

Il caso che desideriamo presentare riguarda la compensazione dell'energia reattiva di un grande stabilimento, fabbricante cavi elettrici.

L'installazione elettrica è composta principalmente da n.2 trasformatori da 1250KVAr ciascuno, collegati permanentemente in parallelo, di un quadro di distribuzione nel quale sono distribuiti tutti i carichi (ognuno protetto da interruttore magnetotermico).

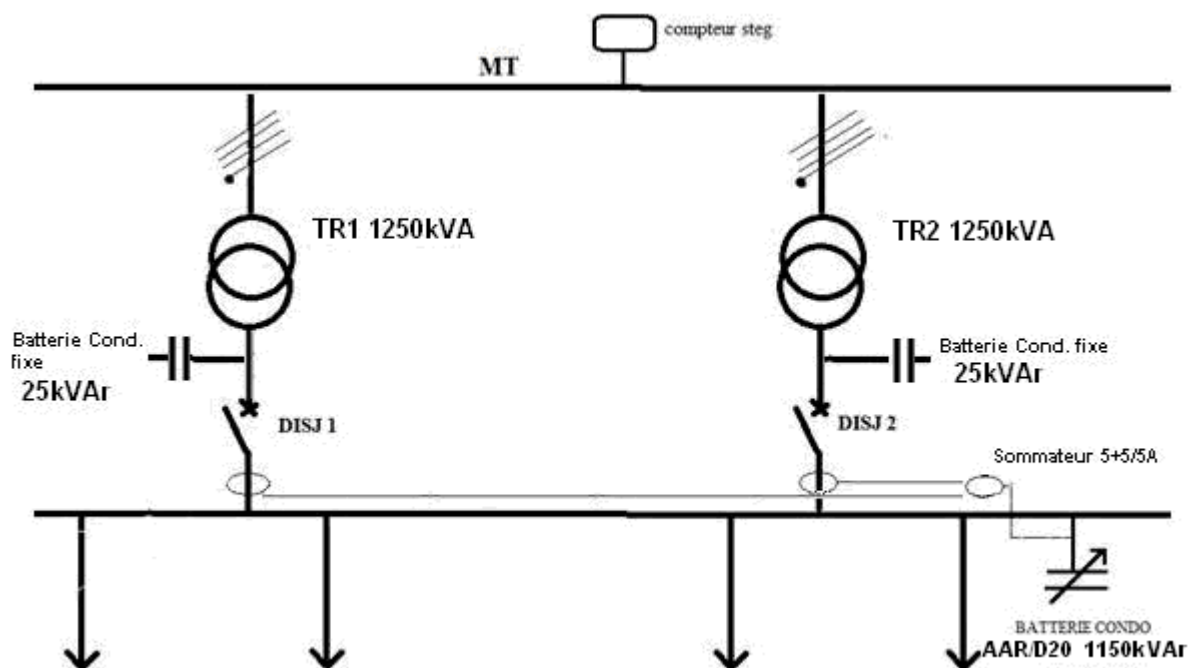
I tipi di carichi sono prevalentemente degli inverter che comandano motori di trafilatrici, di nuova e vecchia generazione, e altre macchine automatiche necessarie per la produzione di fili in rame e alluminio.

L'obiettivo è di compensare l'energia reattiva con un rifasatore globale da installare a livello del quadro di distribuzione, per garantire un $\cos\phi$ minimo di 0,95 sul contattore energetico generale, installato su lato Alta Tensione.

Per ottenere tale risultato è necessario innanzitutto compensare la corrente magnetizzante a vuoto dei trasformatori.

Per essere sicuri che sia ben compensata tutta l'energia reattiva dei carichi (considerando che è molto improbabile che i due trasformatori erogino in modo equo la potenza richiesta) si sono installati due TA, uno a valle di ciascun interruttore automatico generale, e un TA sommatore 5+5/5 A che fornisce il segnale al rifasatore automatico.

Lo schema di principio completo di rifasatori è riportato qui di seguito :

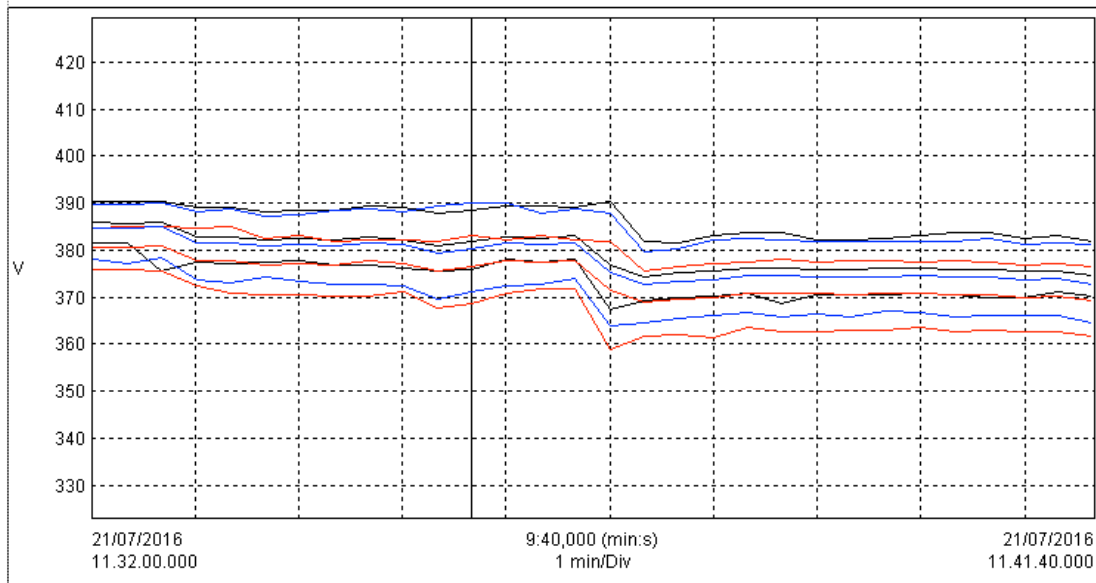


I due trasformatori da 1250kVA non sono di tipo normalizzato, si tratta di un'installazione in un paese extra-europeo, e presentano una corrente magnetizzante a vuoto $I_{\mu}=2\%$, da qui la scelta di installare due apparecchiature di tipo fisso da 25kVAr ciascuna.

Per quanto riguarda il dimensionamento per l'apparecchiatura automatica, abbiamo eseguito una campagna di misure con un analizzatore di rete a livello dell'interruttore magnetotermico DISJ1.

Qui sotto si riportano i grafici riguardanti i dati salienti, in assenza della compensazione, necessari per la scelta del rifasatore più idoneo.

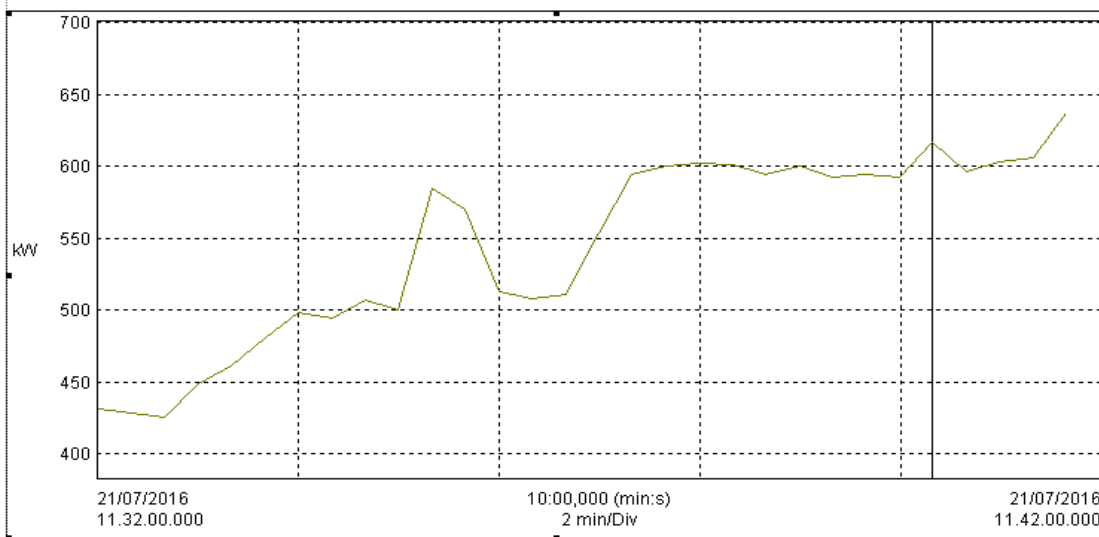
Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
U12 rms	21/07/2016	11.32.00.000	379,429	367,400	390,400	V	10:00,000	(min:s)
U23 rms	21/07/2016	11.32.00.000	374,124	358,800	385,100	V	10:00,000	(min:s)
U31 rms	21/07/2016	11.32.00.000	377,938	363,900	390,200	V	10:00,000	(min:s)



Tensione Fase - Fase

Com'è possibile notare, all'attivarsi delle macchine di produzione la tensione cala, a causa di una forte domanda di corrente. Tale fatto è ancora più evidente se si analizza in contemporanea anche il grafico qui sotto riportato, della variazione della potenza totale richiesta.

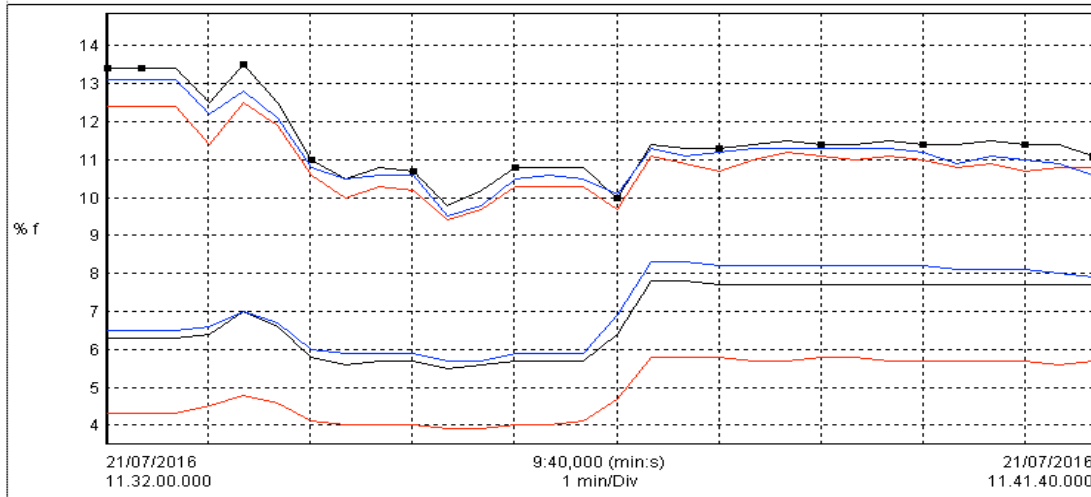
Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
PT (W)	21/07/2016	11.32.00.000	544,976	425,528	637,237	kW	10:00,000	(min:s)



Variazione della Potenza Attiva

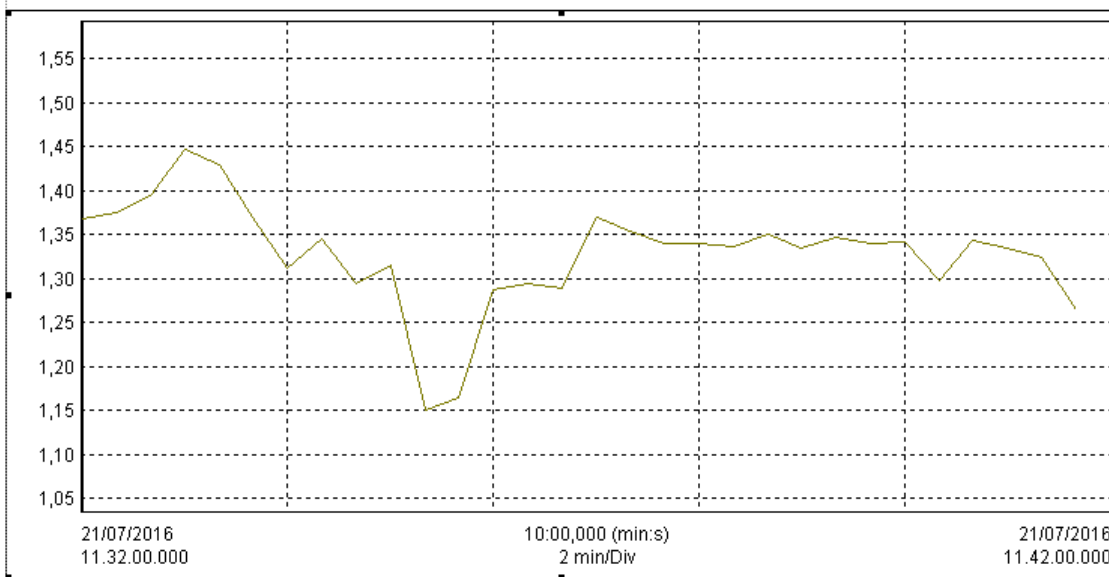
Qui sotto si riportano i grafici che mostrano il livello d'inquinamento armonico in corrente e tensione (THD rapportato alla fondamentale) e il $Tg\phi$ (rapporto tra potenza reattiva e attiva).

Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
A1 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	11,450	9,800	13,500	% f	10:00,000	(min:s)
A2 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	10,897	9,400	12,500	% f	10:00,000	(min:s)
A3 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	11,190	9,500	13,100	% f	10:00,000	(min:s)
V1 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	6,810	5,500	7,800	% f	10:00,000	(min:s)
V2 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	4,923	3,900	5,800	% f	10:00,000	(min:s)
V3 THDf	21/07/2016	11.32.00.000	7,123	5,700	8,300	% f	10:00,000	(min:s)



THD% in tensione e in corrente

Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
Tan φT	21/07/2016	11.32.00.000	1,329	1,150	1,448		10:00,000	(min:s)



Andamento Tgφ

Sulla base di tali rilievi e in considerazione che è stata prevista un'estensione delle linee di produzione nei prossimi mesi, in comune accordo con il cliente, abbiamo consigliato l'installazione di un rifasatore automatico con induttanze di blocco rinforzate, serie AAR/D20 (capace di supportare sovraccarichi armonici in tensione THDVmax=20%), di potenza 1150kVAr.

L'apparecchiatura è composta dai seguenti gradini fisici : 2x25+50+4x75+5x150 kVAr e è gestita da un regolatore COMAR, di nuovissima generazione, **HPR12** con dodici relé di uscita

Noi abbiamo impostato il regolatore per raggiungere un $\cos\phi$ medio di 0,98 ($Tg\phi = 0,2$).

Sottoponiamo all'attenzione che, al fine di ottenere un $\cos\phi$ così elevato, l'apparecchiatura è dotata di gradini di 25kVAr (circa il 2% della potenza totale del rifasatore), al fine di poter ottenere una compensazione fine della potenza reattiva istantanea.

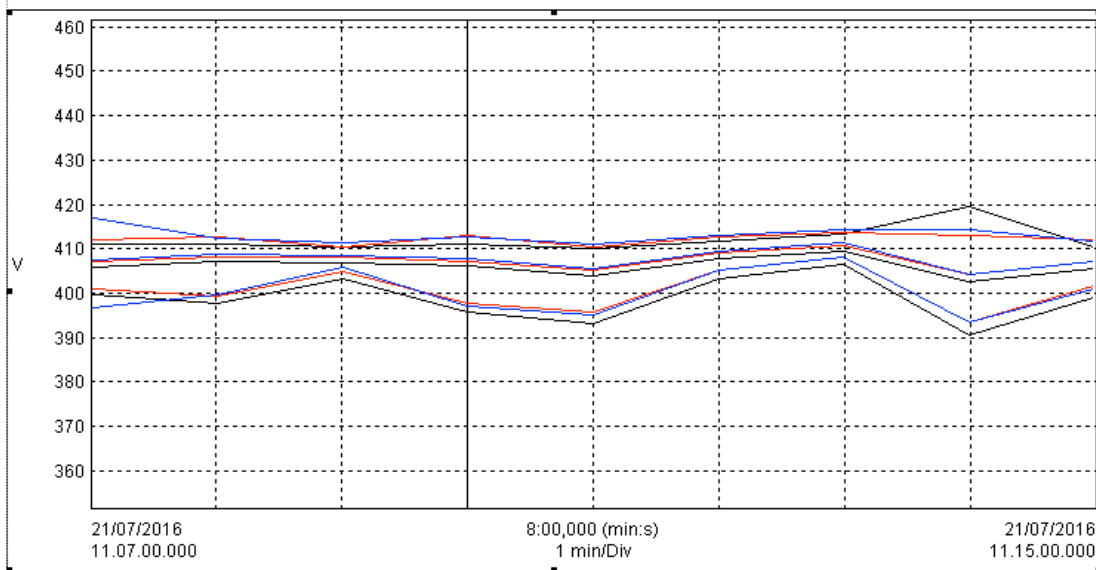


Foto dell'apparecchiatura AAR/D20 1150kVAr installata.

Dopo l'installazione di tutti i rifasatori, sia fissi che automatici, abbiamo eseguito un'altra campagna di misura e i risultati ottenuti, come si può notare dai grafici sottostanti, sono ottimi.

Innanzitutto i trasformatori non sono più sovraccaricati (poiché è stata compensata pressoché tutta la corrente reattiva induttiva), infatti la tensione ora si attesta intorno a 407V

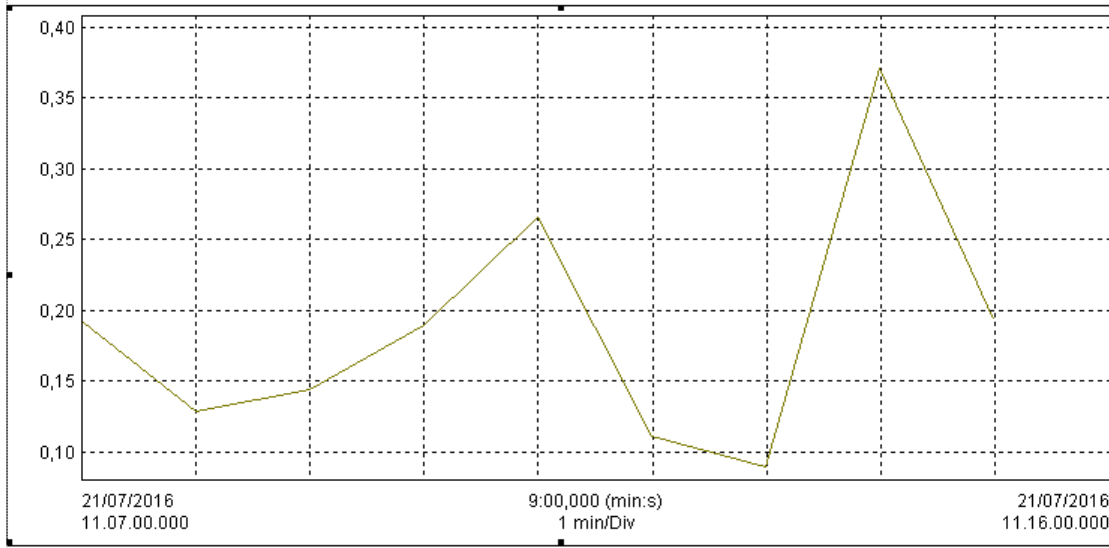
Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
U12 rms	21/07/2016	11.07.00.000	406,171	390,500	419,600	V	9:00,000	(min:s)
U23 rms	21/07/2016	11.07.00.000	407,437	393,600	413,800	V	9:00,000	(min:s)
U31 rms	21/07/2016	11.07.00.000	407,827	393,400	416,800	V	9:00,000	(min:s)



Tensione fase-fase

Qui sotto riportiamo l'andamento del $Tg\phi$, che risalta come l'apparecchiatura automatica AAR/D20 reagisce nel tempo al variare del carico.

Nome	Data	Tempo	MED	MIN	MAX	Unità	Durata	Unità
Tan ϕ T	21/07/2016	11.07.00.000	0,187	0,089	0,371		9:00,000	(min:s)



Andamento Tg ϕ

La serie dei rifasatori AAR/D20 è concepita principalmente per carichi particolarmente gravosi, tipici nelle seguenti applicazioni: trafile, fonderie, laminatoi, ecc.