

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO SVC CON HMI INCORPORADO MEDIANTE EL PROTOCOLO ETHERNET PARA EL LABORATORIO DE CONTROL ELÉCTRICO DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE EXTENSIÓN LATACUNGA

Ortiz Falconí, Héctor Francisco
Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE
Latacunga, Ecuador
hfortiz77@gmail.com

Enríquez Vásquez, David Andrés
Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE
Latacunga, Ecuador
david_am_ec@hotmail.com

Resumen— El presente proyecto es el diseño y construcción de un módulo didáctico SVC (Compensador Estático de Potencia), este compensador estático consta de bobinas saturables que regulan la tensión a través de la característica magnética, sin necesidad de incorporar un dispositivo de control, permitiendo controlar la tensión en el punto de conexión del sistema de potencia para compensar la deficiencia de potencia reactiva y de esta manera regular la tensión o mantener la tensión dentro de un perfil deseado, dicha potencia es regulada por medio de un banco de capacitores colocados en paralelo junto con las bobinas antes mencionadas, realizando un control tipo proporcional para que la compensación de la potencia reactiva presente en los sistemas eléctricos.

Abstract— This project is the design and construction of a SVC (Static Compensator Power) training module, this static compensator consists of saturable coils that regulate the voltage across the magnetic property, without adding a control device (continuous control inherent), allowing you to control the voltage at the connection point of the power system to compensate for the deficiency of reactive power and thus regulate the voltage or keep the voltage within a desired profile, that power is regulated by means of a capacitor bank placed in parallel with the aforementioned coil, performing a proportional control to the compensation of reactive power in electrical systems present.

Palabras clave— Ingeniería Electrónica, Electrónica De Potencia, Capacitores, Bobinas, Ethernet

Introducción

Un compensador de potencia reactiva es una máquina eléctrica que se usa para absorber la energía reactiva (producida por las máquinas eléctricas conectadas a una línea).

La energía reactiva es perjudicial tanto para las líneas eléctricas como para las máquinas que están conectadas a las mismas, las centrales eléctricas tienen que proporcionar una intensidad eléctrica que no genere potencia reactiva; un compensador SVC es una máquina compuesta por grupos de capacitores capaces de compensar la energía reactiva que se produce en una línea eléctrica; por lo general a lo largo de las líneas eléctricas se tienen conectadas cargas inductivas como motores, lámparas de descarga, que generan energía reactiva inductiva. Los condensadores absorben esa energía reactiva inductiva. [1]

I. ELEMENTOS Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN SVC

Los elementos principales presentes en un compensador SVC podemos denotar:

- Condensadores conmutados por Tiristores (TSC)
- Bobinas conmutadas por Tiristores (TSR)
- Bobinas controladas por Tiristores (TCR)

A. CONDENSADOR CONMUTADO POR TIRISTORES (TSC)

El esquema del condensador conmutado por tiristores o thyristor switched capacitor (TSC) representa la configuración más sencilla de la utilización de los dispositivos electrónicos de potencia en el control de la potencia reactiva. Este elemento está formado por dos SCR en una configuración de anti-paralelo, los mismos que se encuentran en serie con un condensador o banco de condensadores, ver Figura 1. [2]

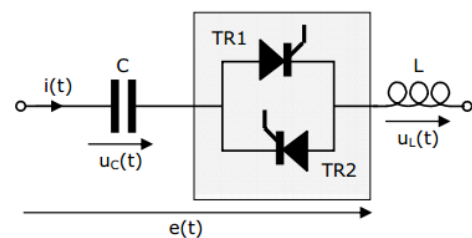


Figura 1. Configuración de un TSC

B. BOBINA CONTROLADA POR TIRISTORES

La bobina controlada por tiristores o Thyristor Controlled Reactor (TCR), su principal acción es la de conseguir una regulación continua y rápida de la potencia reactiva que es consumida por la bobina, en la Figura 2, se puede apreciar un esquema de un TCR, el mismo que está formado por una bobina (R+L) y un convertidor CA/CA compuesto por dos tiristores en configuración anti-paralelo.

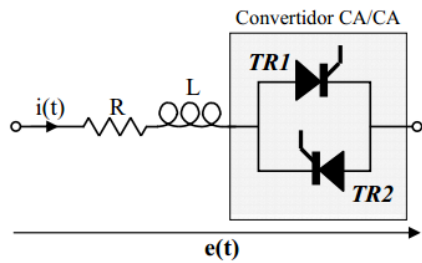


Figura 2: Configuración de un TCR

En este caso, a la electrónica de potencia se le aplica un control de fase, para que de esta manera se pueda regular el valor eficaz de la corriente que va a circular a través de la reactancia. [3]

II. CONFIGURACIÓN DEL SVC

En general un SVC puede estar compuesto por todos o algunos de los elementos mostrados en la Figura 3. De esta forma, el SVC tiene un comportamiento capacitivo o inductivo en función del estado de operación de las distintas unidades de capacidad (TSC o controladas mecánicamente), del TCR y de la dimensión de los condensadores fijos, ya sea en baterías o filtros LC. [4]

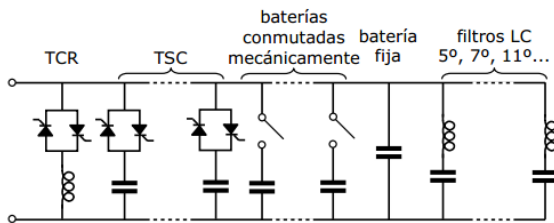


Figura 4: Composición por fase de SVC

III. FUNCIONAMIENTO DEL CONTROLADOR SVC

Por medio de la presente simulación se determinó el correcto funcionamiento del Controlador SVC.

En la Figura 5 se puede observar el diagrama de conexionado de los diferentes elementos utilizado para el controlador SVC.

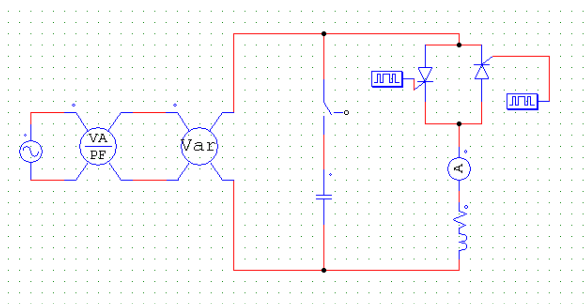


Figura 5: Diagrama del Controlador SVC

Cuando el relé que se encuentra en la línea del condensador está activado es decir se encuentra conectado se obtiene una variación del 0 a 200 VAR Capacitivos,

Mientras que si relé del condensador se encuentra abierto por medio de la configuración paralela que se encuentra la bobina junto con los SCR's se puede obtener una variación de 0 a 200 VAR. [5]

A. DISPARO DE LOS SCR's A 0° CON EL CONDENSADOR CONECTADO

Cuando se encuentra el condensador activado junto con el disparo de los SCR's en anti paralelo en un ángulo de 0° se obtiene lo siguiente Figura 6.

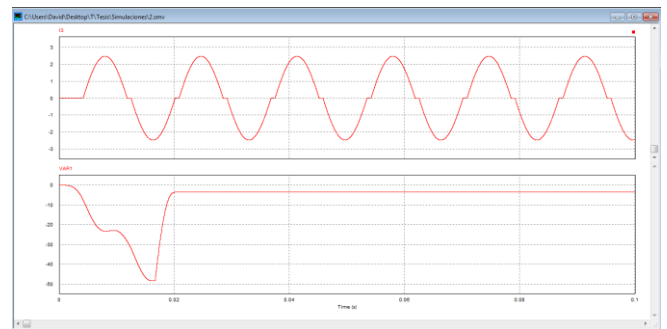


Figura 6: Disparo de los SCR's a 0° junto con el condensador Activado

En la parte superior de la Figura 6 representa la corriente que circula a través de la bobina, la parte inferior nos representa la Potencia reactiva.

B. DISPARO DE LOS SCR's A 90° CON EL CONDENSADOR CONECTADO

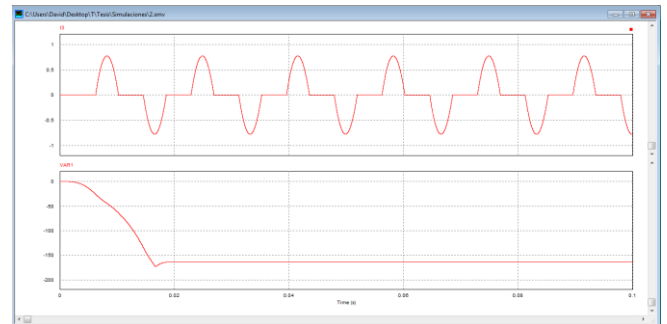


Figura 7: Disparo de los SCR's a 90° junto con el condensador Activado

En la parte superior de la Figura 7 representa la corriente que circula a través de la bobina, la parte inferior nos representa la Potencia reactiva; podemos observar que el comportamiento de la Potencia Reactiva no es de manera lineal.

IV. DISEÑO DE HARDWARE Y DIAGRAMA DE BLOQUES DEL MÓDULO SVC

Mediante las simulaciones realizadas se determinó los elementos necesarios para poder realizar el diseño del hardware, el mismo que se detalla a continuación en el diagrama de bloques, Figura 8:

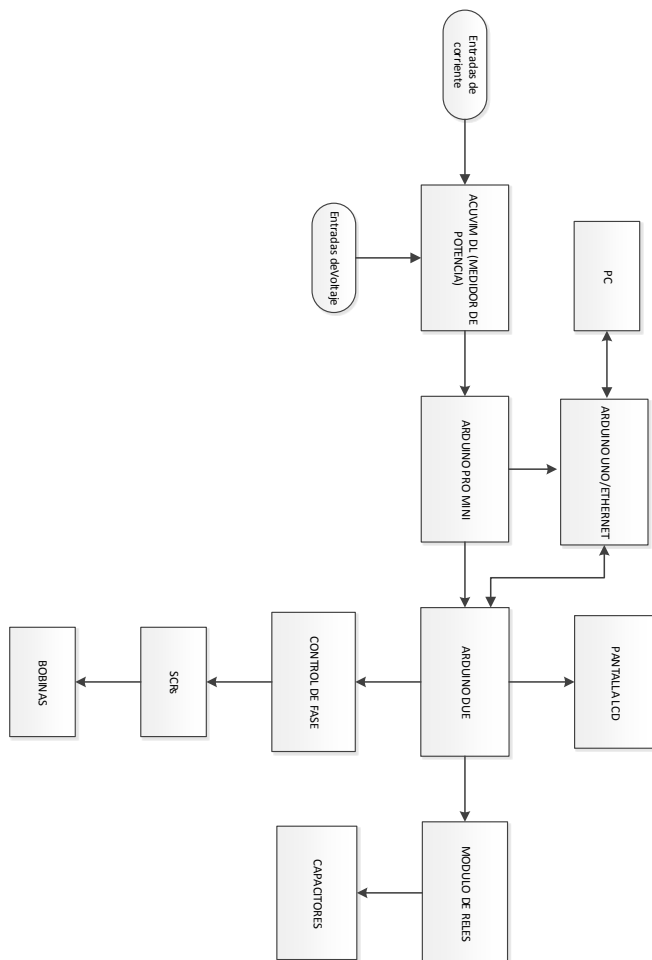


Figura 8: Diagrama de bloques del Módulo para Compensación Estática de Potencia Reactiva (SVC) con comunicación Ethernet.

V. DIAGRAMA DE CABLEADO GENERAL

Tomando como base el diagrama de Bloques representado en la Figura 8, se realizó el diagrama de conexionado el mismo que se representa en la Figura

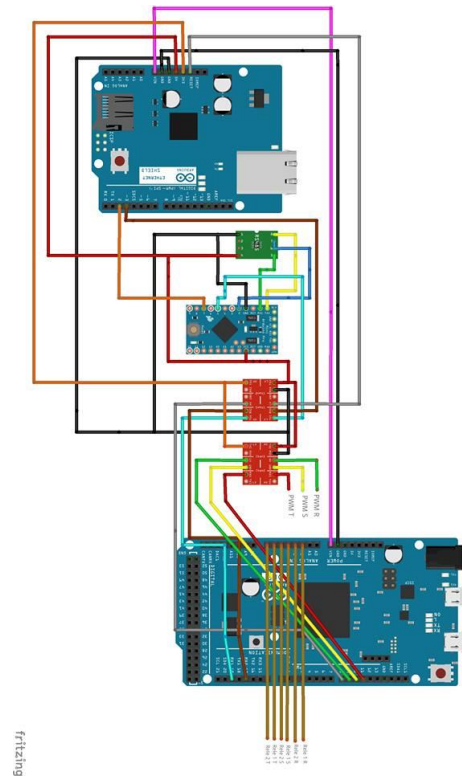


Figura 9: Diagrama General de Cableado

VI. MODO LOCAL Y REMOTO DEL MÓDULO SVC

El presente Módulo SVC tiene la capacidad para poder realizar un control y monitoreo en Modo Local y Modo Remoto.

A. MODO LOCAL

Para el monitoreo y control del Factor de potencia se emplea una Pantalla Touch presente en la parte frontal del Módulo SVC, ver Figura 10.



Figura 10: Módulo SVC

B. MENU DE LA PANTALLA

En el presente menú se puede seleccionar la función a realizar ya sea para medición o para control tanto en modo local como en modo remoto, como se indica en la Figura 11.

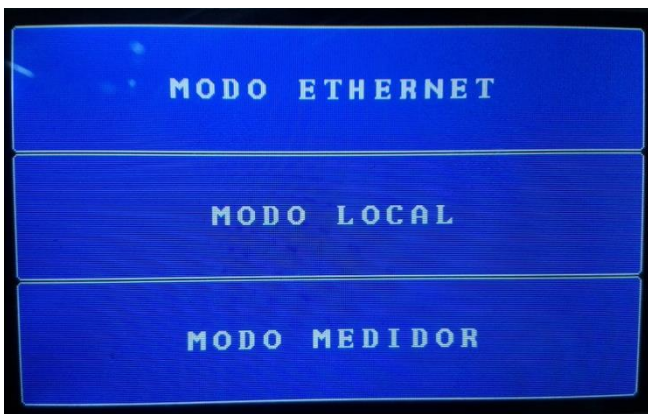


Figura 11: Menú del Módulo SVC

C. MODO MEDIDOR LOCAL

Por medio de dicha opción podemos realizar un monitoreo del estado de las diferentes potencias presentes en un motor Trifásico Jaula de ardilla; como se indica en la Figura 12.

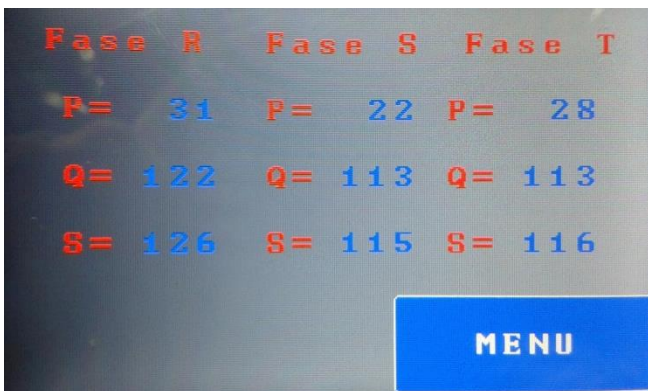


Figura 12: Modo medidor del SVC

D. MODO CORRECTOR DE LA POTENCIA REACTIVA

En el presente modo, el valor de potencia reactiva se reduce a su mínima expresión como lo es el valor de 0.



Figura 13: Corrección de Potencia Reactiva

E. MODO REMOTO (ETHERNET)

Para el control y monitoreo remoto poseemos un puerto de comunicación Ethernet, en la pantalla que se encuentra en el Módulo SVC hay que esperar que se coloque la dirección de la IP con la que se va a Trabajar en el HMI que va a ser desarrollado en LabVIEW, como se muestra en la Figura 14.



Figura 14: Pantalla para el Modo Ethernet

F. MODO ETHERNET MEDIDOR

Se visualiza en el Software LabVIEW el modo medidor del Módulo SVC, como se indica en la Figura 15.

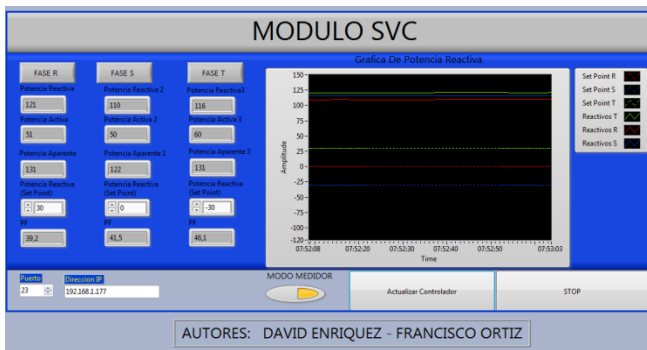


Figura 15: Pantalla de Medición en Modo Ethernet

G. CORRECCIÓN DE POTENCIA REACTIVA EN EL MODO ETHERNET

Al momento en el que inicia la corrección del factor de potencia en el Modo Ethernet se puede visualizar en la Figura 16 de la siguiente manera:

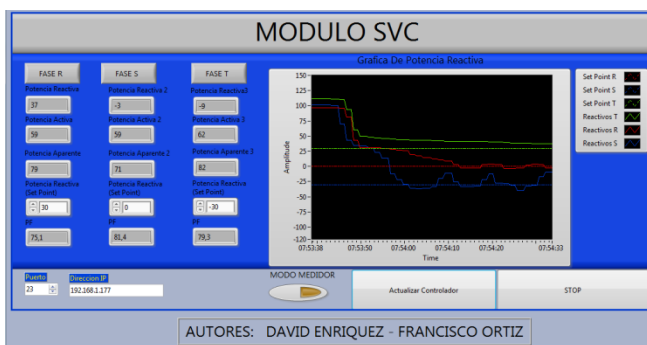


Figura 16: Pantalla para el Modo Ethernet en Modo de Corrección

CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó el módulo didáctico SVC con HMI incorporado mediante protocolo Ethernet

para el laboratorio de Control Eléctrico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

- Se estudió e identificó claramente, cada uno de los componentes que intervienen en el diseño e implementación del módulo didáctico SVC.
- Debido al alto costo que presentan módulos SVC, se demostró que los costos de fabricación de dicho Módulo es mucho más económico que cualquier módulo adquirido en el mercado.
- Por medio de la investigación realizada se logró comprender e implementar los elementos necesarios para poder realizar dicho proyecto de grado con las diferentes características planteadas en un inicio de la fabricación.
- Por medio de la implementación de la comunicación Ethernet se logró establecer un monitoreo y control remoto del comportamiento del Módulo didáctico SVC.
- El HMI realizado en el Software LabVIEW es el que nos permitió visualizar los tiempos de respuesta junto con las gráficas del comportamiento de las variables presentes en el Módulo didáctico SVC.

REFERENCIAS

- [1] Portillo, E. B., & López, R. P. "Electrónica de Potencia". Marcombo Boixareu, 2012.
- [2] Rashid M. H., "Power Electronics", Prentice Hall International, 1998
- [3] Acha E., Agelidis V.G., Anaya-Lara O. & Miller T.J.E., "Power Electronic Control in Electrical Systems", Newnes Power Engineering Series, 2002
- [4] Rashid, M. H., González, M. H. R. V., & Fernández, P. A. S., "Electrónica de potencia: Circuitos, dispositivos y aplicaciones", Pearson Educación, 2004.
- [5] González, C. J. C., & Pidre, J. C., "Compensadores Estáticos de Potencia Reactiva (SVC)", 2003

