

Boletín 26

CONDUCTORES EN PARALELO SOBRE BANDEJAS PORTACABLES

Boletín técnico N°26
PARTE 2
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

CONDUCTORES EN PARALELO SOBRE BANDEJAS PORTACABLES.

PARTE 2

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

Para comprender el tema de la conexión de conductores en paralelo en canalizaciones mediante bandejas portacables, es necesario haber visto previamente el **Boletín Técnico N° 16 PARTE 1** donde partimos desde principios básicos sobre esta materia y se desarrollaron ejemplos que demostraron sus ventajas comparativas con sistemas de canalización a tuberías.

Conductores monopolares colocados en agrupación trébol o formaciones planas: ventajas y desventajas.

Los conductores de alimentación (Feeder) monopolares se pueden configurar en varias formaciones, las más comunes incluyen formaciones planas o en trébol. Cada formación de conductores presenta sus ventajas e inconvenientes, vamos a ver las diferencias entre cada forma para colocar estos conductores.

Formación trébol.

Una de las razones principales por las que se utilizan las formaciones de trébol es que sitúa las fases a la misma distancia, por lo que el campo magnético y las corrientes de circulación son equivalentes para cada fase del conductor.

Por lo general, la formación en trébol se emplea más comúnmente para aplicaciones de baja y media tensión debido a la facilidad de instalación y al menor espacio que ocupa esta formación. No obstante, instalar conductores monopolares en formación trébol puede significar que los conductores en contacto tengan una peor disipación de calor en comparación con la formación plana, afectando la capacidad de carga de corriente. Consideración que se debe tener en cuenta al diseñar dichos sistemas.

Formación plana.

Rara vez se usa a voltajes por debajo de 275 kV debido a que los centros de montaje tienen que permitir una suficiente disipación de calor. Los tendidos en formación plana, la fase central del conjunto trifásico se ve afectada adversamente por los campos magnéticos alrededor de las fases vecinas, lo que lleva a una mayor temperatura de funcionamiento en la fase

media acarreado desequilibrio de voltaje. La transposición de fases se puede usar para contrarrestar estos efectos, pero el espacio de montaje necesario requerido para tales instalaciones generalmente excluye su uso en la mayoría de las instalaciones industriales, comerciales y la formación plana tiende a ser utilizada en sus redes de distribución.

Las formaciones trébol se eligen para aplicaciones en las que el espacio es superior y las formaciones planas también tienden a ser menos rentables debido al aumento del espacio potencial de la ruta de los conductores que ocupan.

Formación triplex.

Una adaptación de la formación trébol se puede encontrar con la formación Triplex, cada vez más popular. Los cables triplex son tres conductores convencionales de monopolares que se suministran previamente enrollados en forma de trébol por parte del fabricante, los tres conductores se han retorcido lentamente durante el proceso de fabricación, lo que ofrece importantes beneficios en el tiempo de instalación.

Montaje e instalación de conductores en paralelo sobre una bandeja portacables

Como ya hemos analizado con anterioridad, debido a la cantidad de corriente que es necesario transmitir en un circuito, se requiere emplear varios conductores conectados en paralelo por cada fase.

La inducción y consecuentemente la reactancia inductiva de estos cables en paralelo debe ser la misma para todos de forma que la corriente se distribuya de manera uniforme entre los conductores.

Para los conductores monopolares conectados en paralelo por fase, si los cables correspondientes a una misma fase están agrupados y tendidos unos junto a otros se genera un coeficiente de inducción muy irregular y gran desequilibrio en la carga manejada por cada cable, lo que significa que a pesar de estar en paralelo unos conducirán más corriente que otros.

La recomendación para reducir el desbalance en las cargas de los cables en paralelo instalados por fase, consiste en hacer una distribución especial de cada uno de los conductores, usando en forma general las siguientes pautas:

1. Hacer grupos de cables, con un solo conductor por fase o neutro.
2. Garantizar que las separaciones entre los cables pertenecientes a cada grupo sean menores que las distancias entre cada grupo.

3. Trasponer el orden de las fases dentro de cada grupo en forma consecutiva.

Agrupaciones más eficientes de conductores.

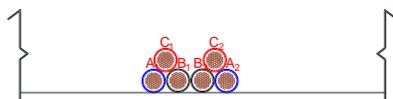
A continuación, veremos algunos ejemplos de agrupación de cables monopolares instalados en paralelo, las mismas están basadas en la norma IEC 60364-5-52 apéndice H.

Los circuitos instalados en recintos ferromagnéticos como serian las bandejas portacables o tuberías eléctricas deben disponerse de modo que todos los conductores de cada circuito, incluido el conductor de protección de cada circuito, estén contenidos en la misma envolvente. Cuando tales conductores entren en un recinto ferroso, deberán estar dispuestos de tal manera que el conductor solo esté rodeado colectivamente por materiales ferromagnéticos.

Para ilustrar con mayor detalle las fases de cada circuito las mismas están representadas con las letras A, B, C y el Neutro con la letra N de igual forma se asocio un color a cada fase y neutro, adicionalmente, se enumera a cada circuito dependiendo de la cantidad que este en paralelo, para facilitar su identificación:

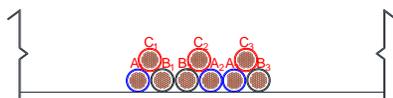
1. Disposición de conductores en bandejas portacables sin conductor de neutro:

- 1.1 Cuando los cables o conductores en paralelo están tendidos en configuración triangular o trébol y no poseen neutro las disposiciones más eficientes son:



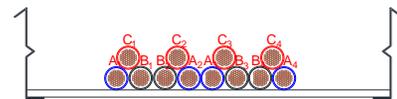
Agrupación trébol 2 ternas de conductores por fase
Figura 8

En la figura 8 se presenta una agrupación de 2 circuitos sin neutro en paralelo denominada trébol.



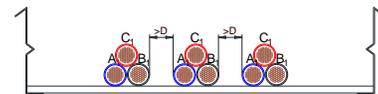
Agrupación trébol 3 ternas de conductores por fase
Figura 9

En la figura 9 se presenta una agrupación de 3 circuitos sin neutro en paralelo denominada trébol.



Agrupación trébol 4 ternas de conductores por fase
Figura 10

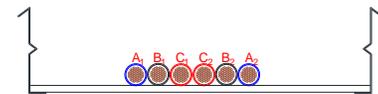
En la figura 10 se presenta una agrupación de 4 circuitos sin neutro en paralelo denominada trébol.



Agrupación trébol 3 ternas de conductores por fase
Figura 11

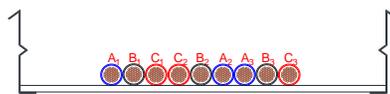
En la figura 11 se presenta una agrupación de 3 circuitos sin neutro en paralelo denominada trébol donde no se trasponen las fases pero se separan las ternas.

- 2.2 Cuando los conductores en paralelo están tendidos en horizontal o plana y no poseen neutro las disposiciones correctas son:



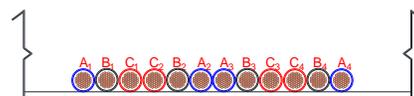
Agrupación plana 2 ternas de conductores por fase
Figura 12

En la figura 12 se presenta una agrupación de 2 circuitos sin neutro en paralelo denominada plana.



Agrupación plana 3 ternas de conductores por fase
Figura 13

En la figura 13 se presenta una agrupación de 3 circuitos sin neutro en paralelo denominada plana.

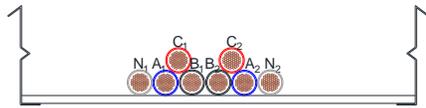


Agrupación plana 4 ternas de conductores por fase
Figura 14

En la figura 14 se presenta una agrupación de 4 circuitos sin neutro en paralelo denominada plana. Es importante tener presente que este tipo de configuración tiene la limitante en el ancho de la bandeja en función del calibre del conductor.

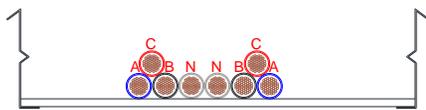
2. Disposición de conductores en bandejas portacables con conductor de neutro:

2.1 Cuando los cables o conductores en paralelo están tendidos en configuración triangular o trébol y poseen neutro las disposiciones más eficientes son:



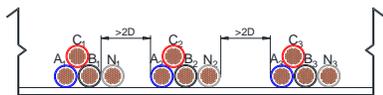
Agrupación trébol 2 ternas de conductores por fase con neutro en los extremos
Figura 15

En la figura 15 se presenta una agrupación de 2 circuitos con neutro en paralelo denominada trébol, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.3 de la norma IEC 60364-5-52.



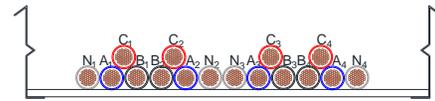
Agrupación trébol 2 ternas de conductores por fase con neutro en su interior
Figura 16

En la figura 16 se presenta una agrupación de 2 circuitos con neutro en paralelo denominada trébol, esta configuración es una variante de la anterior con los neutros dispuestos al centro.



Agrupación trébol 3 ternas de conductores por fase con neutro a un extremo
Figura 17

En la figura 17 se presenta una agrupación de 3 circuitos con neutro en trébol donde los circuitos están separados por una distancia mayor a dos veces la del diámetro de los conductores, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.6 de la norma IEC 60364-5-52.

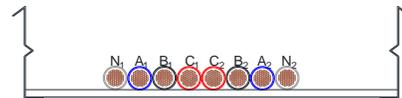


Agrupación trébol 4 ternas de conductores por fase con neutro en su interior y extremos
Figura 18

En la figura 18 se presenta una agrupación de 4 circuitos con neutro en paralelo denominada trébol, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.9 de la norma IEC 60364-5-52.

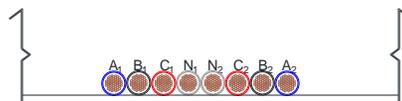
Cuando se instalan en bandejas portacables más de cuatro ternas de conductores en paralelo, la configuración en trébol o triangular tiene la ventaja de albergar mayor numero de cables sobre la bandeja.

2.2 Cuando los conductores en paralelo están tendidos en configuración horizontal o plana y poseen neutro las disposiciones más eficientes son:



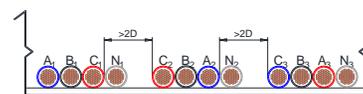
Agrupación plana 2 ternas de conductores por fase con neutros en los extremos
Figura 19

En la figura 19 se presenta una agrupación de 2 circuitos con neutro en paralelo denominada plana, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.1 de la norma IEC 60364-5-52.



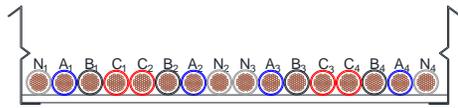
Agrupación plana 2 ternas de conductores por fase con neutros en su interior
Figura 20

En la figura 20 se presenta una agrupación de 2 circuitos con neutro en paralelo denominada plana, esta configuración es una variante de la anterior con los neutros dispuestos al centro.



Agrupación plana 3 ternas de conductores por fase
Figura 21

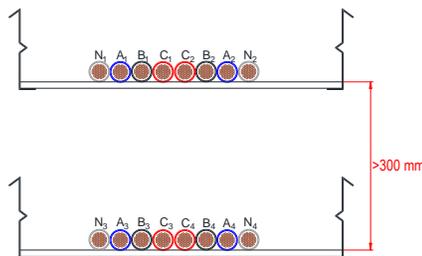
En la figura 21 se presenta una agrupación de 3 circuitos con neutro en horizontal donde los circuitos están separados por una distancia mayor a dos veces la del diámetro de los conductores, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.4 de la norma IEC 60364-5-52.



Agrupación plana 4 ternas de conductores por fase con neutro en sus extremos
Figura 22

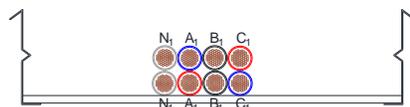
En la figura 22 se presenta una agrupación de 4 circuitos con neutro en paralelo denominada plana, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.7 de la norma IEC 60364-5-52.

2.3 Cuando los conductores en paralelo están tendidos en varios niveles en configuración horizontal o plana y poseen neutro las disposiciones más eficientes son:



Agrupación plana en dos niveles 4 ternas de conductores por fase con neutros en los extremos
Figura 23

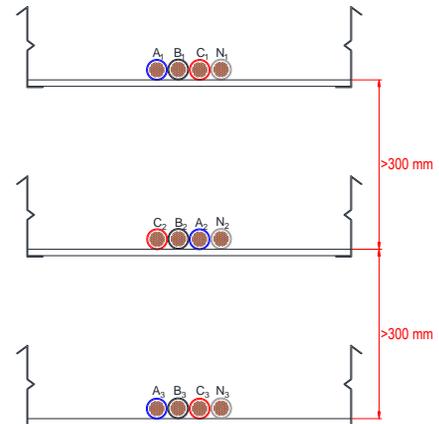
En la figura 23 se presenta una agrupación de 4 circuitos con neutro en paralelo denominada plana en dos niveles, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.8 de la norma IEC 60364-5-52.



Agrupación plana 2 ternas de conductores por fase una sobre otra con neutros en un extremo
Figura 24

En la figura 24 se presenta una agrupación de 2 circuitos con neutro en paralelo denominada plana una sobre otra, esta

configuración especial fue tomada de la figura H.52.2 de la norma IEC 60364-5-52.



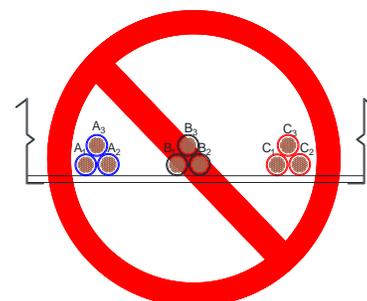
Agrupación plana en tres niveles 3 ternas de conductores por fase con neutros en un extremo
Figura 25

En la figura 25 se presenta una agrupación de 3 circuitos con neutro en paralelo denominada plana tres niveles, esta configuración especial fue tomada de la figura H.52.5 de la norma IEC 60364-5-52.

NOTA: Cuando los cables son tendidos en varias capas las disposiciones indicadas se repiten en cada estrato. Sin embargo NUNCA se deben agrupar uno al lado del otro los grupos de fases de una misma fase letra.

Al tratarse de una línea larga es conveniente trasponer los conductores de forma que cada conductor de cada terna esté en la posición central un tercio de su longitud.

Para cada una de las anteriores configuraciones propuestas así como cualquier otra que se decida usar, se debe verificar inmediatamente el balance del circuito una vez comiencen los conductores a transportar corriente, para ello mida la corriente de línea en cada uno de los conductores con el instrumento adecuado. Es posible que el desbalance de cargas entre conductores arroje un resultado cercano al 10%.



Agrupación de ternas de conductores

que no se deben realizar
Figura 26

Evite los problemas de inducción entre conductores, no realice agrupaciones de conductores como el que se observa en la figura 26.

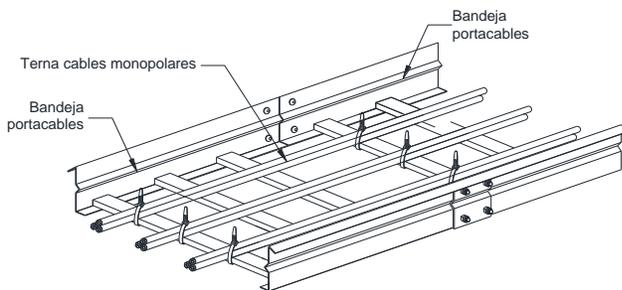
A los efectos del dimensionamiento, cuando se empleen subconductores se debe aplicar el coeficiente de corrección indicado en las tablas del CEN a efectos de tener en cuenta los posibles desequilibrios de intensidades entre los cables conectados a una misma fase.

A pesar de existir algunas recomendaciones de instalación para circuitos con 3, 5 o 6 conductores por fase, es difícil lograr una distribución balanceada de corriente usando estas cantidades de conductores, por lo tanto, es recomendable utilizar dentro de lo posible 2 hasta 4 conductores por fase.

Para cada una de las anteriores configuraciones vista desde la figura 8 a la 25, así como cualquier otra que se decida usar, verifique inmediatamente el balance del circuito una vez comiencen los conductores a transportar corriente, midiendo la corriente de línea de cada uno de los conductores.

CONSIDERACIONES ADICIONALES.

Los cables monopolares deben fijarse bien a lo largo de la instalación para prevenir movimientos excesivos debido a fuerzas electrodinámicas resultantes por corrientes de cortocircuito, en la figura 27 se puede observar una manera de atar a los grupos de conductores a los travesaños de la bandeja portacables.



Agrupación de ternas de conductores
Amarrados a travesaños de la bandeja
Figura 27

Es responsabilidad del instalador o del supervisor de obra velar por el cumplimiento de los requisitos normativos o legales propios del país donde se realice la instalación, además de los posibles requerimientos aplicables a la

ubicación particular de la instalación ya sea residencial, industrial, hospitalario, entre otros.

Es importante destacar que existen normativas que pueden tener limitaciones en cuanto a la cantidad máxima de conductores instalados por canalización, secciones mínimas o máximas permitidas, factores de corrección de capacidad de corriente, características especiales en los cables, entre otras.

Recuerde que comúnmente los conductores más pequeños tienen una mayor capacidad de conducción de corriente que los conductores de mayor tamaño, por ello muchas veces es más rentable instalar conductores paralelos.

Recuerde que al instalar circuitos con varios sub-conductores por fase, se deben tener en cuenta varias consideraciones con el fin de evitar un desbalance excesivo en la corriente que transporta cada uno de los conductores empleados.

El uso de varios conductores en paralelo para una misma fase requiere de precauciones especiales en la forma en la que se instalan los cables a lo largo del circuito. Si los cables monopolares están dispuestos en posición plana y agrupados uno junto al otro, por ser lo más fácil de instalar, se genera una reactancia inductiva irregular en cada uno de los cables, lo que ocasiona que algunos de ellos conduzcan una carga mucho mayor que la proyectada, produciendo así un envejecimiento prematuro del aislamiento y como consecuencia, fallas.

El efecto de un desbalance de corriente en un circuito de cables monoconductores puede tener un impacto adverso mayor en sistemas de baja tensión en comparación con los de media tensión. Lo anterior se debe a que los conductores usados en baja tensión generalmente son dimensionados para alcanzar al límite los requerimientos de carga, mientras que los cables en circuitos de media tensión frecuentemente son seleccionados para cumplir requerimientos de cortocircuito.