

## ARTICULO

### **SOLDADURA DE PUNTO**

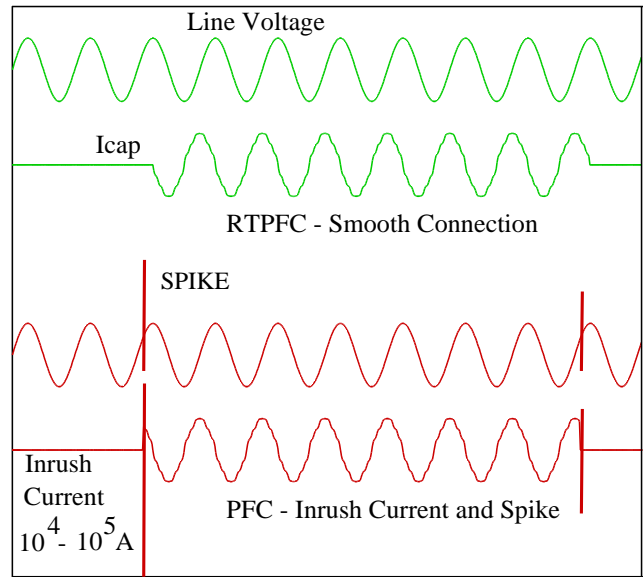
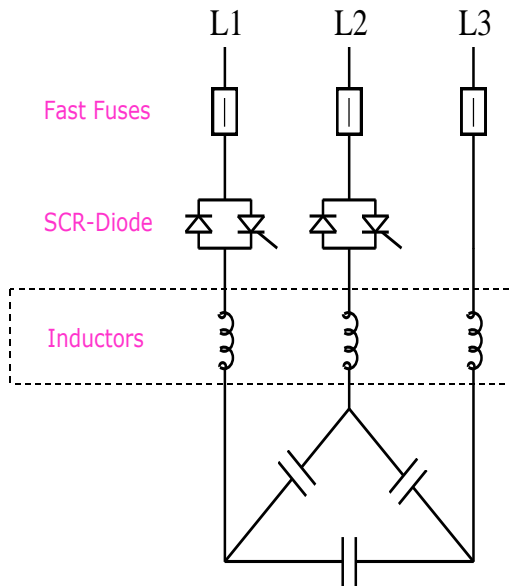
#### **UNA APLICACIÓN CON COMPENSACIÓN DINÁMICA DE ENERGÍA REACTIVA.**

**General:** Las máquinas soldadoras de punto son conocidas por tener extremadamente rápidos cambios de carga, los que consumen una gran cantidad de energía reactiva. Estas cargas crean un alto nivel de flickering de voltaje el que a menudo no cumple con los requisitos exigidos por las empresas de utilidad pública y además reducen la calidad de la soldadura debido a la fuerte caída de voltaje que producen. Recientemente, SQUARE D ha suministrado grandes sistemas de Compensación de Factor de Potencia en Tiempo Real (CFPTR) a la industria automovilística y a los fabricantes de mallas Acma, resolviéndoles sus problemas de flickering de voltaje y mejorando la calidad de sus soldaduras.

La compensación de potencia reactiva es normalmente efectuada utilizando Controladores de Factor de potencia (CFP) basados en elementos de conmutación electromecánicos. La rápida respuesta de estos sistemas CFP convencionales es deliberadamente controlada para reducir el desgaste de los contactores causada por las innumerables maniobras de operación que deberían efectuar. Por lo tanto, los sistemas convencionales de CFP pueden solamente corregir el factor de potencia de cargas relativamente estables y son incapaces de compensar cargas con variaciones rápidas y frecuentes. Como resultado de la compensación deficiente de la potencia reactiva se obtiene un voltaje inestable, flickering de voltaje, alto consumo de corriente, pérdidas de energía y una menor capacidad de suministro de energía.

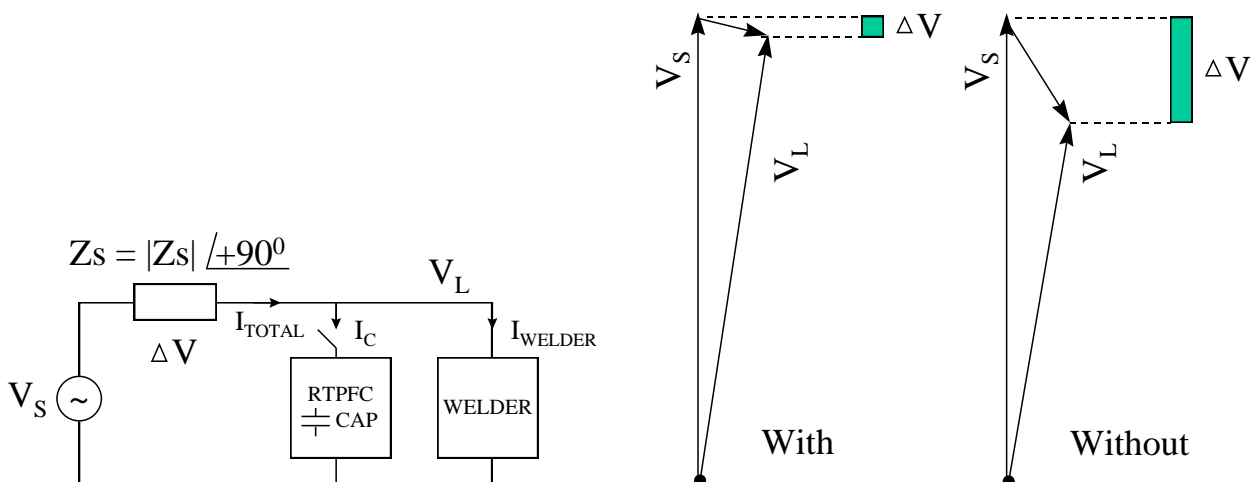
El sistema de Compensación del Factor de Potencia en Tiempo Real (CFPTR) está diseñado para operar en el lado de baja tensión (200-1000 volts) y para reemplazar al sistema de conmutación electromecánico de los sistemas convencionales de CFP. Este sistema utiliza elementos de conmutación electrónicos en dos fases, los que conectan los grupos de capacitores al sistema sin efectos transitorios. La conexión al sistema se produce durante el cruce por cero de la corriente, proporcionando así una “suave” conexión de los grupos capacitores.

No hay un límite para el número de las operaciones de conmutación ya que los elementos electrónicos de conmutación no se desgastan o deterioran durante el proceso. El número ilimitado de operaciones de conmutación ha revolucionado el concepto básico del sistema de compensación del factor de potencia. Un sistema convencional de respuesta lenta se ha transformado en un sistema de respuesta rápida en tiempo real el cual es usado para compensar cualquier variación de la potencia reactiva requerida dentro del lapso de un ciclo de la red eléctrica.



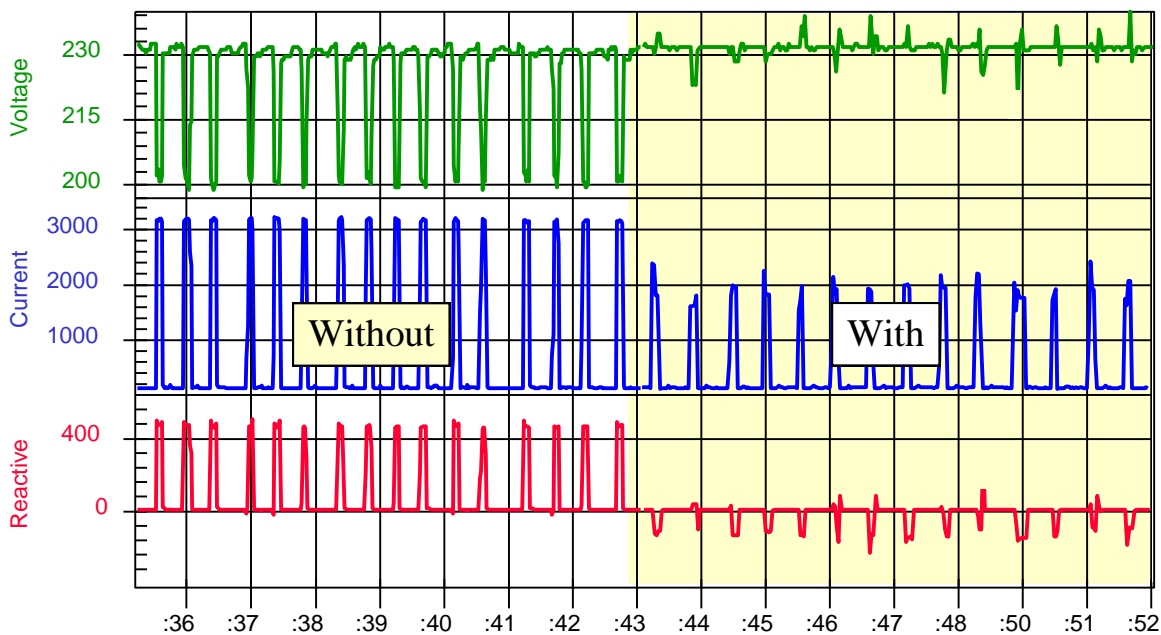
Los beneficios que la Compensación del Factor de Potencia en Tiempo Real (CFPTR) traen en la reducción del flickering, en la mejora de la calidad de la energía e infraestructura y en la economía en energía se describen a continuación:

**Reducción del flickering:** La caída del voltaje de línea es eliminada como resultado de la compensación en tiempo real del factor de potencia y de la reducción de la corriente durante el proceso de soldadura. El siguiente diagrama vectorial muestra la caída de voltaje en el transformador causada por su impedancia interna.



El transformador es representado como una carga inductiva que rota la caída de voltaje en aproximadamente  $90^\circ$ . La soldadora es mayoritariamente una máquina inductiva caracterizada por un pobre factor de potencia que rota la corriente en aproximadamente  $70-80^\circ$ . Por lo tanto, la dirección del vector de la caída de voltaje  $\Delta V$  gira dos veces debido a la impedancia interna del transformador y la corriente inductiva de la soldadora. El vector  $\Delta V$  opera en la dirección contraria de la fuente  $-V_S$  (el voltaje del transformador). La compensación del factor de potencia reduce substancialmente la corriente y la dirección de la caída de voltaje retorna en  $70-80^\circ$ , o sea, no opera en contra de la fuente  $-V_S$ . Como resultado, la caída de voltaje se reduce significativamente, estabilizando el voltaje de la línea y eliminando la mayor parte del efecto de flickering. Esta característica proporciona los medios necesarios para cumplir con las normas de flickering aprobadas por las Compañías de Utilidad Pública.

El grafico que sigue muestra el efecto en el voltaje, corriente y potencia reactiva, producido por una máquina soldadora de puntos, utilizada en la fabricación de mallas ACMA de 12 mm, con y sin la aplicación de un sistema de CFPTR.



**Without compensation:**

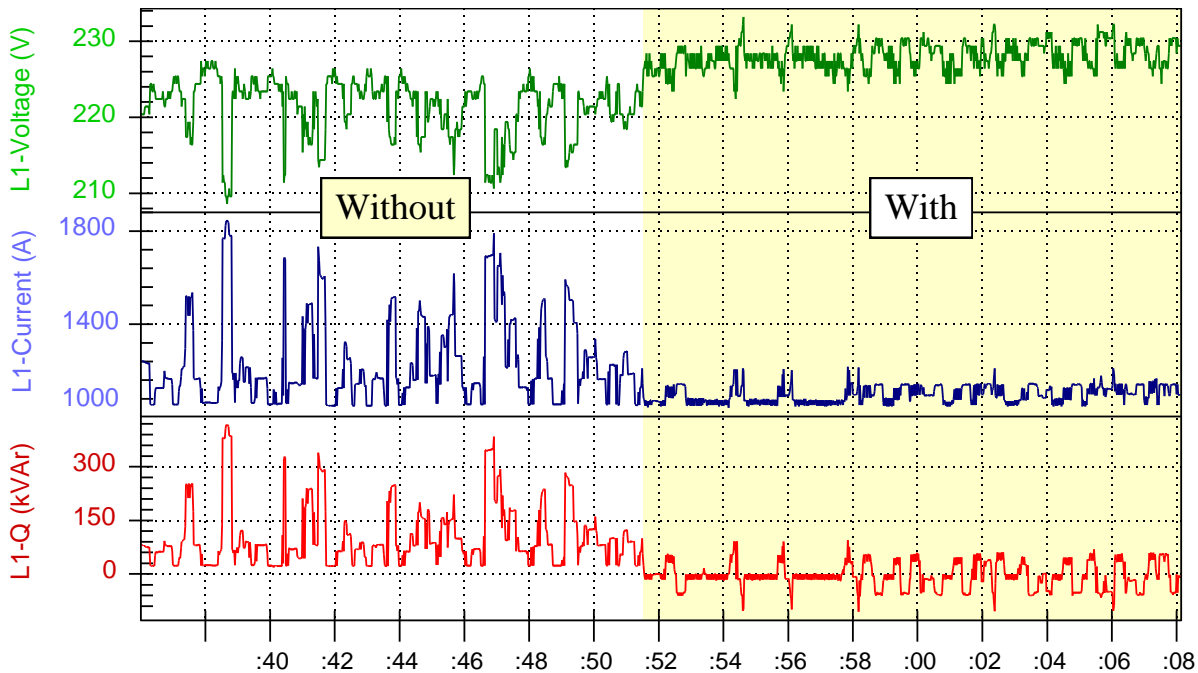
Peak current = 3200 Amp.  
 Peak kVAr = 3\*500 kVAr  
 Voltage drop = 32 Volt

**With compensation:**

Peak current = 2100 Amp.  
 Peak kVAr = 3\*50 kVAr  
 Voltage drop = 8 Volt

**Mejora en la Calidad:** Los fabricantes de automóviles utilizan un gran número de soldadoras en la fabricación de sus chasis. Estas soldadoras no están sincronizadas y como resultado de ello la corriente cambia rápidamente ocasionando un voltaje fluctuante. Ocasionalmente, un gran número de soldadoras operan simultáneamente, produciendo una substancial caída de voltaje. La energía requerida por la soldadura es una función cuadrática

del voltaje y por lo tanto una caída de voltaje reduce la energía y perjudica la calidad de la soldadura (i.e. una caída de voltaje de 15% reduce la cantidad de energía en aproximadamente un 28%). El gráfico que sigue muestra el efecto en el voltaje, corriente y potencia reactiva, producido por máquinas soldadoras en fábricas de automóviles, con y sin la aplicación de un sistema de CFPTR.



Cabe hacer notar que las mediciones fueron tomadas en un lapso de pocos segundos. Sin embargo, la caída de voltaje real es mucho mayor cuando el análisis se hace considerando un largo periodo de tiempo.

**Economía en Infraestructura:** La compensación de la energía reactiva en tiempo real reduce la corriente en aproximadamente 40-50%, lo que permite economizar en la inversión de transformadores, barras, interruptores de poder y cables.

**Economía en energía:** Adicionalmente, el sistema reduce el nivel de corrientes armónicas permitiendo una economía de energía en los redes de media y baja tensión, como sigue:  
Economía en energía debido a la reducción de pérdidas y disminución de corrientes armónicas:

Perdidas en los cables

- Perdidas en el cobre  $I^2 R$
- Perdidas por efecto “piel” (Skin effect) debido a la disminución de corrientes armónicas.

Perdidas en los transformadores:

- Perdidas en el cobre  $I^2 R$
- Perdidas por efecto “piel” (Skin effect) debido a la disminución de corrientes armónicas.
- Perdidas en el hierro por disminución de corrientes armónicas.

**Total estimado en economías: 5-10%**