

COME NASCE IL PROGETTO EKOVAR

EKOVAR

(ENERGY RECOVERY SYSTEM)

(Recuperatore Di Energia Elettrica Per Utenze Residenziali)

Una centrale di produzione di energia elettrica da **1 MVA** è in grado di erogare, a 400 V, una corrente I_n pari a:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi} = \frac{1000000}{1,73 \times 400 \times 1} = \mathbf{1445,08 \text{ A}}$$

La potenza nominale P_n è sempre espressa in kVA o MVA in quanto si considera la capacità di alimentare un carico puramente resistivo, quindi a $\cos\varphi = 1$.

Nel caso in cui tale centrale dovesse alimentare ad esempio un carico con $\cos\varphi = 0,9$, a parità di corrente assorbita avremo una potenza P_n pari a:

$$P_n = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos\varphi = 1,73 \times 400 \times 1445,08 \times 0,9 = \mathbf{900 \text{ kW circa}}$$

Nel caso in cui tale centrale dovesse alimentare ad esempio un carico con $\cos\varphi = 0,8$, a parità di corrente assorbita avremo una potenza P_n pari a:

$$P_n = \sqrt{3} \times V_n \times I_n \times \cos\varphi = 1,73 \times 400 \times 1445,08 \times 0,8 = \mathbf{800 \text{ kW circa}}$$

Ne deriva che la stessa centrale di produzione sarà in grado di alimentare un carico di:

- 1000 kW a $\cos\varphi = 1$
- 900 kW a $\cos\varphi = 0,9$
- 800 kW a $\cos\varphi = 0,8$

di conseguenza affermiamo che il $\cos\varphi$ è un parametro determinante per l'assorbimento di energia elettrica di un carico.

Un impianto a basso $\cos\varphi$ converte in potenza attiva un valore di potenza minore a quanto possibile. Nel caso di un carico con $\cos\varphi=1$ la potenza apparente coincide con la potenza attiva.

Nel caso di un carico con $\cos\varphi=0,9$ avremo una perdita di energia attiva $P_p=10\%$; con $\cos\varphi=0,8$ $P_p=20\%$; con $\cos\varphi=0,7$ $P_p=30\%$.

Se vogliamo sfruttare al massimo l'energia prodotta da una centrale elettrica, dobbiamo immettere nell'impianto una quantità di energia reattiva capacitiva tale da compensare quella reattiva induttiva in eccedenza.

Così facendo tendiamo a riportare l'angolo di sfasamento tra tensione e corrente ad un valore tendente ad 1.

Il $\cos\varphi$ è il coseno dell'angolo φ tra la corrente e la tensione in un sistema elettrico in corrente alternata. Il $\cos\varphi$ quindi viene anche definito come il coseno dell'angolo la cui tangente è φ .

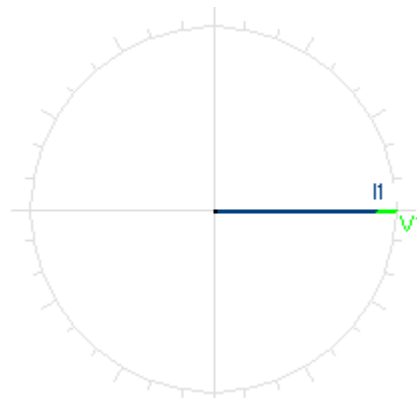
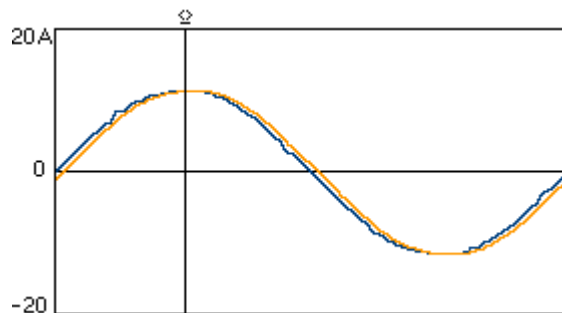
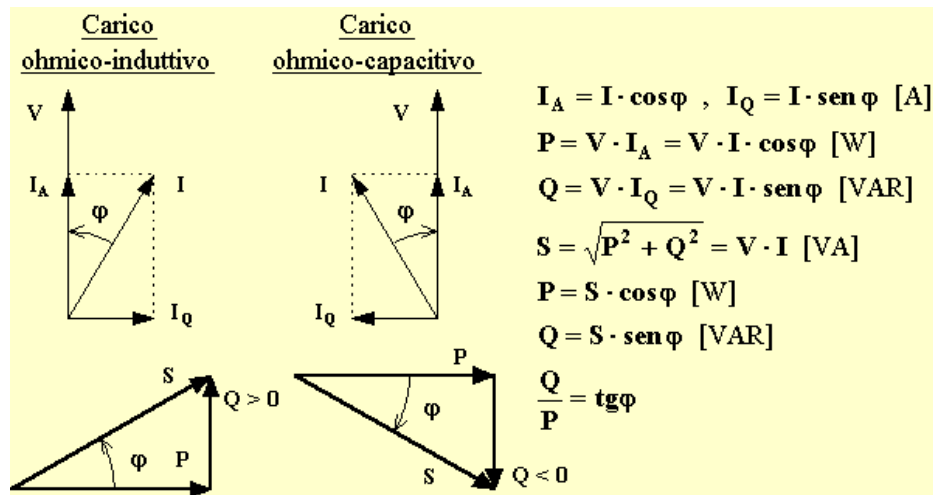


Grafico rappresentante l'andamento di tensione e corrente riferito ad un carico puramente resistivo.

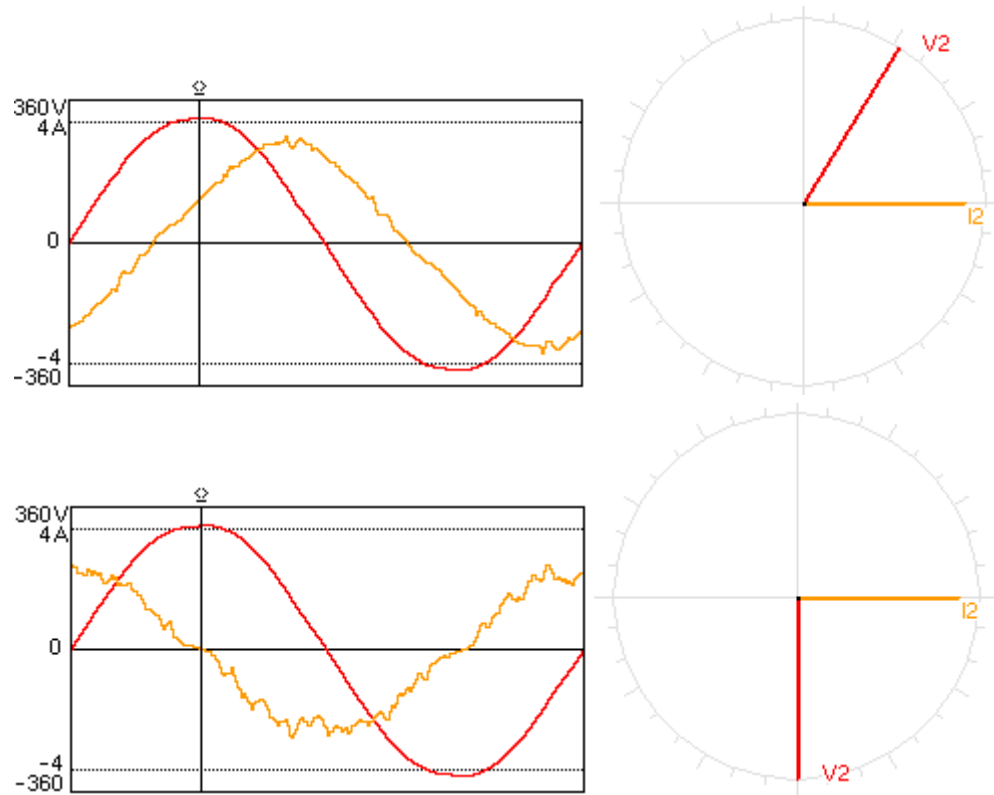


Grafico rappresentante l'andamento di tensione e corrente riferito ad un carico Ohmico-induttivo.

Grafico rappresentante l'andamento di tensione e corrente riferito ad un carico puramente capacitivo.

La potenza reattiva può essere induttiva o capacitiva.

La potenza reattiva induttiva si ha quando l'energia viene assorbita e restituita alternativamente da un campo magnetico (trasformatore, motore, induttanza in genere, ecc.).

La potenza reattiva capacitiva invece si ha quando l'energia viene assorbita e restituita alternativamente da un campo elettrico (armature di condensatore).

In un circuito Ohmico $\varphi = 0$ e $\text{sen}\varphi = 0$

In un circuito con sfasamento di 90° tra V ed I, $\text{sen}\varphi = 1$ essendo:

$$Q = V \times I \times \text{sen}\varphi = V \times I = A$$

La quantità di energia è definita dalla potenza istantanea per l'unità di tempo, quindi avremo le seguenti espressioni:

$$E_a = P \times t = W \times \text{sec} \quad \rightarrow \quad 1000W \times 1h = 1 \text{ kWh} \quad (\text{energia attiva})$$

$$E_r = Q \times t = \text{VAR} \times \text{sec} \quad \rightarrow \quad 1000\text{VAR} \times 1h = 1 \text{ kVARh} \quad (\text{energia reattiva})$$

$$E_s = A \times t = \text{Va} \times \text{sec} \quad \rightarrow \quad 1000\text{VA} \times 1h = 1 \text{ kVAh} \quad (\text{energia apparente})$$

RAPPORTO TRA $\cos\varphi$ e $\tan\varphi$

$\cos\varphi$ 0,45 → $\tan\varphi$ 1,98

$\cos\varphi$ 0,50 → $\tan\varphi$ 1,73

$\cos\varphi$ 0,55 → $\tan\varphi$ 1,52

$\cos\varphi$ 0,60 → $\tan\varphi$ 1,33

$\cos\varphi$ 0,65 → $\tan\varphi$ 1,17

$\cos\varphi$ 0,70 → $\tan\varphi$ 1,02

$\cos\varphi$ 0,71 → $\tan\varphi$ 0,99

$\cos\varphi$ 0,72 → $\tan\varphi$ 0,96

$\cos\varphi$ 0,73 → $\tan\varphi$ 0,94

$\cos\varphi$ 0,74 → $\tan\varphi$ 0,91

$\cos\varphi$ 0,75 → $\tan\varphi$ 0,88

$\cos\varphi$ 0,76 → $\tan\varphi$ 0,86

$\cos\varphi$ 0,77 → $\tan\varphi$ 0,83

$\cos\varphi$ 0,78 → $\tan\varphi$ 0,80

$\cos\varphi$ 0,79 → $\tan\varphi$ 0,78

$\cos\varphi$ 0,80 → $\tan\varphi$ 0,75

$\cos\varphi$ 0,81 → $\tan\varphi$ 0,72

$\cos\varphi$ 0,82 → $\tan\varphi$ 0,70

$\cos\varphi$ 0,83 → $\tan\varphi$ 0,67

$\cos\varphi$ 0,84 → $\tan\varphi$ 0,65

$\cos\varphi$ 0,85 → $\tan\varphi$ 0,62

$\cos\varphi$ 0,86 → $\tan\varphi$ 0,59

$\cos\varphi$ 0,87 → $\tan\varphi$ 0,57

$\cos\varphi$ 0,88 → $\tan\varphi$ 0,54

$\cos\varphi$ 0,89 → $\tan\varphi$ 0,51

$\cos\varphi$ 0,90 → $\tan\varphi$ 0,48

$\cos\varphi$ 0,91 → $\tan\varphi$ 0,46

$\cos\varphi$ 0,92 → $\tan\varphi$ 0,43

$\cos\varphi$ 0,93 → $\tan\varphi$ 0,40

$\cos\varphi$ 0,94 → $\tan\varphi$ 0,36

$\cos\varphi$ 0,95 → $\tan\varphi$ 0,33

$\cos\varphi$ 0,96 → $\tan\varphi$ 0,30

$\cos\varphi$ 0,97 → $\tan\varphi$ 0,27

$\cos\varphi$ 0,98 → $\tan\varphi$ 0,25

ESEMPI DI CALCOLO DI CAPACITA' DI CONDENSATORI PER RIFASARE PICCOLI IMPIANTI ELETTRICI CIVILI (EKOVAR E' NATO PER RIFASARE QUESTI IMPIANTI)

Abbiamo un carico che assorbe $I=5A$, $V_n=225V$, $\cos\varphi_1=0,9$

$$P = V \times I \times \cos\varphi_1 = 225 \times 5 \times 0,9 = 1012,50 \text{ W}$$

A $\cos\varphi_1=0,9$ corrisponde una $\tan\varphi=0,48$

Vogliamo ottenere un $\cos\varphi_2=0,98$ che corrisponde ad una $\tan\varphi=0,25$

Calcoliamo la capacità che serve per portare il $\cos\varphi$ da 0,9 a 0,98

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 1012,50 \times 0,48 = \mathbf{486 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{1012,50 \times (0,48 - 0,25)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 225^2} = \frac{232,87}{15869250} = \mathbf{0,000014649 \text{ F} = 14,649 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Frigorifero 1

$$P_n = 150 \text{ W}, I_n = 230 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,55 \rightarrow \tan\varphi_1 1,52$$

$$\cos\varphi_2 0,98 \rightarrow \tan\varphi_2 0,25$$

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 150 \times 1,52 = \mathbf{228 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{150 \times (1,52 - 0,25)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 230^2} = \frac{190,5}{16610600} = \mathbf{0,000011468 \text{ F} = 11,46 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Frigorifero 2

$$P_n = 110 \text{ W},$$

$$I_n = 230 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,55 \rightarrow \tan\varphi_1 1,52$$

$$\cos\varphi_2 0,98 \rightarrow \tan\varphi_2 0,25$$

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 110 \times 1,52 = \mathbf{167,2 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{110 \times (1,52 - 0,25)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 230^2} = \frac{139,7}{16610600} = \mathbf{0,00000841 \text{ F} = 8,41 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Esempio 1 di unità abitativa

$$P_n = 1000 \text{ W},$$

$$I_n = 225 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,88 \rightarrow \tan\varphi_1 0,54$$

$$\cos\varphi_2 0,95 \rightarrow \tan\varphi_2 0,33$$

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 1000 \times 0,54 = \mathbf{540 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{1000 \times (0,54 - 0,33)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 225^2} = \frac{210}{15896250} = \mathbf{0,000013210 \text{ F} = 13,21 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Esempio 2 di unità abitativa

$$P_n = 1500 \text{ W},$$

$$I_n = 220 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,85 \rightarrow \tan\varphi_1 0,62$$

$$\cos\varphi_2 0,95 \rightarrow \tan\varphi_2 0,33$$

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 1500 \times 0,62 = \mathbf{930 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{1500 \times (0,62 - 0,33)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 220^2} = \frac{435}{15197600} = \mathbf{0,000028623 \text{ F} = 28,623 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Esempio 3 di unità abitativa

$$P_n = 1800 \text{ W},$$

$$I_n = 230 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,80 \rightarrow \tan\varphi_1 0,75$$

$$\cos\varphi_2 0,95 \rightarrow \tan\varphi_2 0,33$$

$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 1800 \times 0,75 = \mathbf{1350 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{1800 \times (0,75 - 0,33)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 230^2} = \frac{756}{16610600} = \mathbf{0,00004551 \text{ F} = 45,51 \mu\text{F}}$$

Tipo di carico: Esempio 4 di unità abitativa

$$P_n = 2000 \text{ W},$$

$$I_n = 230 \text{ V},$$

$$\cos\varphi_1 0,87 \rightarrow \tan\varphi_1 0,57$$

$$\cos\varphi_2 0,96 \rightarrow \tan\varphi_2 0,30$$

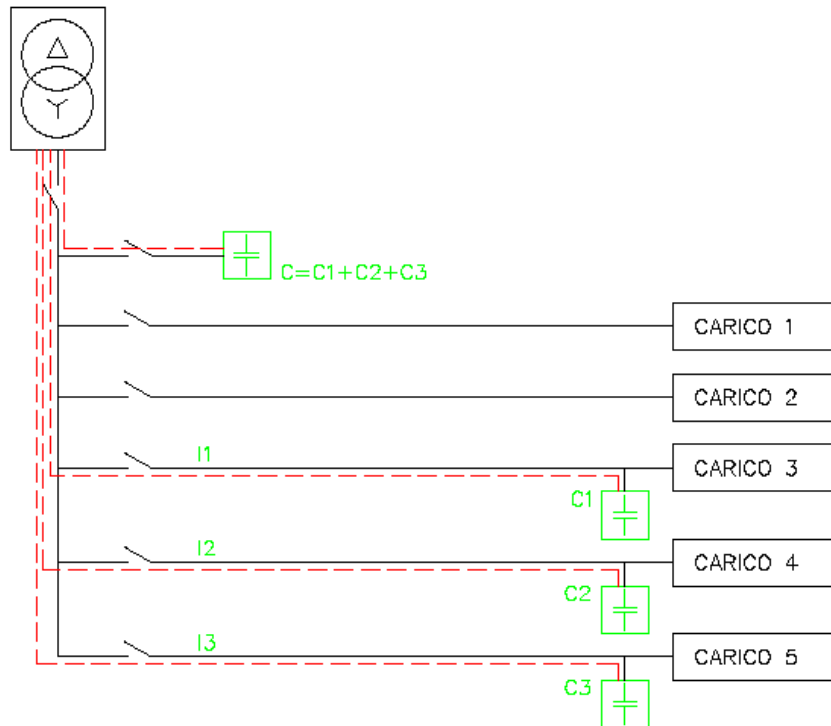
$$Q = P \times \tan\varphi_1 = 2000 \times 0,57 = \mathbf{1140 \text{ VAR}}$$

$$C = \frac{P \times (\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)}{\omega \times V^2} = \frac{2000 \times (0,57 - 0,30)}{2 \times 3,14 \times 50 \times 230^2} = \frac{540}{16610600} = \mathbf{0,00003251 \text{ F} = 32,51 \mu\text{F}}$$

Questi calcoli sono stati necessari per dimostrare che la capacità necessaria per rifasare un impianto domestico 230V, è di circa 35 μ F, che è anche la capacità in microfarad di EKOVAR. Con il nuovo EKOVAR-MASTER CORE-ARM + N° 1 EKOVAR-SLAVE, avremo 35+35= 70 μ F. Con EKOVAR-MASTER + N° 2 EKOVAR-SLAVE, avremo 35+35+35= 105 μ F, e così via, fino a n° 8 SLAVE. Nel caso di reti elettriche a 115 Volt 50/60 Hz, i valori delle capacità di Ekovar, sono di entità superiore. Con questa tecnologia, possiamo creare quindi la quantità di energia reattiva capacitiva che desideriamo ed adattarla anche in un secondo momento, sé l'impianto elettrico venisse ampliato. Chiaramente oltre a coprire il settore civile domestico, viene interessato anche il settore terziario e piccolo industriale, con rendimenti molto elevati, sotto il profilo del risparmio energetico.

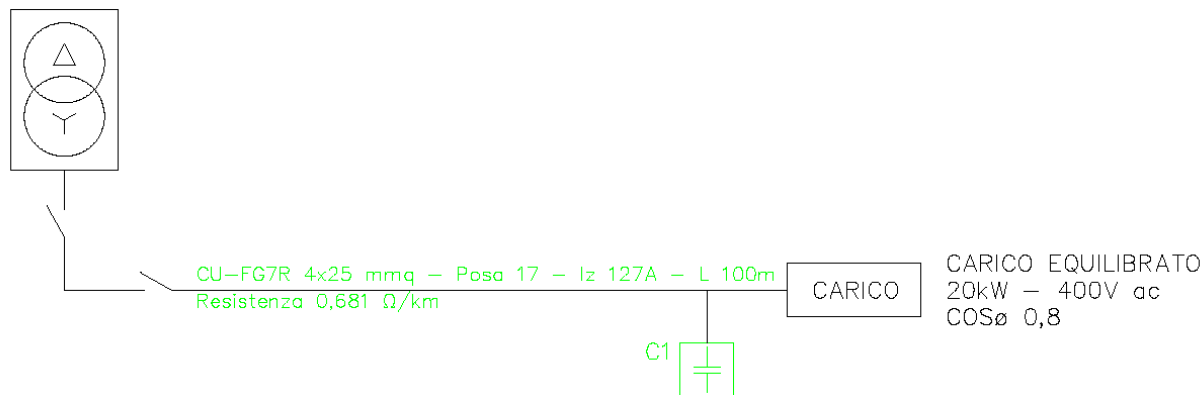
RIFASAMENTO A MONTE E A VALLE

Con il rifasamento a monte, la corrente reattiva capacitiva I_{rc} va a compensare la corrente reattiva induttiva I_{ri} solo nel tratto di linea a monte del rifasamento.



Con il rifasamento a valle invece si va a diminuire la corrente assorbita dal carico con conseguente diminuzione di perdite per effetto Joule. Tali perdite dovute all'energia reattiva, sono di entità non trascurabile e si possono fare degli esempi per quantificarla.

ESEMPIO DI RIFASAMENTO A VALLE



PERDITE PER EFFETTO JOULE CON CARICO NON RIFASATO

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{20000}{1,73 \times 400 \times 0,8} = \mathbf{36,12 \text{ A}}$$

$$P_d = R \times I^2 = 0,0681 \times 36,12^2 = 88,84 \text{ W/fase}$$

$$P_d = 88,84 \times 3 = \mathbf{266,52 \text{ W}}$$

Prendendo come riferimento il carico alimentato per 10 ore avremo:

$$P_1 = 266,52 \times 10 = 2665,2 \text{ Wh} = \mathbf{2,6652 \text{ kWh}}$$

PERDITE PER EFFETTO JOULE CON CARICO RIFASATO

$$I_2 = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi} = \frac{20000}{1,73 \times 400 \times 0,98} = \mathbf{29,49 \text{ A}}$$

$$P_d = R \times I^2 = 0,0681 \times 29,49^2 = \mathbf{59,22 \text{ W/fase}}$$

$$P_d = 59,22 \times 3 = \mathbf{177,66 \text{ W}}$$

Prendendo come riferimento il carico alimentato per 10 ore avremo:

$$P_2 = 177,66 \times 10 = 1776,6 \text{ Wh} = \mathbf{1.776,6 \text{ kWh}}$$

Rifasando il carico avremo una riduzione di corrente immessa sulla linea pari a:

$$I = I_1 - I_2 = \mathbf{36,12 - 29,49 = 6,63 \text{ A/fase}}$$

Di conseguenza avremo un risparmio di potenza in 10 ore pari a:

$$P = P_1 - P_2 = 2,6652 - 1,7766 = \mathbf{0,8886 \text{ kWh}}$$

Nelle forniture di energia elettrica oltre i **15 kW 400V ac**, l'energia reattiva viene conteggiata.

L'energia reattiva viene conteggiata dall'ente distributore e fatta pagare al consumatore in base ai seguenti parametri:

- **Energia reattiva \leq 50% dell'energia attiva** → **NON ADDEBITATA**
- **Energia reattiva $>$ 50% ma \leq 75% dell'energia attiva** → **€ 0,323/kVARh**
- **Energia reattiva \geq 75% dell'energia attiva** → **€ 0,421/kVARh**

Per eliminare questa quota si possono installare centrali di rifasamento industriale che sono in grado di eliminare buona parte di reattiva in eccedenza.

In questi apparati, l'inserzione dei condensatori avviene tramite contattori anticipati che inseriscono induttanze prima delle capacità, al fine di limitare il deterioramento fisico dei contatti. Tale deterioramento viene limitato anche dai tempi di inserzione/disinserzione che sono dell'ordine di 20-30 secondi.

Generalmente queste centraline hanno il sensore di corrente su una fase quindi in caso di carico squilibrato è probabile che non venga inserita nessuna batteria, anche se l'impianto lo richiede.

Un altro aspetto poco soddisfacente è che le centraline di rifasamento hanno delle batterie di condensatori di capacità uguali, quindi il numero di combinazioni è molto limitato (4-8 combinazioni) per cui l'efficacia del rifasamento si ha con il carico nominale. Essendo generalmente la prima batteria, di capacità notevole (es. 2,5-5-5 / 5-10-10 / 10-15-15 kVAR), il rifasamento a carichi ridotti non viene effettuato. La centralina di rifasamento industriale ha lo scopo di eliminare la quota in Euro di energia reattiva sulla bolletta e per ottenere ciò è

sufficiente portare il $\cos\phi$ appena superiore a 0,9 ed è il risultato che ottengono le centrali di rifasamento in commercio.

Sotto il profilo del risparmio energetico, le centrali in oggetto, tralasciano una porzione di energia reattiva considerevole (8-10%) ed è una percentuale di perdite vere, perché con un 10% di energia reattiva assorbita da un carico, abbiamo solo il 90% di energia attiva che possiamo sfruttare.



EKOVAR

Campo di applicazione

EKOVAR nasce per essere utilizzato a larga diffusione nell'ambiente domestico e similare ed ha la funzione di correggere automaticamente il fattore di potenza, tendendo ad uno sfasamento prossimo all'unità (in molte situazioni di carico, Ekovar riesce a trasformare un carico induttivo in un carico con cosfi fino a 0,995; 0,996; 0,997; 0,998; 0,999 ecc.), a secondo dei casi. Esso è adatto per reti con tensioni di alimentazione nominali comprese tra 100 e 250V ac, 50/60Hz. Non è in alcun caso paragonabile ai rifasatori per applicazione industriale poiché funzionamento, risultati, dimensioni, sicurezza, bassissimo impatto ambientale ed energetico ne caratterizzano sostanziali differenze, con un ambito applicativo, funzionale e strutturale completamente diverso, da qualsiasi altra apparecchiatura che si possa definire "rifasatore automatico", avendo finalità e utilizzi molto più "allargati" ed "eco-sostenibili".

È' assodato che negli ultimi due decenni c'è stato un cambiamento sostanziale nelle tipologie dei carichi, soprattutto per ciò che riguarda gli elettrodomestici e l'illuminazione. Diminuire la quantità di energia assorbita da un carico molte volte è oneroso e certe volte impossibile. **È possibile invece diminuire l'assorbimento di tale carico quando esso fa parte integrante di un impianto elettrico.**

La buona utilizzazione dell'energia elettrica non si raggiunge solamente col ridurre od evitarne gli sprechi, ma anche con la tecnologia di abbassare l'assorbimento dell'impianto a parità di carico. Vi sono però anche degli utilizzatori, come le lampade a incandescenza e i forni a resistenza, che assorbono solamente il secondo tipo di corrente, la corrente attiva.

Entriamo ora nel principio di funzionamento dell'apparato Ekovar, nato per sfruttare la più piccola porzione di energia nell'ambito della civile abitazione, altrimenti tale energia andrebbe irrimediabilmente persa. Esso nasce quindi per uso civile, per potenze installate di 3-4,5-6-10 kW 115/230V ac, 50/60 Hz, monofase e 6-10-15 kW 230/ 400V ac, 50/60Hz, trifase. Le forniture monofasi sono state sempre lasciate perdere, in quanto verificare il costo della potenza reattiva nei sistemi monofasi di piccola potenza, da parte dell'ente distributore, è oneroso e non è conveniente (anche se il contatore elettronico rileva tutti i parametri elettrici), in quanto l'utente paga comunque tutta l'energia sia che essa venga male utilizzata oppure usata diligentemente, cioè l'utente paga sia l'energia attiva consumata che quella svattata. **Ekovar ha ragione di essere installato nelle seguenti attività: Unità abitative; Zone comuni condomini; Impianti di pubblica illuminazione; Attività commerciali piccole o medie; attività artigianali piccole o medie; Studi medici; Studi professionali;; Residence turistici; Campeggi; Parchi roulotte e caravan; Posti barca; etc...**

I carichi presenti in unità abitative o attività sopraelencate, i quali creano uno sfasamento notevole tra tensione e corrente, sono di seguito sottoelencati:

Circuito citofonico; alimentatore TV; circuito TVCC; circuito allarme antintrusione; frullatore; frigorifero; congelatore; lavastoviglie; lavatrice; lampade fluorescenti; tubi catodo freddo; faretto bassa tensione; caldaia; pompa riscaldamento; aspiratore cappa; aspiratore bagno; aspirapolvere; condizionatore; computer; monitor; stampante; calcolatrice; fax; ventilatore agitatore aria; pompe sollevamento acqua; televisore; rasoio elettrico; radiosveglia; impianto stereo; pompa acquario; vasca idro; piscina; spazzolino elettrico; lampioni da giardino; automazione cancelli e basculanti; automazione tapparelle; etc..

MICROPOWER ENERGY RECOVERY SYSTEM

APPARECCHIATURE E SISTEMI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA



Esempio di installazione di Ekovar, in centralino modulare, su barra di supporto DIN.



Esempio di installazione di Ekovar direttamente su contatore elettronico di energia elettrica.



Esempio di installazione di Ekovar inserito in una presa di energia elettrica ad uso domestico.

CALCOLO DI RECUPERO DI PERDITE IN RETE PER EFFETTO JOULE MEDIANTE INSTALLAZIONE DI EKOVAR SULL' IMPIANTO UTILIZZATORE DI UTENTI ENERGIVORI DOMESTICI

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DI CORDE IN RAME FLESSIBILE CON ISOLAMENTO DI TIPO FG7R,
PER TRASPORTO DI ENERGIA

| | | |
|--------------|---------------------|---------------------|
| CU 1x10 mmq: | 1,73 Ohm/Km a 20°C | 2,24 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x16 mmq: | 1,047 Ohm/Km a 20°C | 1,41 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x25 mmq: | 0,681 Ohm/Km a 20°C | 0,889 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x35 mmq: | 0,481 Ohm/Km a 20°C | 0,641 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x50 mmq: | 0,344 Ohm/Km a 20°C | 0,473 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x70 mmq: | 0,272 Ohm/Km a 20°C | 0,353 Ohm/Km a 80°C |
| CU 1x95 mmq: | 0,206 Ohm/Km a 20°C | 0,276 Ohm/Km a 80°C |

I calcoli teorici a seguire hanno lo scopo di avvicinarsi alla realtà e sono stati effettuati tenendo in considerazione i seguenti elementi:

- Lunghezze delle linee inferiori alla media.
- Correnti di impiego I_b delle linee, molto inferiori alle proprie portate I_z .
- Non sono state considerate le linee sovraccaricate.
- Si è considerato un valore di temperatura ambiente pari a 20 °C, in quanto se si prendesse come riferimento una temperatura di 80° C, le perdite aumenterebbero considerevolmente.
- Le resistenze di tutte le connessioni prima del carico sono state ommesse, (connessioni degli apparati di misura; derivazioni con morsetti a pressione, contatti dei dispositivi di sezionamento e protezione, etc..)

Il tempo tenuto in considerazione nelle formule e' di 8 ore al fine di avere una media delle 24 ore, per avere dei calcoli semplificati per estrapolazione che possono però avvicinarsi alla realtà.

- Tipo di posa aerea e cavi distanziati tra loro. Nel caso di linee con conduttori isolati e conformazione a trifoglio, in posa aerea ed interrata, (come nella maggior parte della tipologia di installazione), è necessario aggiungere le perdite per effetto joule dovute all' effetto induttivo tra i singoli conduttori. Tali perdite non sono trascurabili.
- Per semplificare i calcoli, il carico è stato considerato di tipo concentrato e non distribuito.

ESEMPIO 1:

LINEA 4x16 mmq L= 2000 m carico consistente in n° 30 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 30 = 450 A \times (K = 0,4) = 180 A : 3 \text{ Fasi} = 60 A/\text{Fase}$. (**K è il coefficiente di contemporaneità dei carichi**)

$P_d (\text{potenza dissipata}) = R \times I^2 = 1,047 \times 2 \times 60^2 = 7538,40 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} = 22615,20 \text{ W} = 22,615$

Kw/ 3FN. Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$22,615 \times 8 = \mathbf{180,92 \text{ Kwh/ giorno}}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 30 = 15A/3FN : 3 = 5 A/\text{Fase}$.

$60A - 5 = 55 A/\text{Fase}$.

$P_d = R \times I^2 = 1,047 \times 2 \times 55^2 = 2,09 \times 3025 = 6334,35 \text{ W} = 6,334 \text{ Kw}/\text{Fase} \times 3 = 19,00 \text{ Kw}/3FN$.

$19,00 \times 8 = \mathbf{152,00 \text{ Kwh/Giorno}}$.

$180,92 - 152,00 = 28,92 \text{ Kw/Giorno}$.

In conclusione le perdite per effetto Joule sulla linea in oggetto sono **180,92 Kwh/Giorno** in condizioni normali e si riducono a **152,00 Kwh/Giorno** mediante l'installazione di Ekovar, con un recupero di perdite pari a **28,92 Kwh/Giorno**.

In realtà in un sistema come quello preso in considerazione, il neutro viene interessato dalla corrente di fase, quindi i conduttori per il calcolo delle perdite per effetto Joule, dovrebbero essere 4 e non 3.

ESEMPIO 2:

LINEA 4x16 mmq L= 1000 m carico consistente in n° 30 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 30 = 450 A \times (K = 0,3) = 135 A : 3 \text{ Fasi} = 45A/\text{Fase}.$

$P_d (\text{potenza dissipata}) = R \times I^2 = 1,047 \times 45^2 = 2120,17 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} = 6360,51 \text{ W} = 6,36 \text{ Kw}/3\text{FN}.$

Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$6,36 \times 8 = \mathbf{50,88 \text{ Kwh}/giorno}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 30 = 15A/3\text{FN} : 3 = 5 A/\text{Fase}.$

$45A - 5 = 40A/\text{Fase}.$

$P_d = R \times I^2 = 1,047 \times 40^2 = 1,047 \times 1600 = 1675,20 \text{ W} = 1,675 \text{ Kw}/\text{Fase} \times 3 = 5,02 \text{ Kw}/3\text{FN}.$

$5,02 \times 8 = \mathbf{40,16 \text{ Kwh}/Giorno}.$

$50,88 - 40,16 = 10,72 \text{ Kw}/Giorno.$

In conclusione le perdite per effetto Joule sulla linea in oggetto sono **50,88 Kwh/Giorno** in condizioni normali e si riducono a **40,16 Kwh/Giorno** mediante l'installazione di Ekovar, con un recupero di perdite pari a **10,72 Kwh/Giorno**.

In realtà in un sistema fortemente squilibrato come quello preso in considerazione, il neutro viene interessato dalla corrente di fase, quindi i conduttori per il calcolo delle perdite per effetto Joule sono 4 e non 3.

ESEMPIO 3:

LINEA 4x25 mmq L= 500 m carico consistente in n° 50 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 50 = 750 A \times K = 0,5 = 375 A : 3 \text{ Fasi} = 125 A/\text{Fase}.$

$CU 25mmq = 0,681 \text{ Ohm/Km} : 2 = 0,34 \text{ Ohm}/0,5Km$

$Pd (\text{potenza dissipata}) = R \times I^2 = 0,34 \times 125^2 = 0,34 \times 15625 = 5312,50 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} + N = 21250,00 \text{ W}/3F+N$
 $= 21,25 \text{ Kw}..$

Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$22,572 \times 8 = \mathbf{170,00 \text{ Kwh}/3F+N/\text{Giorno}}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 50 = 25A/3FN : 3 = 8,33 A/\text{Fase}.$

$125A - 8,33 = 116,67 A/\text{Fase}.$

$Pd = R \times I^2 = 0,34 \times 116,67^2 = 0,34 \times 13611,88 = 4628,03 \text{ W} = 4,628 \text{ Kw}/\text{Fase} \times 4 = \mathbf{18,51 \text{ Kw}/3FN}.$

$18,51 \times 8 = \mathbf{148,08 \text{ Kwh}/\text{Giorno}}.$

$170,00 - 148,08 = \mathbf{21,92 \text{ Kw}/\text{Giorno}}.$

In conclusione le perdite per effetto Joule sulla linea in oggetto sono **170,00 Kwh/Giorno** in condizioni normali e si riducono a **148,08 Kwh/Giorno** mediante l'installazione di Ekovar, con un recupero di perdite pari a **21,92 Kwh/Giorno**.

ESEMPIO 4:

LINEA 4x25 mmq L= 800 m carico consistente in n° 50 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 50 = 750 A \times K = 0,3 = 225 A : 3 \text{ Fasi} = 75 A/\text{Fase}.$

$CU 25mmq = 0,681 \text{ Ohm/Km} \times 0,8 = 0,54 \text{ Ohm}/0,8\text{Km}$

$Pd (\text{potenza dissipata}) = R \times I^2 = 0,54 \times 75^2 = 0,54 \times 5625 = 3037,50 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} + N = 12150,00 \text{ W}/3F+N = 12,15 \text{ Kw}.$

Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$12,15 \times 8 = \mathbf{97,20 \text{ Kwh}/3F+N/\text{Giorno}}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 50 = 25A/3FN : 3 = 8,33 A/\text{Fase}.$

$75 - 8,33 = 66,67 A/\text{Fase}.$

$Pd = R \times I^2 = 0,54 \times 66,67^2 = 0,54 \times 4448,89 = 2400,24 \text{ W} = 2,40 \text{ Kw}/\text{Fase} \times 4 = 9,60 \text{ Kw}/3FN.$

$9,6 \times 8 = \mathbf{76,80 \text{ Kwh}/\text{Giorno}}$

$\mathbf{97,20 - 76,80 = 20,40 \text{ Kw}/\text{Giorno}.$

In conclusione le perdite per effetto Joule sulla linea in oggetto sono **97,20 Kwh/Giorno** in condizioni normali e si riducono a **76,80 Kwh/Giorno** mediante l'installazione di Ekovar, con un recupero di perdite pari a **20,40 Kwh/Giorno.**

ESEMPIO 5:

LINEA 4x35 mmq L= 500 m Iz 158A, carico consistente in n° 40 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 40 = 600 A \times K = 0,4 = 240A : 3 \text{ Fasi} = 80A/\text{Fase}.$

$CU \ 35mmq = 0,481 \text{ Ohm/Km} \times 0,5 = 0,24 \text{ Ohm}/0,5Km$

$Pd \text{ (potenza dissipata)} = R \times I^2 = 0,24 \times 80^2 = 0,24 \times 6400 = 1536,00 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} + N = 6144,00 \text{ W}/3F+N = 6,144 \text{ Kw}.$

Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$6,144 \times 8 = \mathbf{49,15 \text{ Kwh}/3F+N/\text{Giorno}}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 40 = 20A/3FN : 3 = 6,66 \text{ A}/\text{Fase}.$

$80 - 6,66 = 73,34 \text{ A}/\text{Fase}.$

$Pd = R \times I^2 = 0,24 \times 73,34^2 = 0,24 \times 5378,75 = 1290,90 \text{ W} = 1,29 \text{ Kw}/\text{Fase} \times 4 = 5,16 \text{ Kw}/3FN.$

$5,16 \times 8 = \mathbf{41,28 \text{ Kwh}/\text{Giorno}}$

$\mathbf{49,15 - 41,28 = 7,87 \text{ Kw}/\text{Giorno}.$

In conclusione le perdite per effetto Joule sulla linea in oggetto sono **49,15 Kwh/Giorno** in condizioni normali e si riducono a **41,28 Kwh/Giorno** mediante l'installazione di Ekovar, con un recupero di perdite pari a **7,87 Kwh/Giorno.**

ESEMPIO 6:

LINEA 4x35mmq L= 500m Iz 158A, carico consistente in n° 70 appartamenti 3Kw-230V

$15A \times 70 = 1050 A \times K = 0,5 = 525A : 3 \text{ Fasi} = 175A/\text{Fase}.$

$CU \text{ FG7R } 70\text{mmq } 0,272 \text{ Ohm/Km} \times 0,5 = 0,136 \text{ Ohm}/0,5\text{Km}$

$P_d (\text{potenza dissipata}) = R \times I^2 = 0,136 \times 175^2 = 4165,00 \text{ W}/\text{Fase} \times 3 \text{ Fasi} + N = 16660,00 \text{ W}/3F+N = 16,66 \text{ Kw}.$

Considerando una media ipotetica di tali perdite per una durata di 8 ore avremo:

$16,66 \times 8 = \mathbf{133,28 \text{ Kwh}/3F+N/\text{Giorno}}$ di perdite per effetto Joule.

Prendiamo in considerazione l'installazione di **Ekovar** su tutte le unità abitative in oggetto, ipotizzando per difetto una corrente recuperata di 0,5 A per ogni unità, avremo $0,5 \times 70 = 35A/3FN : 3 = 11,66 A/\text{Fase}.$

$175 - 11,66 = 163,34 A/\text{Fase}.$

$P_d = R \times I^2 = 0,136 \times 163^2 = 3613 \text{ W} \times 4 = 14,452 \text{ Kw}.$

$14,52 \times 8 = \mathbf{116,16 \text{ Kwh}/3F+N/8ore}$

$\mathbf{133,28 - 116,16 = 17,12 \text{ Kwh}/3F+N/8ore}.$

N.B. In un sistema di alimentazione trifase + neutro, 400V ac, nel caso in cui i carichi funzionano a 230V (come in tutti gli esempi analizzati), si parla di un sistema in cui il conduttore di neutro viene interessato da una corrente massima pari alla corrente di fase.

Caratteristiche di funzionamento

In particolare si mettono in evidenza le seguenti prerogative:

- dimensioni modulari per montaggio in centralino standard d'abitazione (7moduli Din);
- impiego di condensatori MKP (polipropilene metallizzato) a 275V ac con classe d'isolamento X2, per temperature d'impiego da -40 a +110 °C (VDE UL CSA CQC...), del tipo lunga vita, allo scopo di ottenere la massima sicurezza operativa ed elettrica;
- impiego di trasformatori di misura, corrente e tensione a doppio isolamento, per rendere i circuiti secondari in sicurezza e totalmente indipendenti dall'alimentazione primaria a 230V ac, in particolare nell'utilizzo del trasformatore di corrente (convertitore corrente/tensione) che assicura elevata precisione di misura anche alle bassi correnti e nessuna dissipazione sulle alte correnti;
- impiego di dispositivi di protezione, per sovratensioni, sulla linea 115/230Vac del tipo fino a 20kA, non infiammabili con tempo di reazione inferiore ai 25ns, per dissipare le brevissime scariche atmosferiche indotte sulla linea erogatrice che potrebbero provocare danni alla linea utente e all'intero apparato di recupero energetico in tutte le sue parti;
- impiego sonda di temperatura interna per il rilevamento reale della temperatura d'esercizio con funzione di auto-protezione dell'intero apparato di recupero energetico (stand-by automatico) e relativa segnalazione in log dati con visualizzazione sui LED di stato;
- controllo a microprocessore con campionamento di misura inferiore ai 0,5 sec;
- isolamento galvanico degli attuatori statici per le capacità, a norma VDE (4kV) tramite utilizzo di dispositivi optoelettronici per il comando e messa in rete elettrica delle batterie di rifasamento;

- funzionamento silenziato tramite utilizzo di commutatori a stato solido (interruttori a semiconduttore) con il rilevamento d'attivazione sincronizzato sul passaggio per lo "0" della tensione di rete elettrica di impianto, al fine di prevenire anche i possibili disturbi indotti per micro abbassamenti di tensione dovuti all'innesco capacitivo;
- accensione dolce con smorzamento rapido allo spegnimento, tramite utilizzo di dispositivi ottimizzati "inrush" sulle batterie, per contenere impulsi di sovracorrenti e "ringing", al fine di prevenire possibili armoniche indotte in rete elettrica, dovute allo spunto o alla scarica rapida delle batterie intervenute;
- visualizzazione istantanea dello stato di lavoro delle batterie intervenute tramite segnalazione LED con funzione della fascia di tolleranza ammessa e lampeggio del campionamento avvenuto, allo scopo di avere il totale controllo del corretto funzionamento dell'apparecchiatura anche da parte di persone non esperte con semplice controllo a vista;
- visualizzazione istantanea della corrente circolante nell'utenza elettrica, tramite display LCD a 3 cifre, allo scopo di favorire il monitor istantaneo del consumo di corrente (anziché la potenza come succede nei contatori di energia elettrica), più immediato anche da parte di persone non esperte;
- visualizzazione istantanea della presenza di situazioni d'errori dovute a sbilanciamento fuori misura, della linea elettrica capacitivo e induttivo, allo scopo di segnalare l'immediato errato collegamento e il possibile malfunzionamento per rottura, o anomalie dell'impianto utilizzatore;
- algoritmo d'inseguimento rapido per l'attivazione e disattivazione batterie, a 16 combinazioni utili con compensazione istantanea d'errore sulle basse correnti, al fine di ottimizzare il corretto rifasamento anche sui bassi carichi, specifico sul lavoro notturno che costituisce parte del recupero energetico, normalmente sottovalutata, tramite l'utilizzo della capacità base del valore di 2,2/3,3uF;

- costruzione dell'apparecchio tramite utilizzo di dispositivi elettronici a bassissimo consumo, per contenere l'assorbimento energetico "sottomisura" dalla linea elettrica di controllo, così da minimizzare al massimo l'impatto ambientale energetico e considerare il consumo proprio dell'apparecchiatura a costo "zero", in pratica non rilevabile dal contatore energetico;
- funzionalità e visualizzazione automatica dello stato "dormiente", in caso di nessun consumo sulla linea elettrica utente, allo scopo di evitare attuazioni improprie non rilevanti al risparmio energetico e minimizzare ulteriormente il consumo interno all'apparato di recupero energetico;

Funzionamento di principio:

- Pre-processore
- Una serie di funzioni, analizzano la rete elettrica collegata all'apparato e verificano che tutti i parametri di funzionamento ed erogazione siano soddisfatti come presenza e valore di tensione, presenza e valore di corrente, frequenza tipica ed in ultimo lo sfasamento verificandone l'entità e il tipo, se negativo (sfasamento dovuto a carico reattivo di tipo capacitivo), se induttivo (sfasamento dovuto a carico reattivo di tipo induttivo). In questa fase viene fatta anche una serie di analisi locali con lo scopo di stabilire che siano soddisfatte le condizioni primarie per il corretto funzionamento come la verifica della temperatura interna all'apparato, la verifica che le condizioni di alimentazione, tensione, corrente, frequenza siano soddisfatte nel tempo minimo di analisi e riconfermate per una certa cadenza. Dopo che tutte queste condizioni sono state analizzate positivamente, il firmware passa alla fase successiva. Avendo verificato la persistenza per un certo tempo, di uno sfasamento di tipo reattivo induttivo, il firmware di controllo aziona una serie di batterie a condensatori, per combinazioni crescenti di portata, al fine di cercare una compensazione ottimale sulla linea energetica d'ingresso che soddisfi il miglior

rapporto di correzione del fattore di potenza possibile, cioè sia più vicino possibile e prossimo all'unità. Durante questa fase, sono a sua volta ri-analizzati tutti i parametri di rete elettrica in modo che sia confermato lo stato del corretto funzionamento di tutto l'apparato e se anche dopo quest'ulteriore controllo tutto è confermato, compreso la stabilità dell'avvenuta compensazione di fase, l'attuatore si ferma sulla combinazione ottimale, finché non avviene un cambiamento in almeno uno dei parametri controllati.

Allo stesso modo se lo sfasamento induttivo viene a mancare per distacco del carico reattivo provocante, l'apparato anche in questo caso, in base all'analisi dei dati di rete elettrica all'ingresso tende ad inseguire lo sfasamento unitario ottimale, agendo sul distacco per combinazioni decrescenti di batterie di condensatori, fino al necessario.

caratteristiche tecniche mod. CORE-ARM MASTER:

N.B. L' APPARATO EKOVAR, MEDIANTE L' USO DI MICROPROCESSORE CORE ARM A 32 BIT, E' IN GRADO DI CONTROLLARE LA RETE, ELABORARE TUTTI I SEGNALI, CALCOLARE LA CAPACITA' CHE SERVE, PRELEVARLA TRA 16-32-64-128-216-512, ETC... COMBINAZIONI, INSERIRLA DOLCEMENTE NELL' IMPIANTO, IN UN TEMPO DI CIRCA 1-2-3 SECONDI, IN MODO CHE LA RETE NON RISENTA DELL' ENERGIA CAPACITIVA IMMESSA.

L' APPARATO HA INOLTRE SUPERATO TUTTE LE PROVE DI SICUREZZA ELETTRICA E DI EMISSIONE ELETTROMAGNETICA, AI FINI DELLA MARCATURA CE.

Alimentazione: Vn 100-250V ac- 50/60Hz (morsetti L-N)

Segnale amperometrico: TA Primario 75A

Limitatore di sovratensione: incorporato, classe II, $I_{max} \leq 10kA$, $t \geq 20ns$

Corrente nominale: In 8 A

Protezioni: Cortocircuito; sovratemperatura interna;

Rumorosità: sotto la soglia udibile;

Temperatura di lavoro: 0 °C ÷ +60 °C ; (in fase di progettazione -40 °C ÷ +65 °C)

Grado di protezione: IP40; **Isolamento:** classe II;

Peso: 500g. circa; **Numero di moduli:** 7 mod., attacco per guida DIN_ b x h x p_123x75x90

Steps: 4; **Combinazioni utili:** 16 (0/1/2/3/4/1+2/1+3/1+4/2+3/2+4/3+4/1+2+3+4/1+2+3/1+3+4/1+2+4/2+3+4).

Il CORE-ARM SLAVE ha le stesse caratteristiche del CORE-ARM MASTER

- Il CORE-ARM Master ha 16 combinazioni utili.

- Il sistema Master abbinato ad uno Slave, ha 32 combinazioni e così via;

Segnalazioni e funzioni:

Tolerance inductive: led acceso - tolleranza induttiva ammessa (nessuna azione),
led acceso - tolleranza induttiva non ammessa (inserzione di microcapacità),

Tolerance capacitive: led acceso - tolleranza capacitiva ammessa (nessuna azione),
led acceso - tolleranza capacitiva non ammessa (disinserzione di microcapacità).

Fault: led acceso per segnalazione status

(colorazioni e lampeggi differenti in relazione alla funzione del momento).

Steps: 1-2-3-4 led accesi di microcapacità inserite.

Display: Il display fornisce i dati dei parametri principali della rete, i quali scorrono con una permanenza di circa tre secondi.

Tali dati sono: Volt, Ampere; Cosfi; Hertz.