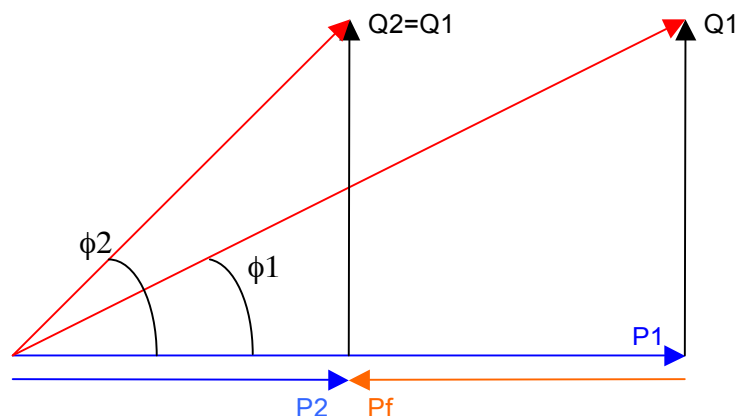


Rifasamento Industriale in presenza di Impianto Fotovoltaico

La diffusione d'impianti fotovoltaici pone sempre più frequentemente la problematica di integrare lo stesso con l'impianto di rifasamento già installato o da installare per evitare sgradite sorprese sui costi energetici o sui benefici ipotizzati.

Al di là delle penali applicate per l'energia reattiva di cui parleremo diffusamente in seguito, il rifasamento è essenziale per poter sfruttare completamente l'energia prodotta dai pannelli solari sia che sia usata *in loco*, che "veicolata" alla rete.

Una **peculiarità dell'impianto fotovoltaico** è quella di generare esclusivamente potenza attiva, diminuendone la richiesta dal fornitore di energia; la potenza reattiva invece rimane invariata perché è determinata dai carichi collegati all'impianto, conseguentemente diminuisce il fattore di potenza ed aumenta la necessità di rifasamento.



Graficamente alla potenza attiva richiesta dalle utenze senza fotovoltaico P_1 viene sottratta la potenza generata dal fotovoltaico P_f con risultato P_2 (potenza attiva assorbita dal distributore in presenza di impianto fotovoltaico). La potenza reattiva (Q) non varia e di conseguenza **aumenta l'angolo di sfasamento** $\phi_2 > \phi_1$ e diminuisce il $\cos(\phi)$.

Al fine di ridurre la circolazione dell'energia reattiva lungo le proprie linee elettriche, gli enti distributori impongono un limite minimo al fattore di potenza, addebitando all'utente delle penali non sempre esplicitate, per valori di $\cos\phi$ inferiori a 0,95 (penali per energia reattiva in ottemperanza alle delibere dell'AEEG 180/2013/R/EEL e AEEG 778/2016/R/EEL).

Un caso pratico

Azienda sita in provincia di Venezia rileviamo nella bolletta elettrica:

- tensione di rete 15/0,4kV
- potenza impegnata 950kW
- energia attiva media mensile $E_a = 103\text{MWh}$
- energia reattiva media mensile $E_r = 90.5\text{MVarh}$
- dettaglio dei consumi:

Maggio			Giugno			Luglio		
	E attiva (kWh)	E reattiva (kVarh)		E attiva (kWh)	E reattiva (kVarh)		E attiva (kWh)	E reattiva (kVarh)
F1	86873	71570	F1	85913	71020	F1	87911	72443
F2	9856	10883	F2	9714	10501	F2	9920	11896
F3	6581	9947	F3	6415	6404	F3	6843	7005
Tot	103310	92399	Tot	102042	87925	Tot	104674	91344

Dai dati precedenti si ricava:

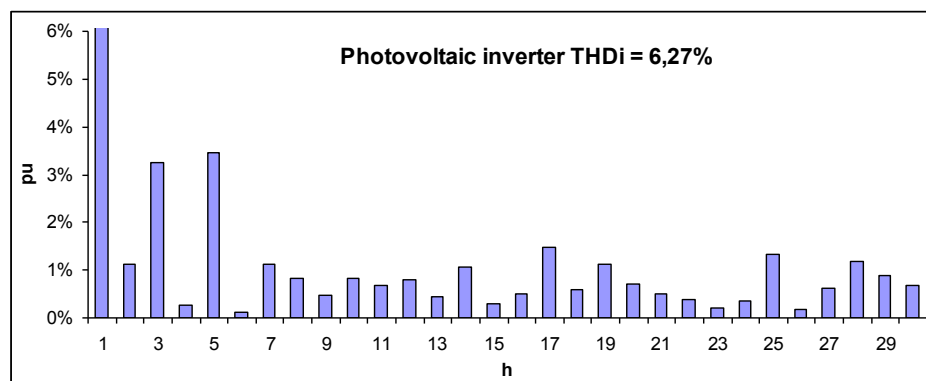
- $\cos\varphi_{medio} = \frac{E_{attiva}}{\sqrt{E_{attiva}^2 + E_{reattiva}^2}} = 0.76$, considerando solo le fasce F1 e F2
- penale mensile per energia reattiva oltre il 33% dell'attiva = 286 € (0,00704 €/kVarh)
- penale mensile per energia reattiva oltre il 75% dell'attiva = 90 € (0,00905 €/kVarh)
- $\cos\varphi$ obiettivo = 0.97
- potenza di rifasamento $Q_r = 0.60 * P$ impegnata = 574kVAr

Installando un impianto fotovoltaico da 300kW sul tetto dell'edificio con inclinazione di 33° ed orientamento di -2°, possiamo stimare tramite i database disponibili online (es. <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php?lang=it>) che la produzione di energia media mensile è pari a 25MWh, pertanto funzionando l'inverter a Fattore di Potenza unitario, l'energia attiva prelevata dalla rete si abbassa a 78MWh, con relativa variazione del $\cos\varphi$ di linea.

- $\cos\varphi$ medio = 0.66
- penale per energia reattiva oltre il 33% dell'attiva = 55 € (0,00704 €/kVarh)
- penale per energia reattiva oltre il 75% dell'attiva = 619 € (0,00905 €/kVarh)
- $\cos\varphi$ obiettivo = 0.97
- potenza di rifasamento $Q_r = 0.89 * P$ impegnata = 843kVar da installare.

La seconda peculiarità degli impianti fotovoltaici è che l'energia prodotta dai pannelli solari è fortemente distorta dalla presenza di armoniche. Ciò è provocato dagli inverter con tecnologia switching presenti nell'impianto e necessari per immettere in rete l'energia prodotta dai pannelli solari.

La quantità di armoniche generate sono funzione della bontà degli inverter installati



Criteri di Scelta del Rifasatore

Per una illustrazione più approfondita si rimanda alla Nota tecnica: "Scelta dell'apparecchiatura di rifasamento in presenza di un impianto fotovoltaico o di cogenerazione"

Dimensionamento

E' necessario valutare:

Energia attiva assorbita dai carichi

Energia reattiva assorbita dai carichi

Energia attiva prodotta dall'impianto fotovoltaico nei mesi di maggior solarizzazione

$\cos(\varphi)$ desiderato

Tipologia

Come accennato sopra, la presenza di armoniche va valutata in fase progettuale per definire tipologia di apparecchiatura e di condensatori da utilizzare.

Tali armoniche vanno calcolate con un'analisi di rete.

Regolatore

Se l'impianto fotovoltaico installato ha una potenza maggiore di quella delle utenze e/o sussiste la possibilità che venga immessa potenza attiva in rete, il regolatore dovrà essere in grado di funzionare su

“4 quadranti”: due standard relativi al funzionamento dell’impianto in assorbimento, ulteriori due quadranti relativi al funzionamento dell’impianto come generatore.

Prodotti COMAR Condensatori SpA, [in funzione della distorsione armonica presente sulla rete elettrica](#):

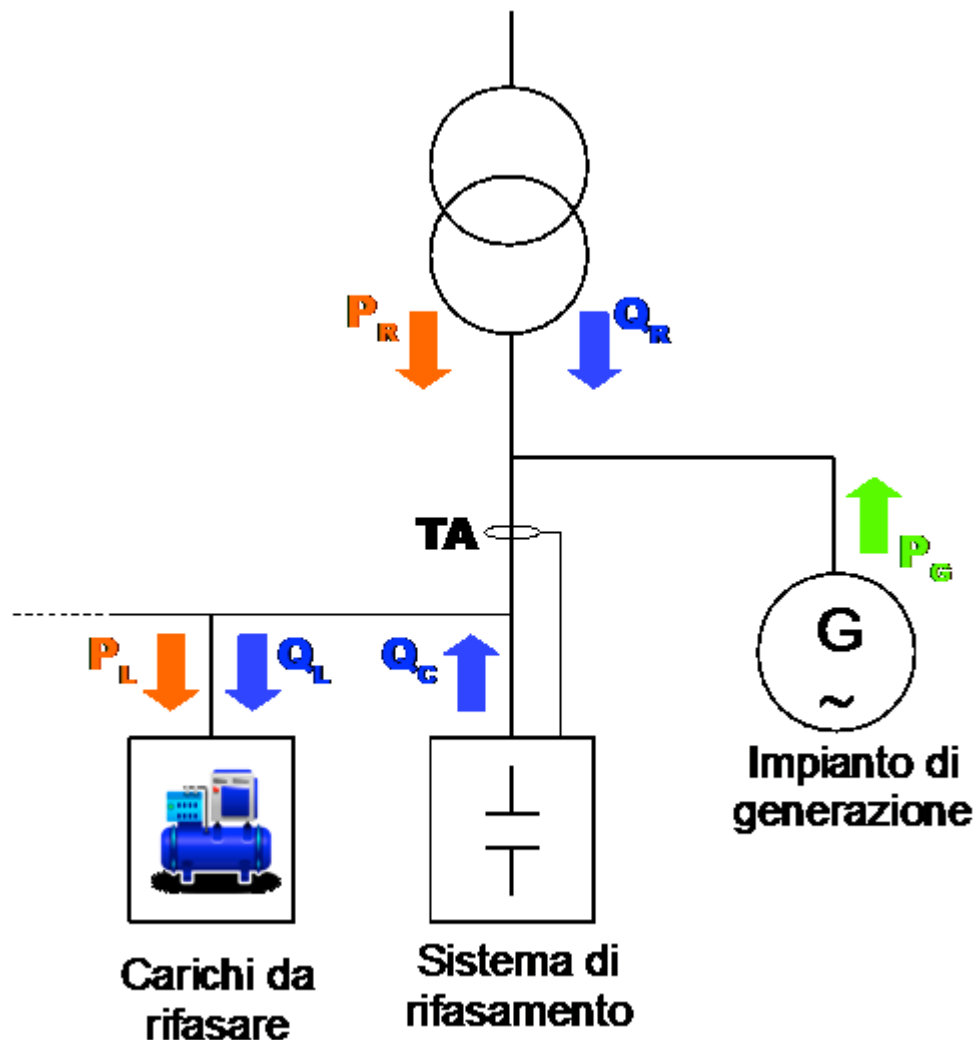
- a) Serie **DMP-FTV** - Massima distorsione armonica in corrente ammessa in rete THDI(r) = 40%
Massima distorsione armonica in corrente ammessa sui condensatori THDI(c) = 90%
- b) Serie **AAR/100, AAR/600 e AAR/D20** – equipaggiati mediante induttanze di blocco
Massima distorsione armonica in corrente ammessa in rete THDI(r) = 100%
Massima distorsione armonica in tensione ammessa in rete THDV(r) = 3%, 6% e 20%

I regolatori predisposti per tale funzione sono quelli della serie **BMR** e **HPR**.

POSIZIONAMENTO DEL TA PER IL RIFASAMENTO

Prevedere l’installazione del trasformatore amperometrico (TA) da collegare al rifasatore automatico a valle del parallelo rete – impianto fotovoltaico

Il $\cos\phi$ target va impostato a 1.00



Il TA può essere posizionato anche a monte dell’impianto fotovoltaico ma bisogna considerare i seguenti limiti:

- Se la potenza attiva P_G dell’impianto di generazione è equiparabile alla potenza attiva P_L dei carichi, il TA asservito al sistema di rifasamento è percorso da una corrente molto piccola, la

potenza attiva prelevata dalla rete $P_R = P_L - P_G$, e quindi si possono avere i seguenti problemi di funzionamento:

- Allarme per basso segnale amperometrico
- Errore di lettura del segnale amperometrico
- Disattivazione intempestiva dei banchi di rifasamento dovuta ad un'errata valutazione da parte del regolatore dei principali parametri di rete tra cui il valore di distorsione armonica in corrente, sottostima dell'energia attiva assorbita dai carichi

Testo e dati tecnici sono soggetti a variazioni senza obbligo di preavviso alcuno. I dati, le caratteristiche e tutto quanto riportato in questa informativa, NON costituiscono impegno ai fini contrattuali ed in caso di qualsiasi controversia legale.