

SOLUCIÓN DE INTERFERENCIAS POR LA EMISIÓN EN RF DE REDES PWM DRIVERS.

Pedro E. Issouribehere, Daniel A. Esteban y Fernando Issouribehere
Instituto de Investigaciones Tecnológicas Para Redes y Equipos Eléctricos
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - ARGENTINA

Resumen: Se realizó un estudio de Compatibilidad Electromagnética de la red eléctrica de alimentación de un Centro de Espectáculos que dispone de decenas de motores para operar los escenarios. Los motores cuentan con excitación mediante *drivers* (rectificadores e inversores PWM). Durante la puesta en marcha se detectaron interferencias sobre otros equipos electrónicos de la misma instalación, ocasionando fallas de operación y daños en componentes.

1. INTRODUCCIÓN

La instalación se alimenta en 13,2 kV desde la red pública, con Centros de Transformación dedicados y distribución interna en BT (3 x 380 V).

Los motores se alimentan con *drivers* (rectificadores e inversores PWM para tensión y frecuencia variables). En esa instalación se han detectado interferencias y fallas en los equipos electrónicos de operación de los sistemas hidráulicos del escenario, los que están vinculados con los *drivers* a través de la red de alimentación.

El IITREE ha realizado mediciones para caracterizar el fenómeno, se ha determinado su naturaleza y su origen y se dan las recomendaciones para la normalización.

2. MEDICIONES

Se efectuaron registros con un Adquisidor-Registador Digital, bajo distintas condiciones de operación de los *drivers*.

Los registros obtenidos corresponden a la tensión entre el neutro de la alimentación de potencia y la tierra de la instalación al nivel del Tablero de distribución en cuya vecindad se produjeron las fallas (ver figura 7).

Se observa que las perturbaciones varían según la condición de operación o la maniobra realizada.

La correlación de las perturbaciones con el funcionamiento de los *drivers*, queda puesta en evidencia en las Figuras 1 a 3.

Además se destaca que en ningún momento se produjeron perturbaciones sin el funcionamiento del motor o sin correlación con alguna de las maniobras enumeradas.

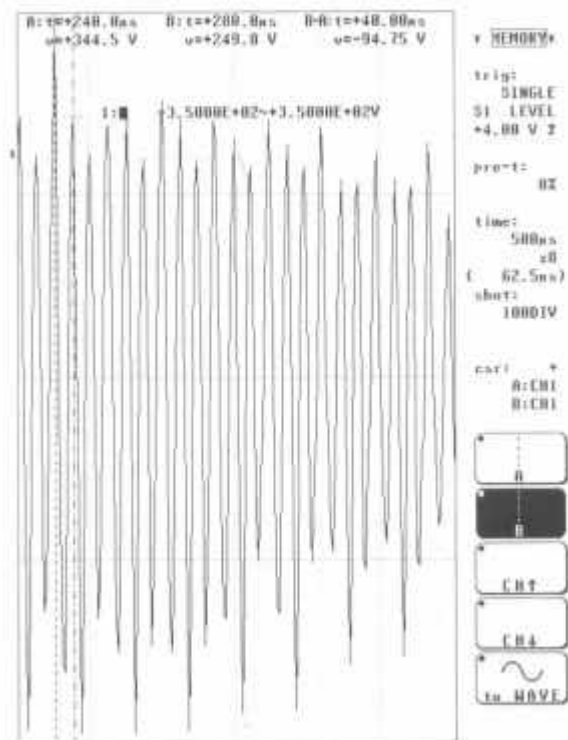


Figura1 - Tensión entre el neutro y la tierra en el Tablero de Alimentación. Tablero perturbador en servicio. Se observan tensiones de aproximadamente 350 V cresta y una frecuencia preponderante de aproximadamente 25 kHz. Corresponde a la tensión indicada como U perturbadora en el circuito de la Figura 7.

La figura 1 corresponde a la tensión generada entre el neutro del sistema de BT y la tierra de seguridad cuando el tablero que contiene los *drivers* analizados se encuentra en operación.

El mismo tipo de registro, con el tablero fuera de servicio, se muestra en la figura 2 y confirma que la perturbación medida en el primer caso es generada por los *driver* contenidos en dicho tablero.

Entre la fase y el neutro de la instalación la perturbación sólo se manifiesta como un ruido de bajo nivel, figura 3, con niveles despreciables respecto a los existentes entre neutro y tierra.

Esto indica que la perturbación es de modo común y corresponde a la tensión indicada como U perturbadora en el circuito de la figura 7.

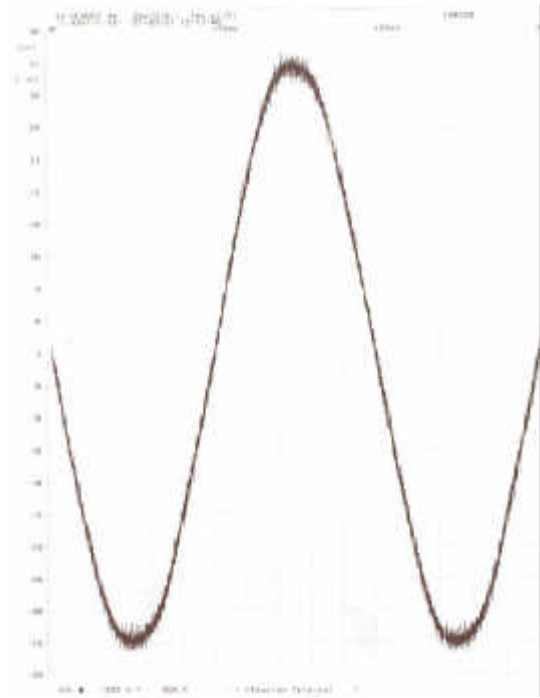


Figura 3 - Tensión entre fase y neutro en el Tablero de Alimentación. Tablero perturbador en servicio.

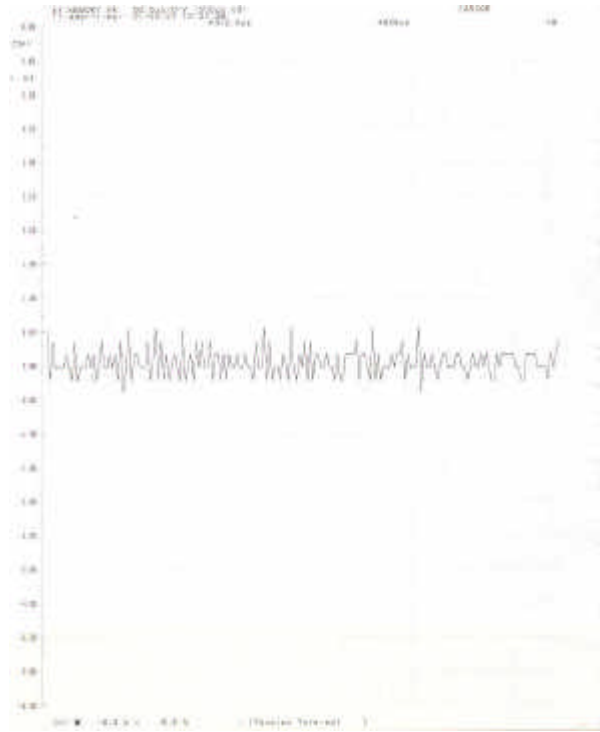


Figura 2 - Tensión entre el neutro y la tierra en el Tablero de Alimentación. Tablero perturbador fuera de servicio.

3. ANÁLISIS DE EMC.

A través de las Figuras 4 a 7, correspondientes a esquemas de principio, se puede interpretar el fenómeno.

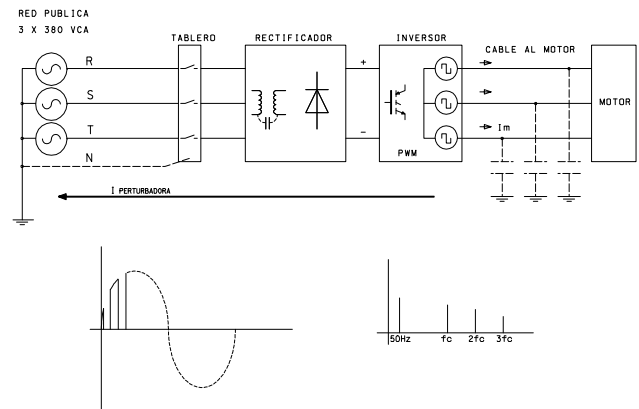


Figura 4 - Corresponde al esquema de principio de la instalación de un equipo de control de motores con rectificador- inversor PWM.

La tensión de alimentación del motor es en realidad un tren de pulsos de alta frecuencia (Del orden de 9kHz). La envolvente del tren es la corriente de frecuencia de potencia ,p.e. 50Hz.

Dada la simetría de la alimentación y de la carga resulta que los armónicos de orden múltiplos de tres de los pulsos son homopolares y, por lo tanto, se cierran a través de las capacidades del cable de alimentación del motor y son derivadas a tierra.

Como se ve en la figura 5 y 6, retornan por la red.

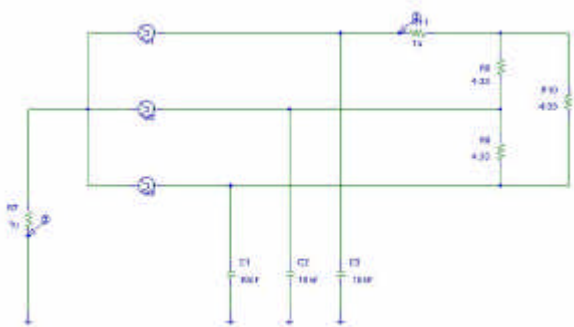


Figura 5 - El esquema del inversor puede reducirse al aquí mostrado.

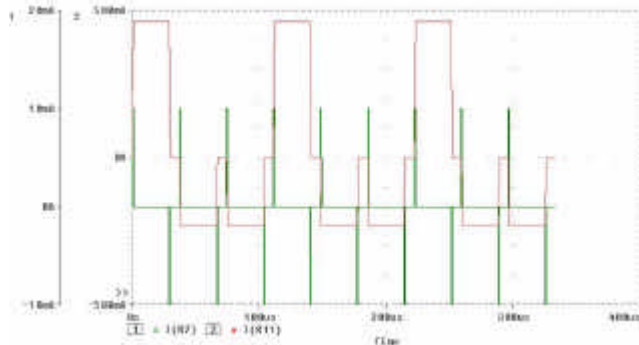


Figura 6 - El tren de pulsos que genera el inversor da lugar a una corriente que fundamentalmente va a la carga pero los armónicos de orden tres de la frecuencia de conmutación se cierran por las capacidades. Esto sucede aún funcionando en vacío.

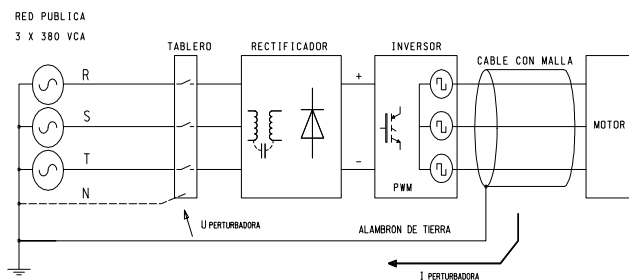


Figura 7 - La instalación típica de los drivers, actualmente, es la indicada aquí.

Los conductores que vinculan los drivers con los motores están blindados, lo que es correcto.

Las corrientes perturbadoras recogidas por la malla se conducen hacia tierra por el conductor de puesta a tierra de seguridad y retornan por el neutro al inversor.

Estas corrientes circulando a través de la impedancia del lazo del trayecto de 200 / 300m y produce la tensión U perturbadora medida entre neutro y tierra al nivel del Tablero de Alimentación correspondiente al registro de la figura 1.

Esa tensión perturbadora luego aparece como de modo común en el suministro de energía para el resto de las cargas de la instalación. Aquellos equipos particularmente susceptibles tienen comportamientos indebidos o se producen fallas, con causal en este fenómeno.

4. ADECUACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Una instalación correctamente ejecutada se muestra en el esquema de la Figura 8.

La corriente perturbadora recogida por el blindaje del cable retorna al inversor a través de un filtro de RF colocado inmediatamente a monte del driver. De esta forma la corriente perturbadora - por otra parte inherente al principio de funcionamiento del PWM - no circulará indebidamente por el resto de la instalación.

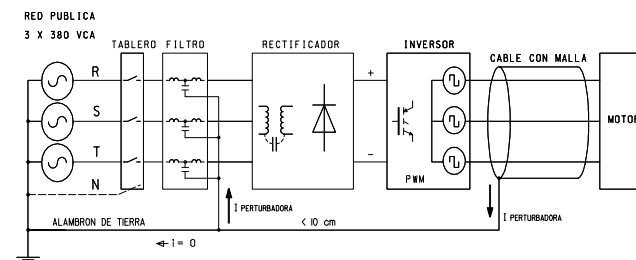


Figura 8 - El esquema muestra una instalación correctamente ejecutada.

Para cumplir con las funciones requeridas los filtros deben estar caracterizados con dos condiciones básicas:

- Atenuación de modo común y diferencial de las componentes de alta frecuencia.

El valor requerido deberá ser determinado en función de la amplitud de cada una de las componentes del espectro de la perturbación generada por el tipo específico de driver y el nivel aceptable sobre la red de alimentación de acuerdo al ambiente de operación. (Residencial, comercial o industrial)

- Impedancia de entrada vista desde el *driver*.
La inserción del filtro no debe alterar las condiciones de operación de los dispositivos activos del *driver*.

Para aquellos *drivers* de tipo regenerativo, como es el caso analizado, la topología del filtro debe ser tal que el valor de la impedancia presentada no produzca sobrecorrientes en los dispositivos semiconductores del convertidor cuando pasa a operar como generador.

Adicionalmente debe tenerse presente que la impedancia vista desde el lado de la red resulta siempre capacitiva, a la frecuencia industrial, y que en el caso que se instalen una gran cantidad de filtros será necesario considerar su impacto sobre el factor de potencia de la instalación.

5. RESULTADOS. PRUEBAS EN CAMPO.

Las pruebas de campo realizadas luego de la instalación de los filtros demostraron que la tensión residual no supera algunos voltios, nivel compatible con la susceptibilidad del resto del equipamiento.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La instalación presentaba un severo incumplimiento de los requerimientos de compatibilidad electromagnética que establecen las normas.

Las fuentes perturbadoras son los *drivers* de los motores y los equipos que ya han resultado susceptibles son los controles electrónicos del sistema hidráulico del escenario, pero dada la magnitud de las interferencias medidas es probable que se presenten, en el futuro, problemas en otros equipos o sistemas aún no puestos en marcha o instalados.

Para estos casos de EMC **la solución consiste en la instalación de filtros de RFI** en la alimentación de potencia e inmediatamente a monte de cada *driver*. Como se explicó anteriormente esto permite el circulación de las corrientes perturbadoras por un circuito controlado y compacto, evitando la contaminación de la red de alimentación - la que al ser compartida por el resto de sistemas actúa como vehículo de la perturbación - y, también, del medio ambiente.

Los filtros de RFI deben especificarse para que cada módulo cumpla con la norma de emisión correspondiente al ambiente de operación, residencial, comercial o industrial, que más se adecúe a la índole de las tareas que se desarrollen en esa parte del Centro de Espectáculos. [1] [2] [3]

Normalmente los propios fabricantes de *drivers* recomiendan los filtros necesarios para sus equipos.

Los filtros deben complementarse con la adecuada selección del cable que vincula el *driver* con el motor. El cable debe tener un blindaje continuo - no son aconsejables los blindajes tipo malla o los de cinta helicoidales -. Los más adecuados son los corrugados continuos de desarrollo longitudinal y convenientemente traslapados. Deben cumplir con la norma correspondiente. [4].

Los recorridos de los conductores entre los *drivers* y los motores deben limitarse al mínimo para que la capacidad de los cables resulte la más baja posible y por consiguiente las corrientes perturbadoras.

El conexionado entre el blindaje del cable y el terminal de tierra del filtro debe ser muy corto.

Este caso también pone en evidencia ciertas prácticas de instalación no aconsejables para este tipo de aplicaciones. La puesta a tierra no es un remedio para todos los males, al contrario puede agravarlos, como en este caso.

La conexión a tierra no cumple un rol de importancia en este fenómeno, si se han cumplido con los requerimientos anteriores. La instalación de puesta a tierra debe ser la normal, ajustada al cumplimiento de los requisitos de seguridad eléctrica y de servicio de la red de potencia.

7. REFERENCIAS

[1] IEC61800-3.- *Adjustable speed electrical power drive systems. Part 3: EMC product standard including specific test methods.*

[2] EN50081-1.- *Electromagnetic compatibility. Generic emission standard Part 1. Residencial, commercial and light industry.*

[3] EN50081-2.- *Electromagnetic compatibility. Generic emission standard Part 2. Industrial environment.*

[4] IRAM 2268.- *Cables con conductores de cobre aislados con material termoplástico a base de PVC para control, señalización, medición, protección y comandos eléctricos protegidos contra perturbaciones electromagnéticas.*

Autor Principal:

Nombre: Pedro E. Issouribehere
e-mail: pedroi@iitree.ing.unlp.edu.ar
fax: 54 221-425-0804 int 322
teléfono: 54 221-423 6695/6697
Direcciones: Calle 48 y 116 La Plata Argentina