Compensation with Hybrid Active Power Filter in an Industrial Plant

V. F. Corasaniti, *Member,* IEEE, M. B. Barbieri and P. L. Arnera, *Senior Member,* IEEE

***Abstract*— This paper presents the application of a hybrid active power filter for reactive and harmonic compensation at the level of Medium Voltage (MV) of an electrical network of an industrial plant. It is considered as control algorithm, the application of the d-q theory and performing the current measuring in the system, establishing a feedback control loop (feedback). It is analyzed a hybrid topology called Shunt Hybrid Active Power Filter "SHAPF". This proposal uses an existing capacitor bank, transformed into a passive filter, and connected in series with the Active Filter to build a hybrid filter in which the compensation supplement is made by the active filter. We analyze different scenarios of operation. The topology has very good performance under steady state and transient.[ii]**

***Keywords*— Reactive compensation, Harmonic Distortion, Power Active Filters, Industrial Plants.**

I. Introducción

Dados diferentes estudios realizados en una red eléctrica correspondiente a una planta industrial de una refinería, se poseen datos del equipamiento y resultados de mediciones realizadas en la misma. Las mediciones establecieron la existencia de tensiones y corrientes distorsionadas en distintos puntos de la red. Esto es debido a la presencia de fuentes de armónicas provenientes de las cargas no-lineales de la planta, más precisamente de grandes motores alimentados a través de reguladores de velocidad variable (ASD o Drivers) y a los efectos de resonancias establecidas por banco de capacitores instalados para la compensación de reactivo.

El uso de compensación tradicional con bancos de capacitores facilita la propagación armónica. Esto es, la amplificación de tensión armónica debido al fenómeno de resonancia entre los capacitores shunt y las inductancias de la línea. El uso de filtros pasivos para atenuar dicho fenómeno, se ve afectado por los inconvenientes de pérdida de sintonía de los mismos, ante variaciones en los parámetros de los componentes y por cambios en la configuración tanto interna (MT) como externa Alta Tensión (AT), de la red de la planta.

En los últimos años se está prestando mayor atención a diferentes soluciones activas [1]-[3]. Se han desarrollado varias investigaciones tendientes a mejorar la Calidad de Energía [4]-[7]. Entre todas las alternativas de compensación, la topología hibrida, con filtros activos y pasivos, resulta muy atractiva en plantas industriales donde alguna compensación pasiva ya está instalada [8]-[11]. La reconfiguración de la red ante fallas en la misma impone nuevas restricciones en diferentes subestaciones de la misma. Se han realizado estudios de armónicas considerando la configuración actual y futura de la red, verificando las distorsiones de tensión en las barras de 33kV de la planta y las condiciones de funcionamiento de los bancos de capacitores.

En este trabajo, se presenta una topología activa hibrida conectada en el nivel de MT (33kV) para solucionar el problema de compensación de potencia reactiva y distorsiones armónicas. Se propone como algoritmo de control el marco de referencia sincrónico (d-q) y un sistema de control realimentado (feedback).

V. F. Corasaniti, Universidad Nacional de La Plata (FI-UNLP), La Plata, Argentina, iitree@iitree-unlp.org.ar
M. B. Barbieri, Universidad Nacional de La Plata (FI-UNLP), La Plata, Argentina, iitree@iitree-unlp.org.ar
P. L. Arnera, Universidad Nacional de La Plata (FI-UNLP), La Plata, Argentina, iitree@iitree-unlp.org.ar

II. Descripción de la planta industrial

A. Datos de la red

La Fig. 1 muestra el circuito unifilar simplificado del modelo de red adoptado para realizar el estudio. El modelo digital de la red es trifásico e implementado utilizando MATLAB/Simulink Power System Blockset (PSB).

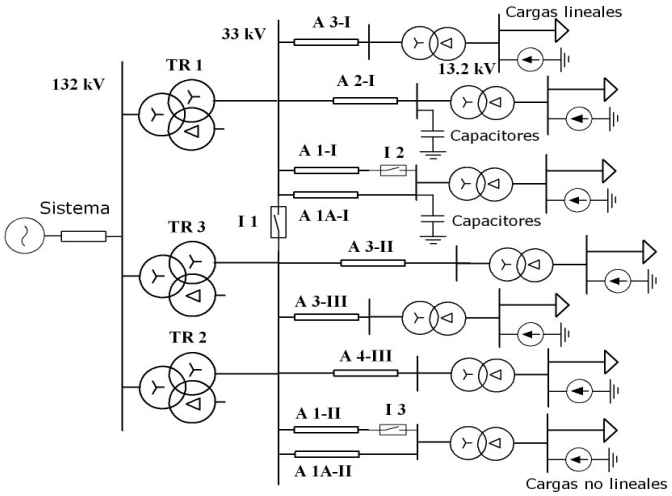


Figura 1. Diagrama unifilar simplificado del equivalente de la red.

El sistema de AT (132kV) es representado a través de una fuente de tensión ideal de 132kV y una impedancia equivalente que representa la potencia de cortocircuito en dicho punto, la cual en condiciones normales de funcionamiento del sistema resulta de 1800MVA. La subestación está conformada por tres transformadores de similares características, 132/35/13,8kV y de potencias 63/63/21MVA el TR1 y TR2 y 90/90/30MVA el TR3. No existen cargas en los arrollamientos terciarios de 13,8kV de

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

los mismos. En la condición normal de operación de la planta, todos los transformadores están conectados en paralelo en 33kV, donde se conectan los distintos alimentadores. Los alimentadores son cables subterráneos y líneas aéreas. Luego existen transformadores de 33/13.8kV, que abastecen a las cargas, constituidas mayormente por motores, en distintos niveles de tensión 6.6/2.3/0.69/0.38kV, etc. El equivalente de las cargas es realizado en el nivel de 13.2kV.

Tal como se observa de la Fig. 1, actualmente la planta posee banco de capacitores con 14MVAr en el nivel de 33kV, para la compensación de reactivo y lograr un adecuado factor de potencia en el punto de conexión al sistema (132kV).

Las cargas de las diferentes subestaciones son principalmente motores de inducción, en diferentes niveles de tensión, MT o Baja Tensión (BT). Además, se logran identificar aquellos que poseen sistemas de regulación de velocidad (ASD o Drivers) y por ende conocer la ubicación y potencia de las cargas no-lineales que generan armónicas.

La potencia activa y reactiva demandada a la frecuencia fundamental es representada por un modelo de impedancia constante y la carga no lineal correspondiente a las armónicas es representada a través de fuentes de corriente sinusoidales con amplitudes y frecuencias de cada armónica.

B. Escenario actual

Como fue mencionado anteriormente, la condición normal de funcionamiento de la planta, es con todos los interruptores mostrados en la Fig. 1, cerrados. Esto define el escenario de funcionamiento y estudio normal de la red.

Basados en estudios de flujos de carga realizados en el sistema, la potencia total de demanda en 132kV considerada en este modelo es 50.7MW con un cosφ=0.916.

Debido a problemas de capacidad del equipamiento de maniobra instalado, ante ciertas fallas en la red interna de la planta, se requiere la apertura del interruptor I1 mostrado en la Fig. 1. Esto define un escenario postfalla, donde operan en paralelo en 33kV el TR3 y el TR2 alimentando ciertas cargas, y el TR1 alimentando otras cargas. Los mismos abastecen una demanda postfalla menor, quedando conectados los alimentadores A3-I, A2-I, A1-I y A1A-I, del TR1 y el resto del TR2 y TR3.

C. Registros de mediciones

En la Fig. 2, se muestran los registros de mediciones de las corrientes de cada fase por los alimentadores A2-I, A1A-I y A3-III y en la Fig. 3, las tensiones de cada fase en barras de 33kV del TR1, en la condición postfalla de funcionamiento.

Los valores picos y el THD de las corrientes y tensiones armónicas de las Fig. 2 y 3, son mostrados en la Tabla I.

Es de observarse de la Tabla I, que las distorsiones más elevadas se establecen en los alimentadores A2-I, A1A-I y por ende resulta mayor distorsión en el TR1 (33kV). Esto se debe a que la mayor parte de la carga no-lineal, están conectados en subestaciones aguas bajo del alimentador A2-I.

Los registros de tensiones y corrientes de secuencia cero y negativa (de 50Hz) son de valores despreciables, entonces, se utiliza un modelo balanceado de red para el estudio.

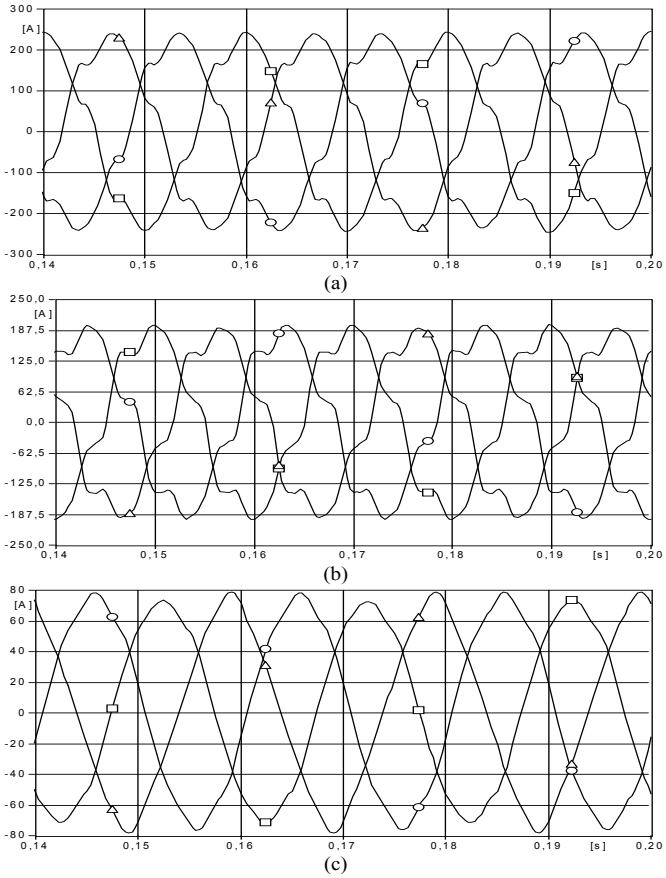


Figura 2. Corrientes en alimentadores. (a) A2-I. (b) A1A-I. (c) A3-III.

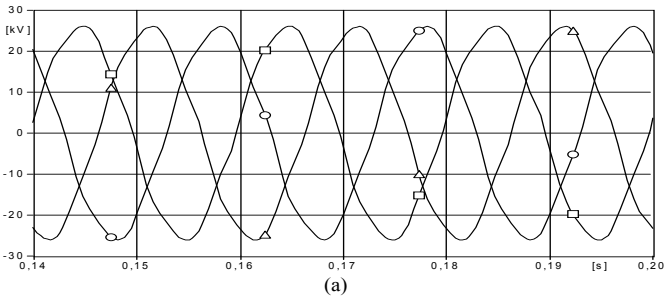


Figura 3. Tensiones en barras de 33kV del TR1.

TABLA I
ARMÓNICAS EN LA RED ACTUAL. ESCENARIO POSTFALLA.

i_h	i_1 (A)	i_5 (A)	i_7 (A)	i_{11} (A)	i_{13} (A)	THD_i (%)
A2-I	231.38	21.34	11.81	1.8	1.18	10.6
A1A-I	184.3	27.07	11.71	2.99	1.61	16.11
A3-III	75.63	2.26	1.31	0.13	0.12	4
u_h	u_1 (kV)	u_5 (kV)	u_7 (kV)	u_{11} (kV)	u_{13} (kV)	THD_u (%)
TR1(33kV)	25.72	0.99	0.25	0.03	0.0	4
TR2 (33kV)	25.69	0.56	0.15	0.0	0.0	2.24

D. Escenario futuro

En el futuro, con el incremento de aproximadamente un 20% de la demanda de la planta, los requerimientos de mejora de los perfiles de tensión en el nivel de 33kV, como así también seguir manteniendo un determinado factor de potencia en el punto de conexión de 132kV, establecen la

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

necesidad de aumentar la compensación de reactivo. La potencia total futura de demanda en 132kV considerada en este modelo es 60.9MW con un cosφ=0.885. Basados en estudios de flujos de carga realizados en la red, surgió la necesidad de aumentar 16MVAr la compensación actual, totalizando a futuro 30MVAr, y resultando un cos φ = 0,95 en la barra de 132kV del sistema.

E. Distorsiones armónicas futuras

Dicha compensación de las corrientes reactivas con bancos de capacitores establece resonancias paralelo las cuales incrementan las armónicas a niveles inaceptables. Se analizaron distintas alternativas a cada escenario prefalla y postfalla futuro.

F. Resultados con compensación pasiva

Los resultados de la compensación con bancos de capacitores, son resumidos en la Tabla II.

TABLA II
RESUMEN COMPENSACIÓN PASIVA. CASOS DESFAVORABLES

Escenario	*Q_c (MVAr)*	*P (MW)*	*Q (MVAr)*	*Pf_{tot}*	*V_{1fase} (kV eficaz)*	*THD_V (%)*
Actual prefalla	0	48	36.15	0.798	0.95	1.4
	1x7MVAr	48.7	30	0.85	18.29 (0.96pu)	2.86
Actual postfalla	0	22.7	20.28	0.745	TR1 18.29(0.96pu) TR2/3 18.67(0.98pu)	TR1 3.27 TR2/3 0.91
	2x7MVAr	23.95	7	0.96	TR1 18.86(0.99pu) TR2/3 18.86(0.99pu)	TR1 7.83 TR2/3 1.73
Futuro prefalla	0	60.7	48.16	0.783	17.86 (0.94pu)	2.73
	2x7MVAr + 2x8MVAr	64.5	21.7	0.95	18.43 (0.97pu)	4.7
	2x7MVAr + 1x8MVAr	63.4	29	0.9	18.29 (0.96pu)	5.15
Futuro postfalla	0	27.6	24.8	0.744	TR1 17.95(0.94pu) TR2/3 18.67(0.98pu)	TR1 5.07 TR2/3 1.21
	2x7MVAr + 1x15MVAr (*)	29	10.8	0.937	TR1 18.68(0.98pu) TR2/3 18.79(0.98pu)	TR1 11.56 TR2/3 2.52

(*) El escenario postfalla, de menor demanda de la planta, se analiza para 15MVAr totales, valor con el cual se logrará cosφ=0.95 en 132kV, con la compensación activa analizada posteriormente.

Se presentan los resultados de los casos de los escenarios actuales y futuros, en condiciones de operación prefalla o postfalla, correspondientes a las distorsiones armónicas más elevadas. Se resumen los valores de P, Q y el factor de potencia en 132 kV, definidos en [12], los valores de tensiones y corrientes fundamentales y el THD de la tensión en 33kV.

En la Tabla III, se resumen las tensiones armónicas y el THDu, conjuntamente con los límites permitidos establecidos por la normativa Argentina [13] y el IEEE [14], para los casos presentados en la Tabla II.

Es de observarse, de las Tablas II y III, que para el caso actual prefalla, no se superan los límites establecidos por las normas. En el resto de los casos, se resaltan en la Tabla III, los valores de las tensiones armónicas individuales y el THD_U de aquellas que superan los límites. Se observan problemas en armónicas de orden 5ta y/o 7ma y el THD_U, con lo cual debe considerarse una compensación diferente.

TABLA III
ARMÓNICAS COMPENSACIÓN PASIVA. CASOS DESFAVORABLES

Escenario actual prefalla (1x7MVAr)					
u_h	***u_5 (%)***	***u_7 (%)***	***u_{11} (%)***	***u_{13} (%)***	***THD_u(%)***
TR1/TR2 (33kV)	0.78	1.06	2.09	1.37	2.86
Escenario actual postfalla (2x7MVAr)					
u_h	***u_5 (%)***	***u_7 (%)***	***u_{11} (%)***	***u_{13} (%)***	***THD_u(%)***
TR1 (33kV)	***7.55***	1.93	0.48	0.28	***7.83***
Escenario futuro prefalla (2x7MVAr+1x8MVAr)					
u_h	***u_5 (%)***	***u_7 (%)***	***u_{11} (%)***	***u_{13} (%)***	***THD_u(%)***
TR1/TR2 (33kV)	2.79	***4.18***	0.89	0.54	***5.15***
Escenario futuro postfalla (2x7MVAr+2x8MVAr)					
u_h	***u_5 (%)***	***u_7 (%)***	***u_{11} (%)***	***u_{13} (%)***	***THD_u(%)***
TR1 (33kV)	***11.07***	***4.75***	0.77	0.49	12.08
TR2 (33kV)	***5***	***4.63***	---	---	***6.81***
Limites ENRE/IEEE					
ENRE/IEEE	*6/3*	*5/3*	*3.5/3*	*3/3*	*8/5*

III. FILTRO ACTIVO HIBRIDO SHUNT-SERIE

Una estructura general del Filtro Activo de Potencia Hibrido Shunt-Serie (FAPHS) se presenta en la Fig. 4.

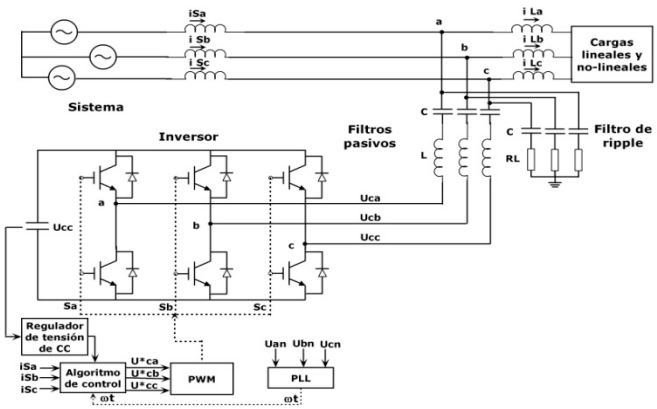


Figura 4. Estructura general del FAPHS.

Este consiste de inversor fuente de tensión trifásico (IFT) controlado por modulación de ancho de pulso (PWM) conectado en serie con uno o más filtros pasivos. Dicha estructura es conectada directamente al sistema sin la necesidad de un transformador. El filtro pasivo consiste de un filtro simple LC sintonizado a ciertas frecuencias armónicas. Además, las frecuencias de conmutación o ripple producidas por el inversor son ulteriormente filtradas con un filtro paralelo pasa altos (FR), conectado a la salida del transformador del FAPHS.

El Filtro Activo de Potencia actúa como una fuente de tensión controlada la cual fuerza a que las corrientes en el sistema resulten sinusoidales. Las referencias de tensión para el IFT son generadas por el sistema de control basadas en la medición de las corrientes de líneas en el sistema las cuales son transformadas a un sistema sincrónico con la secuencia positiva de la tensión de fase, y un lazo cerrado de control de la tensión de CC. El filtro activo es utilizado sólo para compensar las armónicas mientras que los 30 MVAR de corriente reactiva son compensados por el filtro pasivo.

El análisis y diseño del FAPHS puede ser dividido en tres partes: el filtro pasivo, el IFT y el bloque de control para obtener las corrientes de línea deseadas y mantener la tensión

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

de CC del PWM IFT.

A. Filtros pasivos

Los filtros pasivos tiene dos funciones principales: compensación de reactivo y absorción de corrientes armónicas producidas por la carga. Es conveniente poseer varios niveles de compensación de potencia reactiva. Se proponen dos filtros pasivos sintonizados a la 13va armónica para proveer 15MVAR cada uno. Las razones de esta selección son: i) los filtros LC sintonizados a la 13va frecuencias armónicas son menos voluminosos y más económicos que aquellos sintonizados a la 5ta, 7ma o 11va, y ii) presentan menor impedancia a frecuencias superiores que otro a la 11va.

El filtro pasivo (FP) consiste de un filtro simple LC sintonizado a la 13va armónica y 15MVAR de potencia reactiva [15]. Definida la potencia reactiva de compensación, Q_c (MVAr), la frecuencia armónica de sintonía, f_s (Hz), y un factor de calidad típico, Q, los valores de C_f (uF), L_f (mH), y R_f (Ω), son calculados a través de las siguientes ecuaciones

$$Q_C = 2\cdot\pi\cdot f\cdot U^2\cdot C_f,\ f_s = \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\sqrt{L_f\cdot C_f}}\ ,\ Q = \frac{X_o}{R_f} \qquad (1)$$

donde *f: es la frecuencia nominal del sistema, 50 Hz.*
U: es el valor eficaz de la tensión de línea, 33 kV.
X_o: es la reactancia, inductiva o capacitiva a f_S (Ω).

B. Inversor Fuente de Tensión

El Inversor Fuente de Tensión PWM es un convertidor trifásico de dos niveles con IGBTs, el cual utiliza una modulación sinusoidal con una frecuencia de portadora de 10kHz. El inversor es conectado al sistema a través del FP.

El lado de CC del convertidor tiene un capacitor de valor apropiado. La capacidad es seleccionada con el fin de mantener el ripple de la tensión de CC por debajo del 5 %. El valor de la tensión de CC es elegido de forma tal que el convertidor pueda suministrar las derivadas temporales de las corrientes demandadas por las armónicas a ser compensadas. El filtro activo puede aumentar y regular la tensión de CC sobre el capacitor sin ninguna fuente externa de energía o circuito especial de arranque. El nivel de tensión de CC es controlado con un controlador proporcional. El diseño del FAPHS resulto con Ucc = 1500V y C = 3000μF. La Tabla IV resume los parámetros de diseño del FP y del FR.

TABLA IV.
PARÁMETROS DEL FP Y FR

Filtro ripple	***R (ohm)***	30	***Filtro pasivo***	***Q (MVAr)***	15	***C (uF)***	43.84
	C (uF)	3,53		***f_s (Hz)***	650	***L (mH)***	1,36
	L (mH)	3,18		***R (ohm)***	0,123	***Q***	45

C. Sistema de Control

El sistema de control mide las corrientes trifásicas del sistema (i_{Sa}, i_{Sb}, i_{Sc}), las tensiones trifásicas (V_{an}, V_{bn}, V_{cn}) y la tensión de CC del inversor para construir las referencias para el PWM IFT. Utiliza la transformación (d-q), a un sistema rotante sincrónico con la tensión de secuencia positiva del sistema, la cual es provista por un PLL [10]. En la Fig. 5, se presenta el diagrama en bloques del sistema de control.

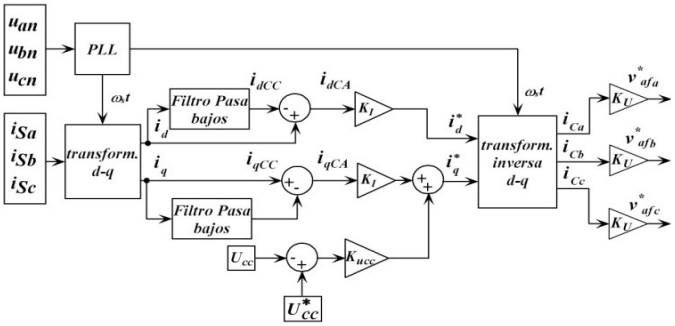


Figura 5. Diagrama en bloques del control del FAPHS.

Cabe destacar, que la ubicación del FAPHS en su conjunto, inversor y ambos filtros pasivos de 15MVAr, es en la barra de 33kV del TR1, ver Fig. 1. O sea, para todos los casos analizados, se concentra toda la compensación reactiva y de armónicas en dicha barra y se verifica que en los casos postfalla, donde dicha barra no se encuentra conectada en paralelo con las barras de 33kV del TR2 y TR3, la compensación de reactivo y armónicas sea la adecuada.

Además, con el fin de compensar con reactivo dos estados de carga diferentes de la planta, como son el prefalla y el postfalla, el FAPHS tiene la opción de conectar uno o dos de los filtros pasivos a la salida del inversor, obteniendo así dos módulos de compensación de reactivo de 15MVAr cada uno.

IV. Resultados de la Compensación

La topología de filtro propuesta para compensar en la planta bajo estudio es evaluada utilizando MATLAB/Simulink Power System Blockset (PSB) y los resultados son presentados en esta sección. La planta y el filtro son simulados para distintos escenarios actuales y futuros, y estados prefalla y postfalla. Se presentan sólo los resultados de un caso: I) Caso de escenario futuro prefalla, con 30MVAr de compensación de reactivo y armónicas (dos filtros pasivos de 15 MVAr en servicio) y II) Caso de distorsión más desfavorable presentado en la Tabla II, escenario futuro postfalla, con 15MVAr de compensación de reactivo y armónicas (un filtro pasivo de 15MVAr en servicio).

A. Caso I

La Fig. 6-(a) muestra las formas de onda de la tensión y corriente de fase en la barra de 33kV del TR1, mientras que la Fig. 6-(b) presenta las componentes armónicas conjuntamente con el THD de dichas formas de onda.

En todos los casos, las componentes armónicas de la tensión y la corriente, son las correspondientes al estado estacionario final de la compensación total. Las componentes armónicas son expresadas en porcentaje del valor de la componente fundamental de 50 Hz. y los valores de THD_U y THD_I han sido calculados teniendo en cuenta hasta la armónica 20.

Los resultados de la Figs. 6 muestran un decrecimiento de las armónicas de tensión y corriente y por ende de los THD_U y THD_I con respecto a los casos de compensación con bancos de capacitores, presentados en la Tabla II.

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

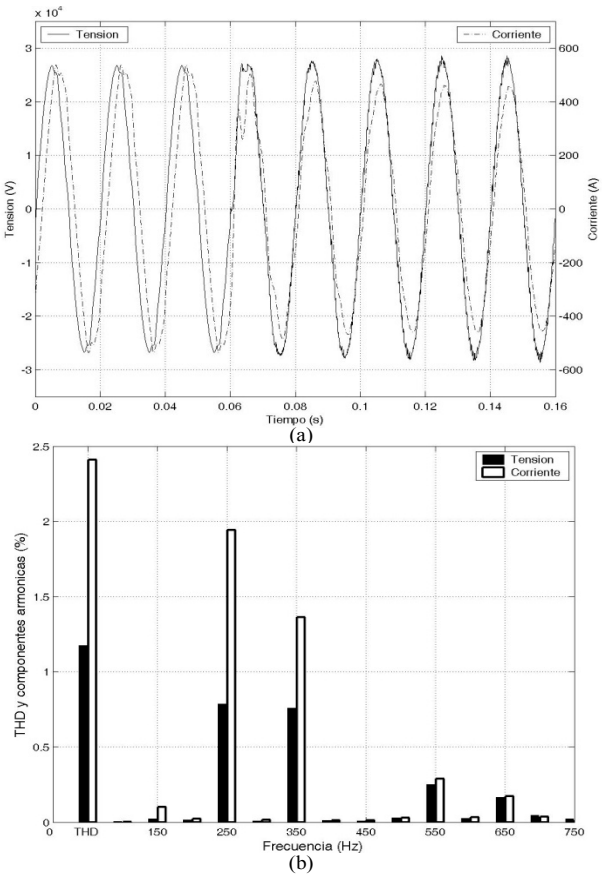


Figura 6. Tensión y corriente en 33kV del TR1.
-(a) Formas de onda-(b) Armónicas y THD.

Los resultados de las distorsiones armónicas de las tensiones y corrientes en 33kV del TR2 y TR3 son iguales a las del TR1, ya que se encuentran conectados en paralelo y por ende, si bien las amplitudes de las corrientes de frecuencia fundamental son diferentes en el nivel de 33kV de los tres transformadores, al encontrarse los mismos conectados en paralelo, el porcentaje de las distorsiones armónicas, resultan iguales.

La Fig. 7 (a) muestra la forma de onda de la corriente de una fase inyectada por el FAPHS en 33kV, mientras que la Fig. 7 (b) muestra su espectro en frecuencia (valores pico).

Los resultados de las Fig. 7 (a) y (b) muestran que el valor fundamental corresponde a los 30 MVAR de compensación de potencia reactiva. Respecto de las armónicas, provee aquellas armónicas que no son compensadas por el filtro pasivo.

B. Caso II

La Fig. 8 muestra los mismos resultados de las Fig. 6 del caso anterior. Los resultados de la Figs. 8 muestran un decrecimiento de las armónicas de tensión y corriente y por ende de los THD_U y THD_I con respecto a los casos de compensación con bancos de capacitores, presentados en la Tabla II.

La Fig. 9 muestra los mismos resultados de las Figs. 7 del caso anterior. Los resultados de las Figs. 9 (a) y (b) muestran que el valor fundamental corresponde a los 15MVAR de compensación de potencia reactiva. Respecto de las armónicas, provee aquellas armónicas que no son compensadas por el filtro pasivo.

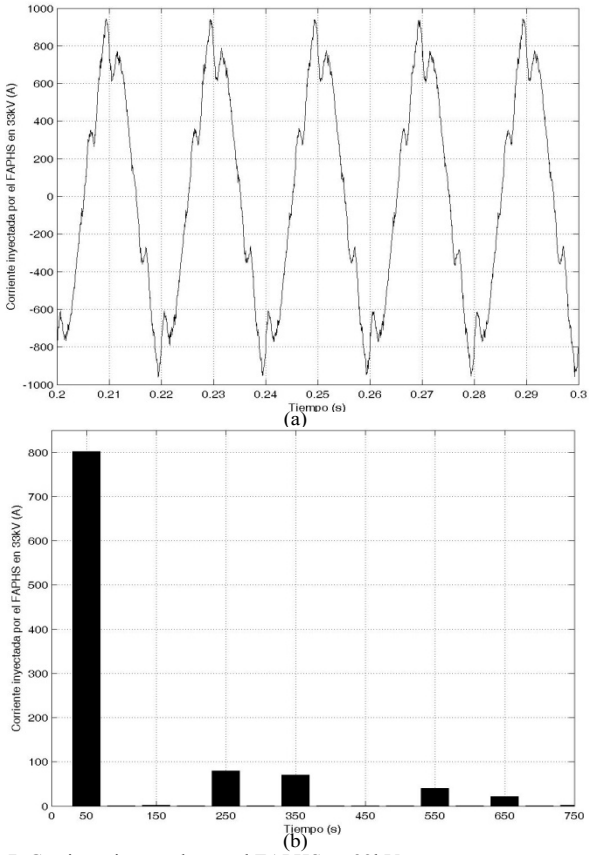


Figura 7. Corriente inyectada por el FAPHS en 33kV.
-(a) Forma de onda-(b) Espectro en frecuencia.

La Tabla V repite los resultados mostrados en la Tabla II, donde el FAPHS es usado para la compensación de los 30MVAr y 15MVAr.

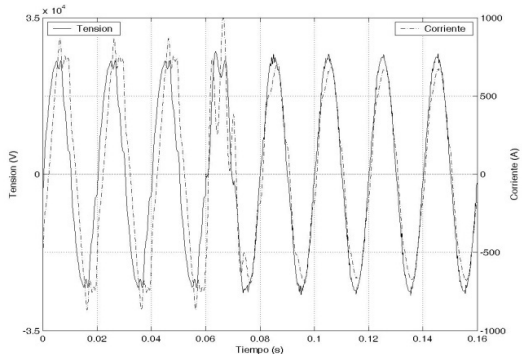
TABLA V
RESUMEN COMPENSACIÓN FAPHS

Escenario Futuros	*Q_c (MVAr)*	*P (MW)*	*Q (MVAr)*	*Pf_{tot}*	*V_{1fase} (kV eficaz)*	*THD_V (%)*
prefalla	30MVAr	66	16.65	0.97	19.7 (1pu)	1.2
postfalla	15MVAr	31.8	11	0.95	TR1 y TR2 18.8(0.99pu)	TR1 1.45 TR2/3 0.65

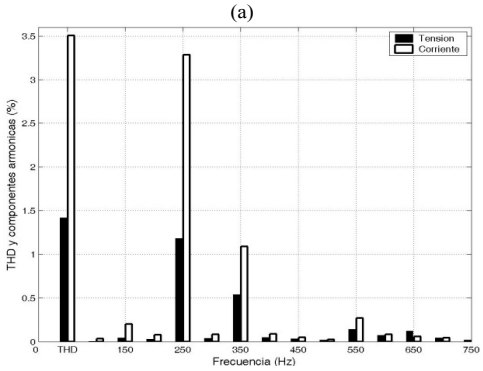
V. CONCLUSIONES

Se presento el diseño de un Filtro Activo de Potencia Hibrido para compensar reactivo y armónicas en una planta industrial. Dos niveles de compensación de reactivo son implementados a través del diseño del filtro pasivo. Cada nivel es de 15MVAr y es abastecido por un filtro pasivo sintonizado en la armónica de orden 13. El filtro propuesto es una alternativa económica y sencilla, comparada con un filtro activo puro. Presenta un muy buen desempeño en el punto de instalación indicado, tanto en estado transitorio como estacionario. Esto representa una excelente solución para el problema presentado en la reconfiguración de la red de la planta industrial considerada en este trabajo.

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.

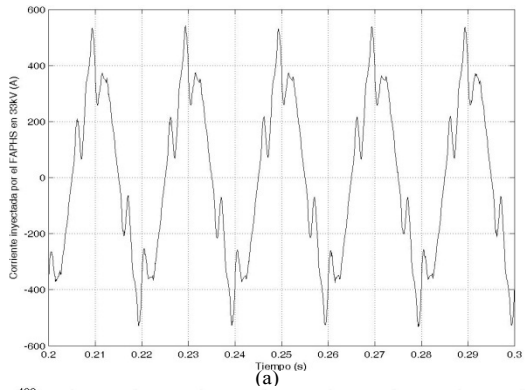


(a)

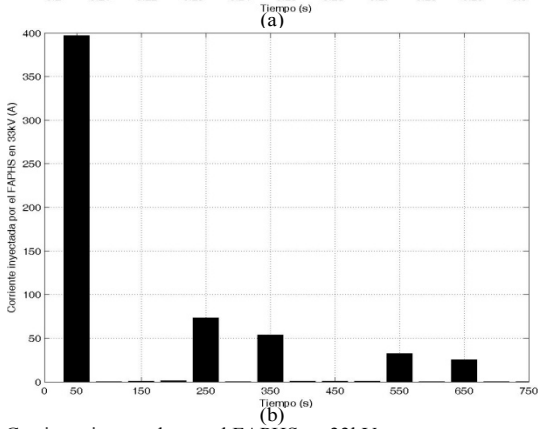


(b)

Figura 8. Tensión y corriente en 33kV del TR1.
-(a) Formas de onda-(b) Armónicas y THD.



(a)



(b)

Figura 9. Corriente inyectada por el FAPHS en 33kV.
-(a) Forma de onda-(b) Espectro en frecuencia.

REFERENCIAS

[1] Akagi H., E. Watanabe and M. Aredes. "Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning". IEEE Press Series on Power Engineering, 2007.

[2] Akagi H., "Active Harmonic Filters", in Proc. of the IEEE, Vol. 93, No. 12, pp. 2128 – 2141, 2005.

[3] Zhang C., Q. Chen, D. Li and Y. Zhao, "A Novel Power Quality Conditioner Applied to High Voltage Power Systems", in Proceedings IEEE PES General Meeting Conf., 2006.

[4] V.F. Corasaniti, M.B. Barbieri, P.L. Arnera, M.I. Valla, "Comparison of Active Filters Topologies in Medium Voltage Distribution Power Systems". in Proc. 2008 IEEE PES general meeting Conf..

[5] Singh B., K. Al-Haddad and A. Chandra, "A Review of Active Filters for Power Quality Improvement", IEEE Trans. Industrial Electronics, Vol. 46, No. 5, pp. 960-971, 1999.

[6] Chen F., H. Cheung, L. Wang, T.Mander, W.Liu and R. Cheung, "Adaptive D-based Active Power Line Filter for Industrial and Commercial Power Distribution", in Proc. IEEE PES GM Conf., 2007.

[7] S. Orts, F. J. Gimeno Sales, S. Seguí Chilet, M. Alcañiz, R. Masot, A. Abellán, "Nuevo Compensador Activo Basado en IEEE Std. 1459," IEEE Latin America Transactions, v4, n.1, 2006.

[8] Huang A., S. Bhattacharya, M. Baran, B. Chen and C. Han, "Active Power Management of Electric Power System Using Emerging Power Electronics Technology", in Proc. IEEE PES GM Conf., 2007.

[9] S. Bhattacharya and D. Divan, "Active Filter Solutions for Utility Interface of Industrial Loads," in Proc. of the IEEE Int. Conf. on Pow. Elect., Drives and Energy Systems for Ind. Growth, Vol.2, pp: 1078–1084, Jan. 1996.

[10] V.F. Corasaniti, M.B. Barbieri, P.L. Arnera, M.I. Valla, "Hybrid Active Filter for Reactive and Harmonics Compensation in a Distribution Network" *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 56, NO. 3, pp. 670-677, March 2009.

[11] V.F. Corasaniti, M.B. Barbieri, P.L. Arnera, M.I. Valla, "Hybrid Power Filter to Enhance Power Quality in a Medium Voltage Distribution Network*" IEEE Transactions on Industrial Electronics*, Vol. 56, NO. 8, pp. 2885-2893, August 2009.

[12] IEEE Power Engineering Society Harmonics Working Group, "Tutorial on Harmonics Modeling and Simulation," IEEE-PES TP 125-0, 1998.

[13] Resolución ENRE 184/00, Ente Nacional Regulador de la Electricidad, Base Metodológica para el Control de la Calidad del Producto Técnico. Etapa 2, 2000.

[14] IEEE Standard 519-1992, IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems, 1992.

[15] Arrillaga J. y N. R. Watson (2003). *Power System Harmonics*. Wiley & Sons Ltd, 2nd ed.

Victor Fabián Corasaniti (GSM'05, M'07) He received the Electrical Engineer and Master in Engineering degrees from UNLP, Buenos Aires, Argentina, in 1999 and 2008. He has been working for the IITREE-LAT FI-UNLP studying normal and transient conditions of electrical systems and technical planning since 1999. His special field of interest includes power systems operation and control, power quality and power electronics. He is an assistant professor in the EE Dept., FI-UNLP. He is Argentina PES Chapter Vice-Chairman.

Maria Beatriz Barbieri (M'97, SM'01) She got her degree in Telecommunications Engineering (with honors) from UNLP in 1984. She has been working for the IITREE-LAT studying normal and transient conditions of electrical systems and in economic and technical planning since 1983. Her special field of interest includes Electrical Power Systems. She is Professor of Electricity and Magnetism at the EE Dept. She is Argentina PES Chapter Treasurer.

Patricia Liliana Arnera (M'99, SM'01) She got her degree in Electrical Engineering from the UNLP in 1981. She is Head of IITREE-LAT and study transient conditions of electrical systems and working in Electromagnetic Fields and health. Her special field of interest includes Electrical Power Systems. She is Full Professor of Power System at the EE Dept. Prof. Arnera is Member of the Buenos Aires Academy of Engineering in Argentina. She was Argentina PES Chapter Chairman in 2001-2002.

Authorized licensed use limited to: MINCYT. Downloaded on November 03,2020 at 19:00:18 UTC from IEEE Xplore. Restrictions apply.