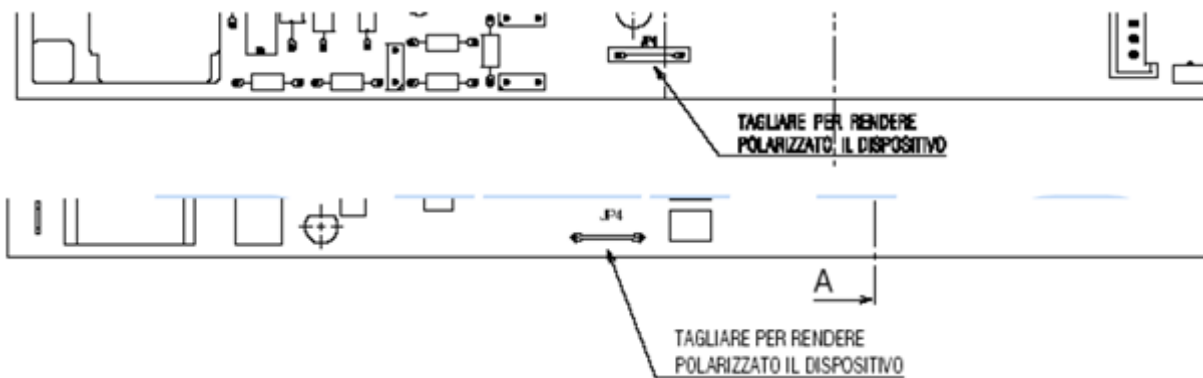
La scheda non lavora con alimentazione Fase-Fase flottante senza riferimento di Terra.

IC21

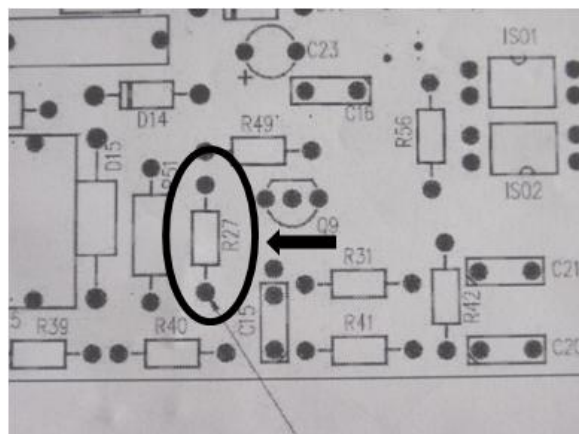
Tagliare resistenza R41

**IWHX**

Nelle ultime versioni, tagliare il ponticello a filo JP4:



Nelle prime versioni di IWH01N2 bisognava tagliare la resistenza R27:



MCX

Fare riferimento alle ACF02.

MP04-MP08

A seconda se e' verde o rossa, cambia la posizione della resistenza da tagliare.



[VERDE - Resistenza R46]



[ROSSA - Resistenza R82]

MP05

Tagliare resistenza R82



MP14

Tagliare resistenza R46



MONITORAGGIO ALIMENTAZIONE

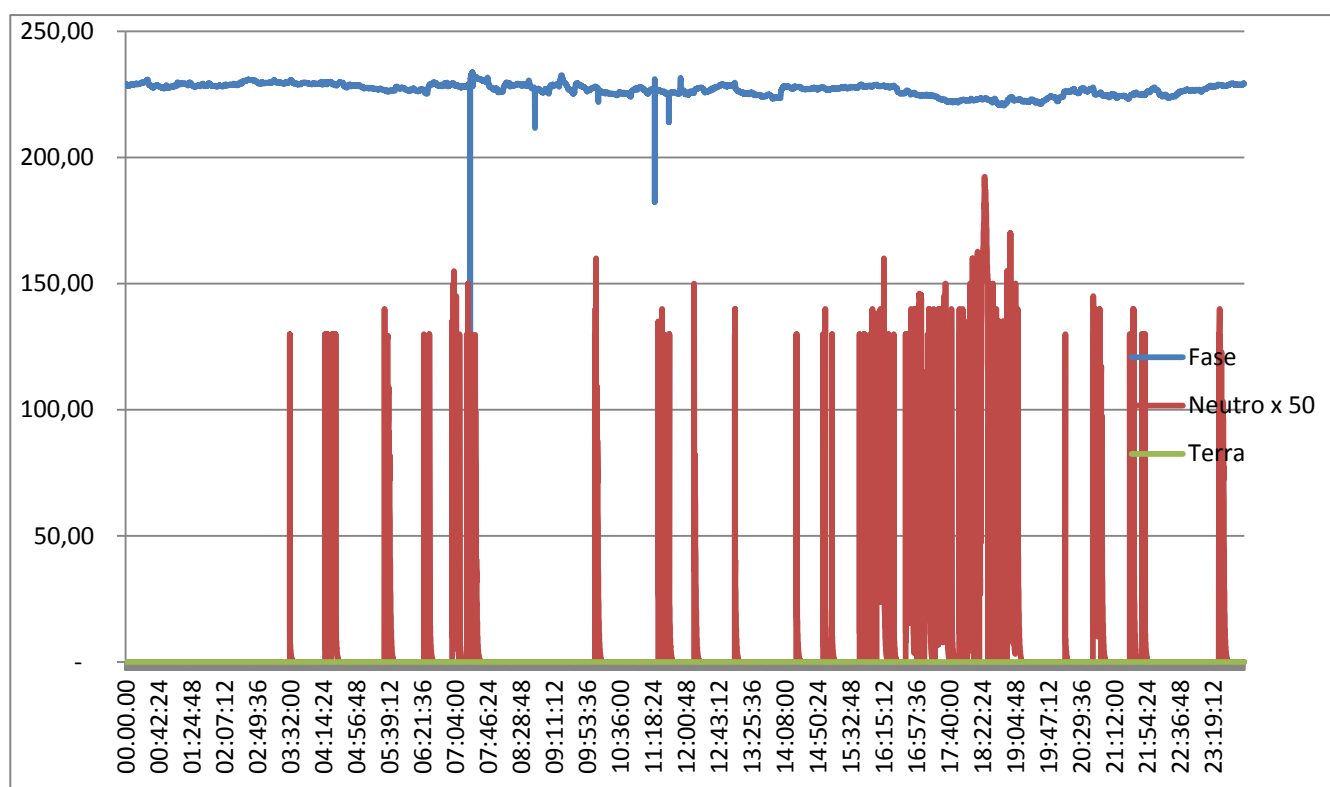
E' importante verificare fin dalla prima accensione la tensione di alimentazione tra Fase-Terra, Neutro-Terra e Carcassa-Terra fornita alla caldaia. In questo modo si puo' intervenire fin da subito per evitare anomalie successive dovute a problemi di alimentazione.

Il multimetro digitale o tester e' indispensabile per eseguire questa operazione.

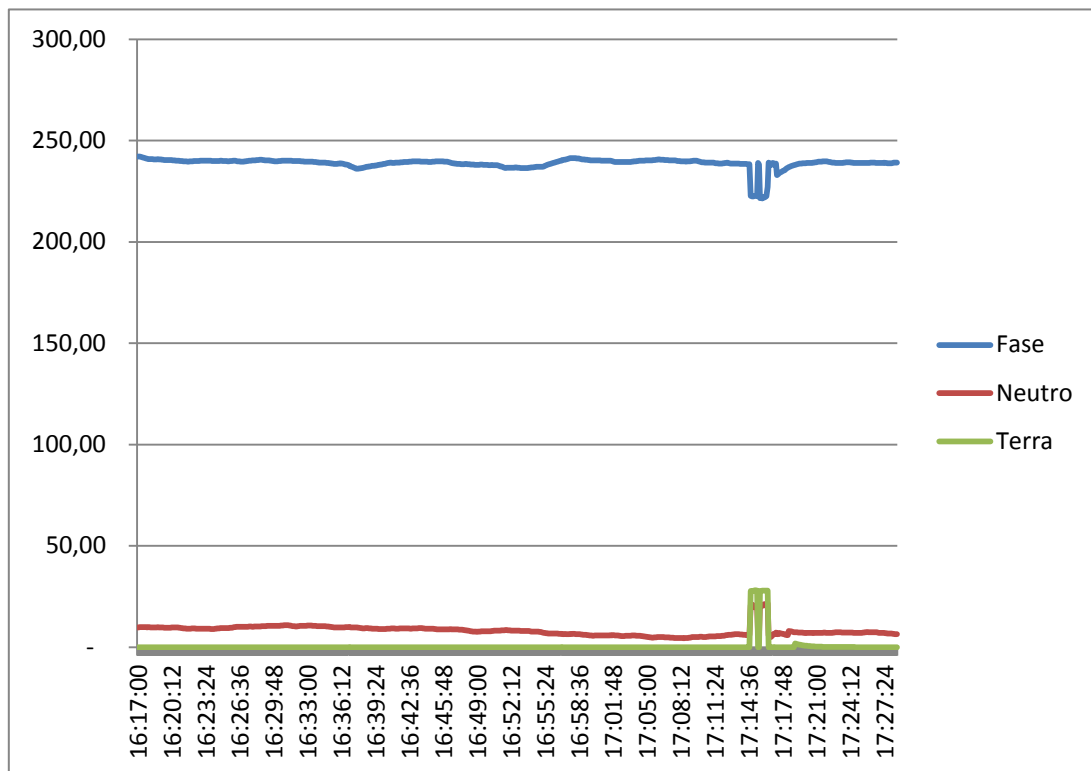
Ci sono pero' alcuni casi in cui l'alimentazione elettrica da un andamento regolare si squilibra e per evitare di perdere preziose ore dal cliente, si possono utilizzare registratori di tensione trifase per monitorare e registrare ogni tot secondi il valore tra Fase-Terra, Neutro-Terra e Carcassa-Terra.

Di seguito riportiamo alcuni grafici ottenuti dalle registrazioni eseguite in questi anni:

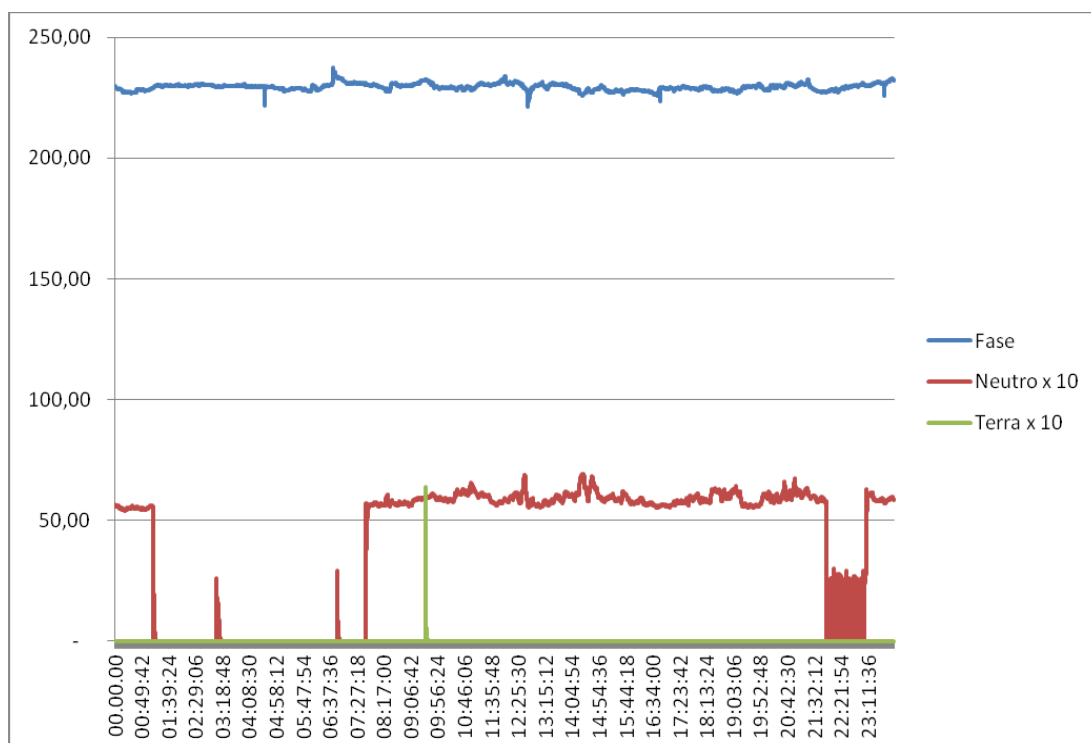
DISTURBI



In questo caso abbiamo un sistema Fase-Neutro anche se e' stato registrato un calo di Fase di un centinaio di Volt per qualche secondo. Il Neutro presenta un andamento instabile: nel grafico sono stati ingranditi di 50 volte i valori del Neutro per evidenziare questo andamento. Si tratta in realta' di picchi sui 3/4 V sul neutro, ma questo andamento in genere e' sintomo di disturbi di alimentazione elettrica.

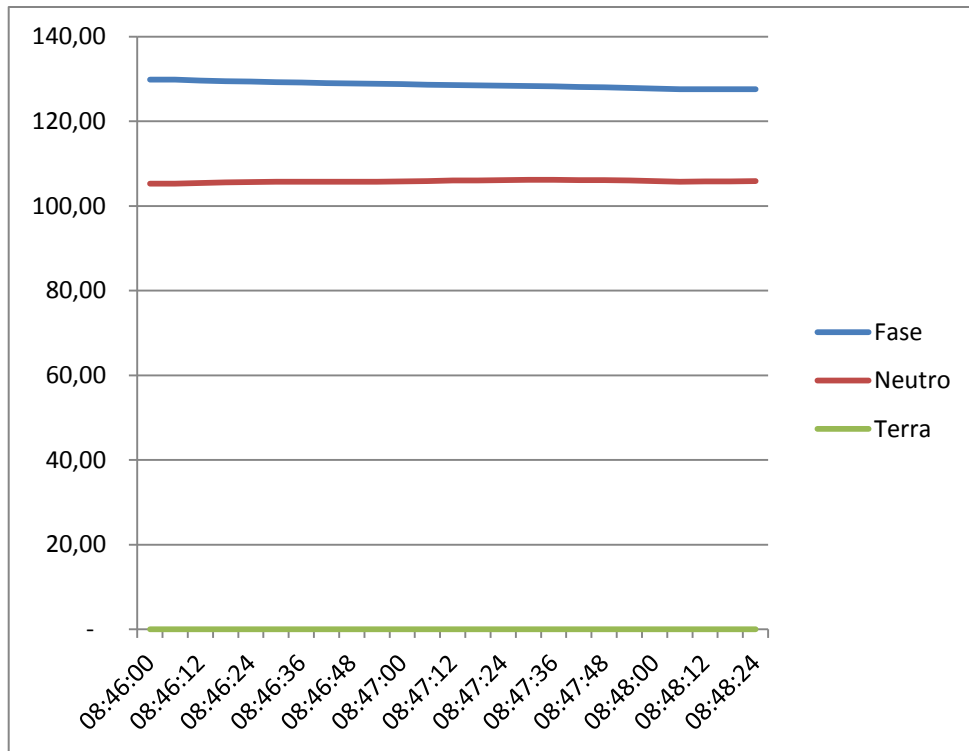


Anche in questo caso abbiamo un sistema Fase-Neutro, ma il Neutro e' circa sui 10 V e lo strumento ha anche rilevato problemi di Terra. Si nota anche come questo picco di Terra ha influenzato sia il Neutro che la Fase.



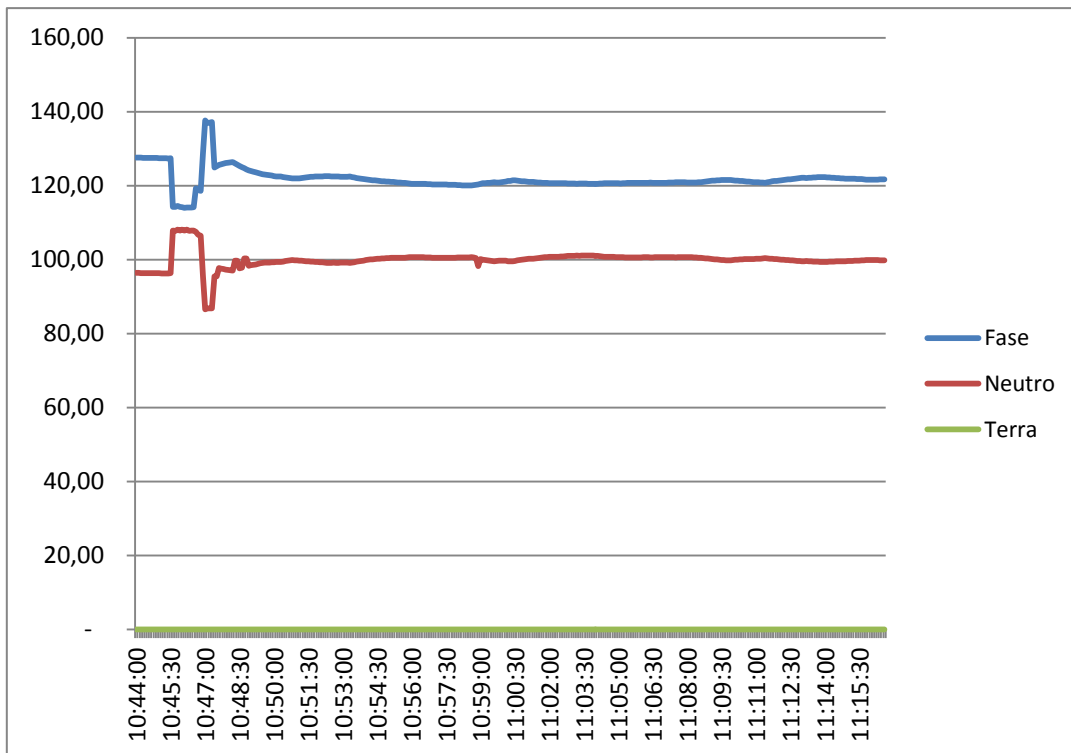
Sempre alimentazione Fase-Neutro, ma il neutro (moltiplicato x 10 nel grafico) raggiunge valori di tensione in determinate ore della giornata. La terra (moltiplicata x 10 nel grafico) ha dato, inoltre, un picco sui 5 V a dimostrazione che non e' regolare.

FASE-FASE



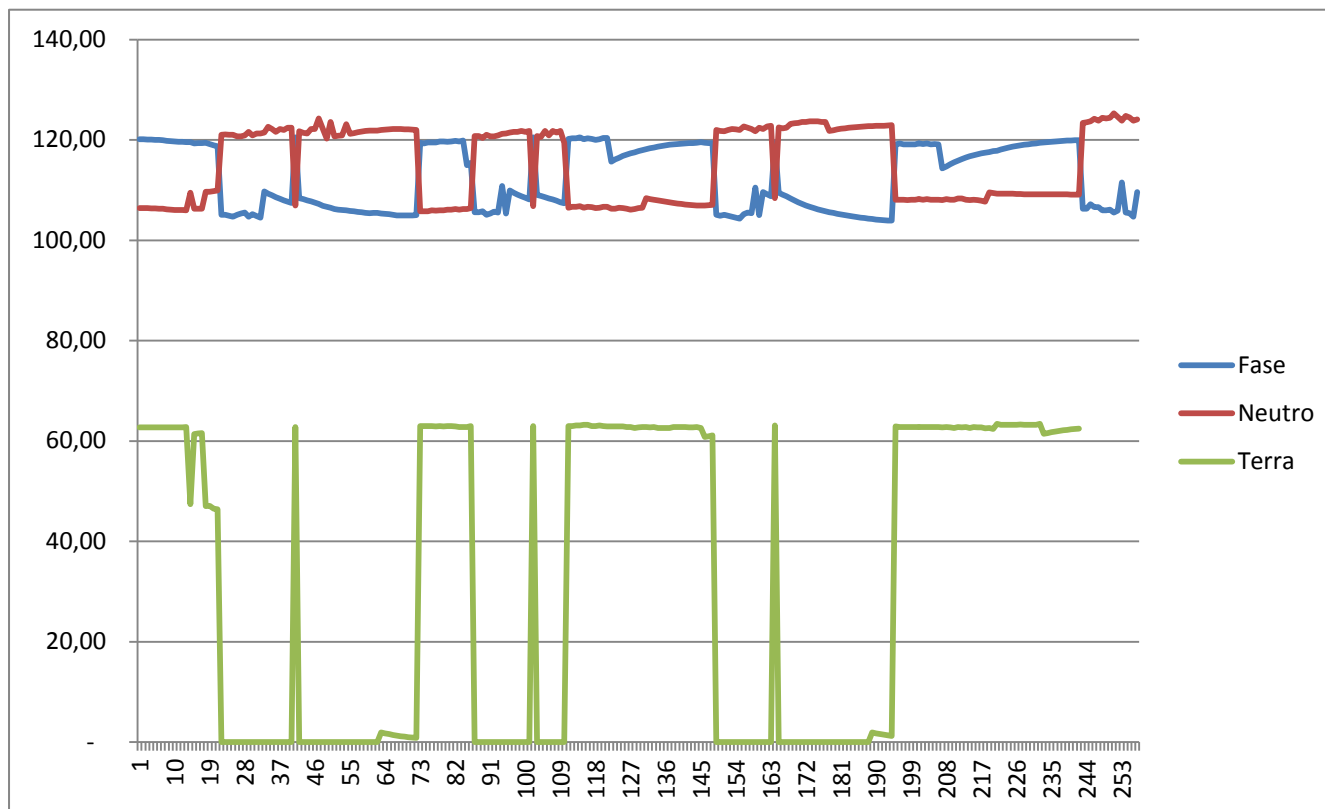
Questa e' un'alimentazione Fase-Fase regolare/stabile.

In questo caso polarizzando la scheda abbiamo risolto la mancata rilevazione.



Questa e' un'alimentazione Fase-Fase che in alcuni momenti ha alcune variazioni, ma comunque garantisce sempre il valore maggiore di tensione sulla Fase.

In questo caso polarizzando la scheda abbiamo risolto la mancata rilevazione.



Questa e' un'alimentazione Fase-Fase flottante con la Terra non accettabile in quanto lo strumento ha rilevato tensione tra Carcassa-Terra con valori molto significativi. Polarizzando la scheda abbiamo comunque risolto la mancata rilevazione, ma non e' garantita la soluzione a lungo termine a causa della Terra non regolare.

ALTRI DISTURBI

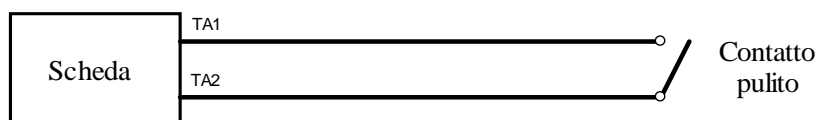
Abbiamo già affrontato nelle pagine precedenti i disturbi legati all'alimentazione elettrica, ora riportiamo alcune note sui disturbi causati dalla linea che unisce la caldaia con:

- termostato ambiente;
- fine corsa delle valvole di zona;
- comando remoto;
- sonda esterna;
- quant'altro venga collegato alla caldaia elettricamente.

Ovviamente in tutti i casi, gli accessori collegati non devono portare tensione in scheda caldaia, sono infatti contatti puliti i primi due, un bus di comunicazione il terzo e infine un sensore di temperatura il quarto. Ma vediamo in dettaglio come lavorano.

CONTATTO PULITO

Analizziamo questo circuito elettrico:



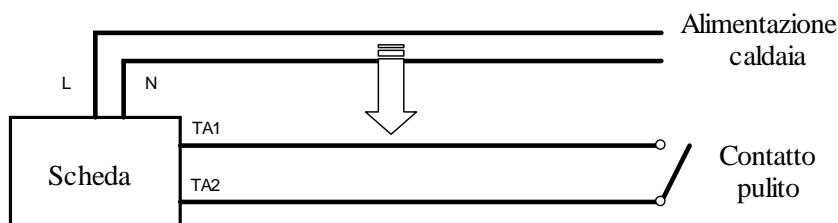
Come fa la scheda a capire se il contatto pulito viene chiuso?

Semplicemente porta una tensione ad uno dei due poli, ad esempio TA1, in modo che se il contatto pulito chiude, la scheda rileva una tensione all'altro polo (TA2).

Per questo motivo è importante che venga collegato alla scheda un contatto "pulito", quindi privo di tensione, altrimenti la scheda non può capire se è chiuso o aperto.

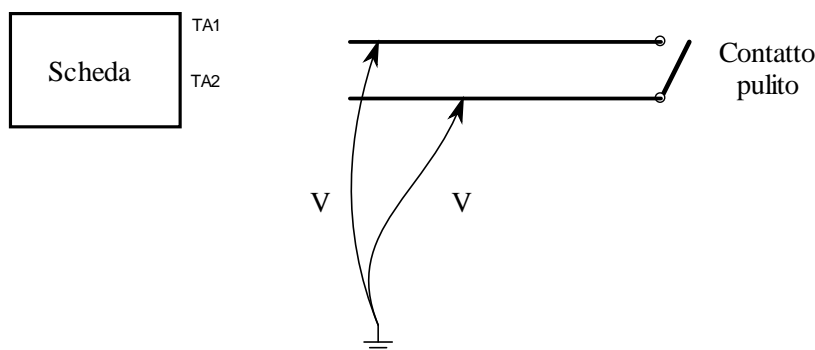
Ed è per questo motivo che se scollegate entrambi i fili dal morsetto TA della caldaia, trovate proveniente dalla scheda una tensione tra un polo e la terra. Questa tensione sulle vecchie schede è 230 Vac (ac=alternata) e nelle nuove è 24 Vdc (dc=continua).

Analizziamo ora questo circuito elettrico che corrisponde a quanto in realtà si può rilevare sull'impianto:



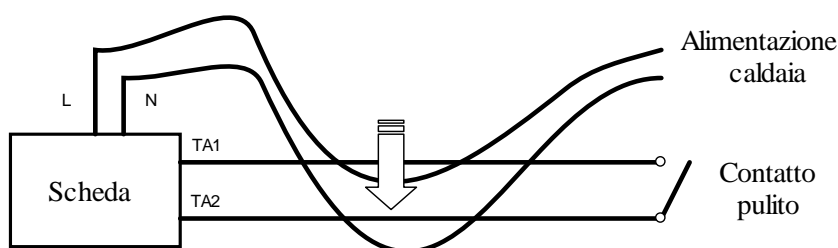
La caldaia è alimentata con il 230 V, ma nonostante la normativa preveda di tenere in differenti canaline i segnali di potenza (alimentazione), da quelli di segnale (TA, REC, sonde, etc), spesso questi vengono messi assieme. Passando i cavi con la corrente di alimentazione vicino a quelli del segnale, si viene a formare una tensione di accoppiamento nei cavi del contatto pulito. Quindi se li scollegiamo dalla scheda, dal TA1 e TA2 per intenderci, e misuriamo la

tensione tra ogni singolo filo e la messa terra troviamo tensioni di 30 o anche 70 V. Attenzione che la misurazione va sempre fatta con la caldaia alimentata.



E' importante che vengano scollegati entrambi per escludere la tensione della scheda.

Alcune volte quando vengono infilati assieme, i cavi non solo passano vicini, ma risultano addirittura avvolti a spirale uno sull'altro, come nel secondo esempio, e quindi la tensione puo' essere anche maggiore.



Si sono verificati piu' casi in cui questa tensione ha impedito alla scheda di funzionare regolarmente, non facendogli rilevare correttamente la fiamma o addirittura alterandone sensibilmente la logica di funzionamento.

COMANDO REMOTO

Per far funzionare il comando remoto, la scheda utilizza un BUS di comunicazione, quindi applica una tensione, in genere ad onda quadra, e attraverso questo canale il comando remoto prende l'alimentazione e comunica. E' molto simile al concetto di linea telefonica in cui il telefono viene alimentato e comunica con solo due fili.

Vale tutto quanto riportato sopra per il contatto pulito, solo che in questo caso questi disturbi possono anche compromettere il funzionamento dello stesso comando remoto.

SONDA ESTERNA

La sonda esterna e' una NTC (12 kOhm@25°C), quindi una resistenza che varia di valore in funzione della temperatura. La scheda applica una tensione specifica ai capi della sonda e misura la corrente che l'attraversa. Vale infatti la legge di Ohm trattata nelle prime pagine di questo documento. Se oltre alla tensione applicata dalla scheda, viene applicata una tensione esterna, il valore ottenuto di corrente cambia e quindi il valore di resistenza calcolato cambia. In pratica la sonda legge valori non corretti.

Oltre a questo la stessa tensione esterna puo' essere la causa di malfunzionamento della scheda elettronica come gia' riportato nei punti precedenti.