

	<p>Normas Europeas de Modelismo</p> <p><b>Recomendaciones para la seguridad de las instalaciones eléctricas en las exposiciones de modelismo ferroviario</b></p>	<p><b>NEM</b></p> <p><b>609</b></p> <p>Página 1 de 13</p>
---	--	---

**Recomendación**

**Edición del 2010**  
(Sustituye la edición del 2000)

## Contenido

- 1 Objeto de la norma
- 2 Exigencias para los locales de exposiciones
- 3 Daños producidos por la corriente eléctrica
- 4 Tipos de tensiones
- 5 Categorías de las corrientes y de clase y protección para las maquetas
- 6 Prescripciones, normas y reglas técnicas a respetar
- 7 Puesta en servicio de la distribución con corriente de baja tensión para las maquetas
- 8 Puesta en servicio de la alimentación con corriente de muy baja tensión (TBTS)
- 9 Exposiciones en carpas y en vehículos
- 10 Personas que manejan la instalación
- 11 Consideraciones finales

### 1. Objeto de la norma

Esta recomendación trata sobre las prescripciones de seguridad eléctrica que conciernen a los locales que reciban instalaciones de modelismo ferroviario, como exposiciones, ferias, exposiciones, acontecimientos y presentaciones abiertas al público para:

- Prevenir los accidentes debidos a la corriente eléctrica para los visitantes y los usuarios de las maquetas,
- Evitar demandas de responsabilidad civil hacia los expositores y organizadores de exposiciones según la CE (recomendaciones UE), y
- Evitar la propagación de interferencias eléctricas a causa de la utilización de material que no responda a las normas EN y CE en vigor.

### 2. Exigencias para las salas de exposición

Las instalaciones eléctricas permanentes deben corresponder a las prescripciones del punto 6.2 y a las exigencias de los organizadores que utilizan los locales.

La responsabilidad de la seguridad de las instalaciones eléctricas fijas del edificio es cosa del propietario y/o el gestor y/o la persona responsable de los locales.

El organizador de la exposición declara al responsable de los locales las necesidades en instalaciones eléctricas de las maquetas.

El respeto a las exigencias y condiciones de explotación debe ser objeto de un acuerdo que una al organizador y el propietario de los locales antes de la instalación de las maquetas.

La disposición de la exposición no puede dificultar la libre circulación de público, ni las reglas de seguridad en materia de evacuación de urgencia y acceso a las salidas de emergencia.

Para las exposiciones en carpas o en vehículos vea también el punto 9.

### 3. Riesgos eléctricos

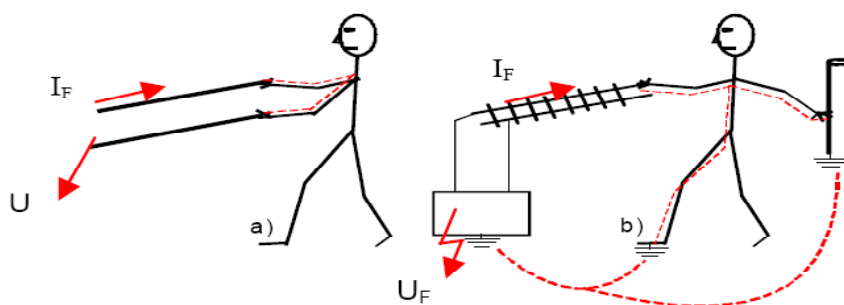
La corriente eléctrica es peligrosa, un contacto accidental con conductores no protegidos o conectores puede provocar una electrocución con peligro de muerte. Las consignas de seguridad dictadas por el legislador están para ser tenidas en cuenta con la finalidad de evitar estos accidentes. Las tensiones descritas en el capítulo 4 como incluidas en la gama de tensión II **son consideradas como peligro de muerte.**

Como regla general las corrientes peligrosas atraviesan el cuerpo humano (electrocución) mediante el contacto con los elementos conductores de tensiones peligrosas, ya sea directamente con partes de circuitos bajo tensión, ya sea mediante un defecto en los aparatos eléctricos (Figura 1).

Las instalaciones de las maquetas deben ser concebidas integralmente de manera que el visitante no pueda entrar en contacto directo con las vías de la maqueta (circuitos eléctricos TBTS, ver 4.3b) ni con todos los objetos unidos a tierra, como cajas metálicas, soportes, consolas, etc., protegiéndolos o poniéndolos a una distancia de seguridad suficiente.

El acceso de los visitantes sólo puede ser posible en un espacio enteramente asegurado.

Las prescripciones del punto 10 de después se aplican también a los usuarios de las maquetas.



**Figura 1:** Dos posibilidades de electrocución

a) tocando dos conductores eléctricos con tensión mortalmente peligrosa (la corriente de defecto  $I_F$  pasa de una mano a la otra a través del cuerpo).

b) viniendo de objetos bajo tensión  $U$  debido a un defecto de un aparato (representado aquí como un carril), y a la vez una conducción de puesta a tierra (la corriente peligrosa  $I_F$  pasa de una mano a la otra o de una mano al pie por el cuerpo). En los dos casos la corriente peligrosa pasa por el corazón.

## 4 Tipos de tensiones

Las tensiones eléctricas están clasificadas en dos tipos (CENELEC HD193), para la corriente continua medida sin oscilaciones, y para la corriente alterna de 50 Hz

<b>Tipo I:</b>	<b>Corriente continua (DC)</b>	<b><math>U \leq 120 \text{ V}</math></b>
	<b>Corriente alterna (AC)</b>	<b><math>U \leq 50 \text{ V}</math></b>
<b>Tipo II:</b>	<b>Corriente continua (DC)</b>	<b><math>120 \text{ V} &lt; U &lt; 1500 \text{ V}</math>,</b> <b>(Entre conductores y tierra <math>&lt; 900 \text{ V}</math>)</b>
	<b>Corriente alterna (AC)</b>	<b><math>50 \text{ V} &lt; U \leq 1000 \text{ V}</math></b> <b>(Entre conductores y tierra <math>&lt; 600 \text{ V}</math>)</b>

### 4.1 Baja tensión (BT)

Las tensiones utilizadas en los circuitos de alimentación europeos de domicilios y actividades comerciales pertenecen al tipo II. Están concebidos como un circuito de corriente alterna trifásica con neutro puesto a tierra, de 400 V entre fases y, en monofásico, de 230 V. entre fase y neutro. Se denominan "circuitos de baja tensión" (BT).

### 4.2 Muy baja tensión (MBT)

Las tensiones en el tipo I se denominan "muy baja tensión" (MBT). La muy baja tensión debe utilizarse cuando el riesgo de contacto con los objetos o partes de objetos bajo de tensión no puede evitarse mediante medidas de protección eficaces. Las consecuencias de una electrocución del cuerpo son mínimas o no perceptibles.

### 4.3 Muy baja tensión de protección (MBTP) y de seguridad (MBTS)

Las muy bajas tensiones de protección y de seguridad están limitadas a 25 V AC y 60 V DC.

Se distinguen dos tipos de muy baja tensión con protección:

- a) La muy baja tensión con toma de tierra la MBTP (muy baja tensión de protección), está constituida de circuitos con hilo de protección PE o con hilo de toma de tierra. En un entorno seco, las piezas con las que se puede entrar corporalmente en contacto no tienen necesidad de ser protegidas si están conectadas a tierra.
- b) La muy baja tensión sin conductor unido a la tierra o MBTS (muy baja tensión de seguridad). En un entorno seco no es necesaria una protección contra el contacto corporal. Los aparatos concebidos según las prescripciones de arriba se han calificado con una clase de protección III.

### 4.4 Muy Baja Tensión de seguridad limitada




Los ámbitos de las Muy Bajas Tensiones de seguridad están sometidas a una limitación muy restrictiva, cuando sirven para la explotación de instalaciones con conductores no aislados (metal desnudo) y/o instalaciones con las que se pueda entrar en contacto.

Específicamente para los juguetes se limitan la Muy Baja Tensión de Seguridad:

**Corriente continua**  $U \leq 33 \text{ V}$

**Corriente alterna**  $U \leq 24 \text{ V}$

### 4.5 Siglas de clases de protección

	Clase de protección I		Clase de protección II		Clase de protección III
---	-----------------------	---	------------------------	---	-------------------------

Sigla especial para transformador de juguetes  
Sigla según 5219 IEC 60417-1:



en lugar de clase de protección III

## 5 Categoría de tensión y clase de protección a utilizar por las maquetas

Jurídicamente [5] (ver 6.2) las maquetas se consideran como juguetes, deben pues responder a las prescripciones legales en lo relativo a las medidas de protección correspondientes.

La alimentación de los vehículos se hace por los carriles que son conductores desnudos con los que se puede entrar en contacto. Para la explotación de maquetas se debe hacer uso exclusivamente de MBTS con tensiones limitadas según lo legalmente prescrito.

Las tensiones MBTS necesarias para la alimentación son por regla general servidas por transformadores que tienen una alimentación de baja tensión de 230 V. Estos transformadores deben responder a la clase de protección II para aparatos eléctricos y tener también protección básica (protección contra el contacto directo) un doble aislante.

## 6 Prescripciones, normas y reglas técnicas a respetar

### 6.1 Transformadores para juguetes, aparatos de alimentación con transformadores

Los transformadores para juguetes y los aparatos de alimentación con transformador (desde ahora llamados "transformador") pueden ser previstos para tensiones alternas o continuas o las dos.

Sus valores máximos son:

Tensión de entrada:  $U_E = 250 \text{ V}$

Potencia de salida:  $P_A = 200 \text{ VA}$

Corriente de salida:  $I_A = 10 \text{ A}$

Según [5], [6] (ver 6.2) sólo deben librar en sus salidas corrientes MBTS (ver 5) y estar marcados por los símbolos según 5219 IEC 60417-1 (ver 4.5)

Para los transformadores que puedan librar tensiones en varias salidas, las sumas de potencias, y de la corriente de estas salidas, no pueden sobrepasar los valores citados.

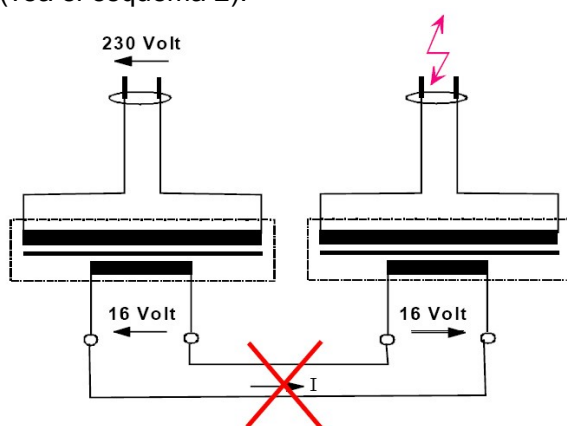
Las diferentes tensiones deben ser objeto de separación galvánica.

Las salidas deben estar protegidas contra sobretensiones y cortocircuitos.

Las tensiones alternas que se utilizan para alimentar varias partes de las maquetas sólo pueden estar conectadas a un sólo transformador, comprobando que en éste no se sobrepase la potencia nominal.

Todos los transformadores para los MBTS deben estar aprobados según las prescripciones legales en vigor (ver 4.5) y deben llevar la sigla de homologación **requerida (ver hoja anexa nacional eventual)**.

**Está prohibido** poner en serie o en paralelo salidas de varios transformadores. Se pueden producir cortocircuitos o sobretensiones debido a una no concordancia de fases. ¡Por supuesto hay peligro de generar tensiones mortales (vea el esquema 2)!



**Disposición de transformadores prohibida**

Figura 2 – El esquema muestra el peligro mortal por retro-transformación cuando los secundarios de los transformadores se unen entre ellos. Esto se produce si un de los transformadores está unido a una red pública y el enchufe del otro es accesible libremente.

## 6.2 Prescripciones para la alimentación de baja tensión

La alimentación en baja tensión debe hacerse respetando las prescripciones legales y reglas técnicas.

Las prescripciones esenciales para la alimentación de maquetas de modelismo expuestas se enumeran debajo, pueden ser aplicable prescripciones complementarias (ver 6.3).

Las ediciones aplicables son siempre las ediciones en curso de validez.

Las cuestiones o imprecisiones deben someterse a una especialista calificado.

[1] “Concepción de instalaciones de baja tensión”, instalaciones eléctricas de edificios, normas de grupos HD 384, HD 60364.

[2] “Protección contra cortos eléctricos” HD 60364-4-41

[3] “Instalaciones eléctricas de edificios parte 7-711: exigencias de edificios, locales e instalaciones de todo tipo como exposiciones, shows y stands” HD 384.7.711 S1

[4] “Seguridad para los aparatos de uso doméstico o lugares semejantes” EN 60335-1

[5] “Seguridad eléctrica para los juguetes” EN 62115

[6] “Protección contra riesgos eléctricos – Exigencias generales para las instalaciones y medios de explotación” EN 61140.

Directivas, responsabilidades y directivas de seguridad en el dominio eléctrico CE.

### 6.3 Prescripciones nacionales y locales

En ciertos países y en ciertas condiciones pueden haber prescripciones diferentes. En todo caso son de aplicación.

Las prescripciones nacionales, regionales y locales que respectivamente se extienden en el punto 6.2 se tienen que mencionar y documentar en una hoja nacional: "Hoja adicional a la NEM 609 para la seguridad de maquetas".

## 7 Configuración de las distribuciones de baja tensión para maquetas

### 7.1 Configuración principal

Se asume desde un principio que las instalaciones fijas de los edificios responden a las prescripciones locales. La responsabilidad la tiene el administrador del edificio (ver punto 2).

El expositor debe controlar:

a) la carga admisible de las tomas de corriente:

Por norma general 16 A, excepto en ciertos países (ver la hoja adicional nacional).

b) Protección contra las corrientes de defecto y contra las sobrecargas.

Cada toma de corriente o grupo de tomas debe ser protegido contra corto-circuitos y sobrecargas de corriente por fusibles de seguridad, y relés diferenciales (Figura 3).

**Corriente máxima de activación de los relés diferenciales  $\leq 0,03 \text{ A}$  ( 30 mA)**

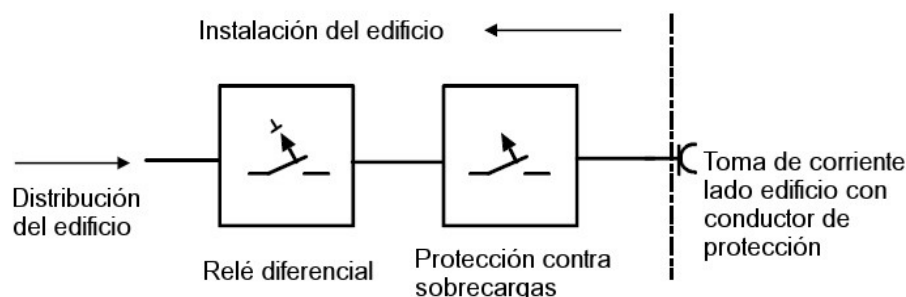


Figura 3: Equipamiento mínimo requerido en una toma de corriente de un edificio para la alimentación de transformadores para maquetas.

### Recomendaciones:

Un segundo disyuntor de protección contra sobrecargas se instalará justo antes de los aparatos, definirá el valor de activación de este disyuntor los aparatos a proteger.

Para la repartición se utilizarán tomas de corriente homologadas en el mercado, de material sintético con el marcado de los cables **L**, **N** y el conductor de protección **PE**.

Las tomas de corriente pueden instalarse en grupos. La potencia total de estos grupos no debe sobrepasar la potencia máxima admisible.

Si las maquetas se tienen que instalar en locales húmedos se utilizará una instalación de baja tensión para locales húmedos (protección IP44 o superior).

### Interruptor de parada de emergencia

Un interruptor de parada de emergencia permite en caso de peligro quitar rápidamente la tensión de la maqueta y su separación del circuito de Baja Tensión de la red eléctrica doméstica.

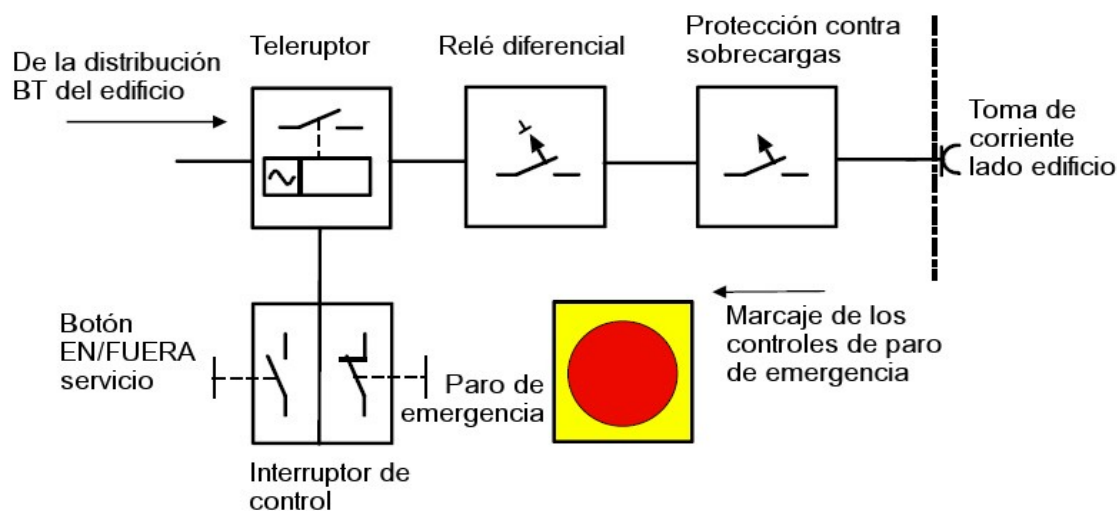
Idealmente, quitar la tensión puede ser accionado a distancia. Este tipo de instalación a distancia puede montarse (posteriormente por profesionales).

Este mando a distancia del interruptor de parada de emergencia no puede utilizar otra fuente de tensión.

El interruptor de emergencia no puede influir sobre la iluminación del local ni en el balizamiento y los indicadores de salidas de emergencia.

Una alternativa al comando a distancia es el acceso fácil y bien señalizado de un interruptor EN / FUERA de parada de emergencia<sup>1</sup> por el que las tomas o grupos de tomas de corriente de un local pueden quedar sin tensión.

Tomas de corriente o tomas múltiples puede ser desconectados localmente permitiendo dejar sin tensión por emergencia ciertas partes de la maqueta.



**Figura 4** – Esquema de instalaciones de tomas o grupos de tomas de corriente de un edificio, con interruptor de urgencia EN / FUERA suplementario.

### Principios complementarios

No está autorizado instalar en la maqueta aparatos de Baja Tensión; esta prohibición se extiende a tensiones MBT superiores a las tensiones MBTS/MBTP limitadas según 4.4.

Si los circuitos y aparatos electrónicos son parte integrante del control de la maqueta, recomendamos a título preventivo, la instalación de un dispositivo de protección contra sobretensiones (FU).

### 7.2 Alimentación de la red por una única toma de corriente del local (Figura 5)

#### a) Conexión única para la alimentación de la maqueta

Los transformadores se conectan a una sola toma de corriente del local (ver figura 5a).

#### b) Conexión de varios transformadores a una toma de corriente del local

Varios transformadores se conectan a una sola toma de corriente del local por medio de una toma múltiple con interruptor (ver figura 5b). Las tomas de corriente múltiples con protección IP 20 sólo deben situarse verticalmente o bajo una mesa.

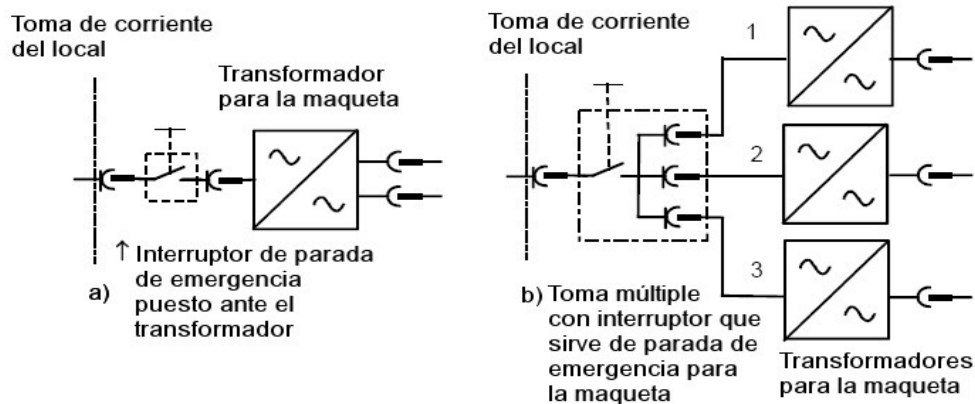
Todas las tomas múltiples deben estar equipadas de un conductor de protección de tal forma que el contacto de protección esté siempre disponible, independientemente del tipo de enchufes de los aparatos enchufados.

La utilización de tomas de corriente múltiples de forma plana para enchufar aparatos de la clase de protección II se admite si su utilización es apropiada.

<sup>1</sup> Marcado EN ISO 13850 “Seguridad de maquinaria – parada de emergencia- disposiciones”  
El interruptor lleva un botón rojo sobre fondo amarillo. La forma más utilizada es un botón del tipo “champiñón”.

Es necesario evitar el enchufado en cascada (en serie) de varias tomas de corriente múltiples ya que en el caso de la figura, se tiene el riesgo de sobrepasar el límite de carga.

**Las tomas múltiples con un enchufe integrado están prohibidas.**



**Figura 5:** Muestra el conexionado de transformadores y aparatos de alimentación de maquetas a la toma de corriente del local con función de desconexión de urgencia: A) con toma de corriente simple, b) con toma de corriente múltiple (Estos principios de conexionado se aplican de forma general, sea cual sea la complejidad de la maqueta)

### c) Conexionado de varios transformadores a un grupo de tomas de corriente del local

Este caso es parecido a los casos a) y b) pero esta vez la toma múltiple se sitúa del lado del edificio.

### 7.3 Conexionado a varios grupos de tomas de corriente del local

La utilización de un gran número de transformadores puede justificar una alimentación por varias tomas de corriente o grupos de tomas de corriente del edificio (varias disposiciones según las figuras 5a o 5b en paralelo)

Es posible que las diferentes tomas o grupos de tomas de corriente se repartan en las tres fases L1, L2 y L3 para un equilibrado de la carga de corriente. En este caso es necesario vigilar la separación de los diferentes circuitos alimentados por los diferentes grupos de tomas de corriente. Para la misma instalación, estas tomas de corriente deben encontrarse en el mismo cuadro eléctrico.

## 8. Construcción de la alimentación de la maqueta con una muy baja tensión de seguridad (MBTS)

### 8.1 Reglas generales

- La alimentación de las maquetas en MBTS se hace frecuentemente por al menos dos fuentes diferentes:
  - a) una alimentación para vehículos motores,
  - b) una alimentación para los accesorios (Desvíos, señales y otros).
- Los conductores MBTS no pueden encontrarse en el mismo cable (o la misma manguera de cables o cables multiconductores) que los conductores de Baja Tensión.
- Los conductores MBTS deben estar aislados y no pueden entrar en contacto con conductores o cables de Baja Tensión.
- Los conductores MBTS o los hilos de los cables o la manguera de cables deben poder responder a la carga máxima y, según su longitud, tener una sección suficiente. Dicho de otra manera, puede haber peligro de incendio por sobrecarga.
- Está prohibido utilizar para los conductores MBTS elementos conductores previstos para la baja tensión 230 V.

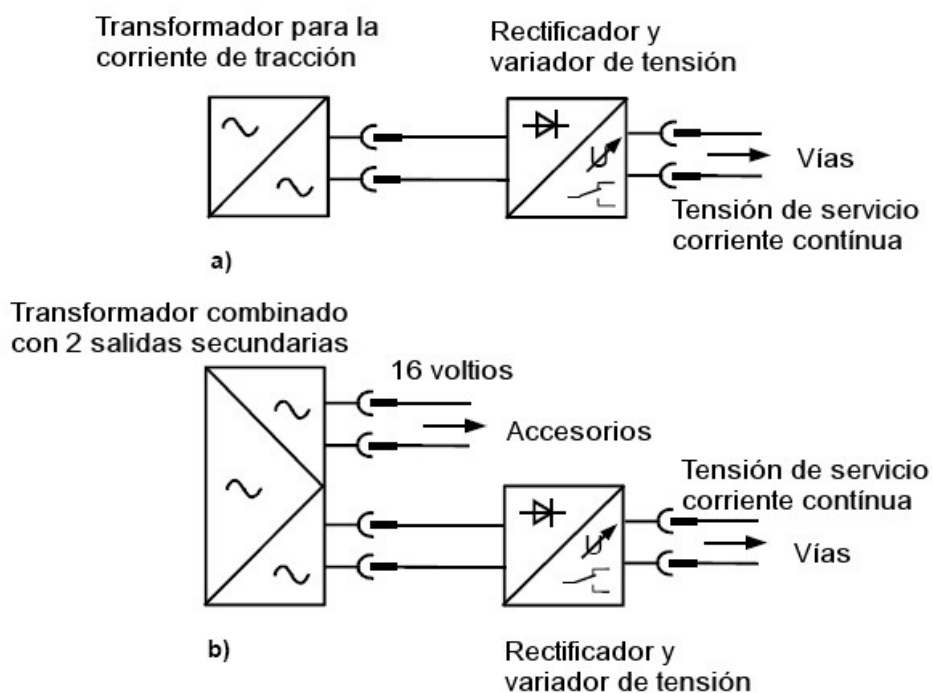
- Las tensiones de explotación MBTS pueden ser generadas en un punto central y distribuidas hacia las diferentes partes del circuito.
- El paso de corriente AC de muy baja tensión de un módulo al módulo vecino sólo puede hacerse con módulos de un mismo conjunto que dispongan de alimentación común. Los conductores móviles que sirven para estos enlaces deben estar protegidos contra las inversiones de polaridad por un marcaje que evite equivocaciones.
- Para la corriente de baja tensión de protección sólo está permitido utilizar un sólo transformador (con un sólo bobinado secundario). La distribución de tensiones AC de muy baja tensión a través de maquetas muy grandes y la alimentación en varios puntos (enlace principal) no están autorizadas (ver 6.1)
- Un conductor en una maqueta MBTS no debe **jamás** tener el color amarillo/verde.

## 8.2 Esquemas principales

### 8.2.1 Alimentación con corriente de tracción

La figura 6 presenta los principios de generación de corrientes de tracción con transformadores y rectificadores / reguladores de tensión.

En caso de utilización de varias fuentes de corriente, los circuitos de alimentación de los diferentes aparatos no deben estar interconectados.



**Figura 6**

La figura 6 ilustra la producción desde el comienzo con la corriente alterna de las tensiones utilizadas por el circuito, a) para la tracción en corriente continua por rectificación, b) de un transformador combinado con dos secundarios aislados galvánicamente (una tensión para la tracción y otra para los accesorios).

### 8.2.2 Alimentación para los accesorios

La figura 7 presenta un esquema básico para la alimentación de los accesorios con corriente alterna, como aparatos de vía, señales y otros accesorios de modelismo ferroviario.



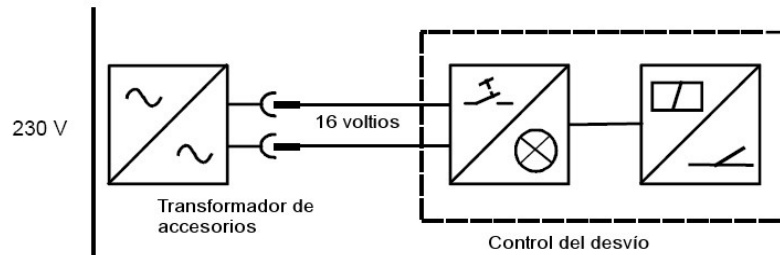
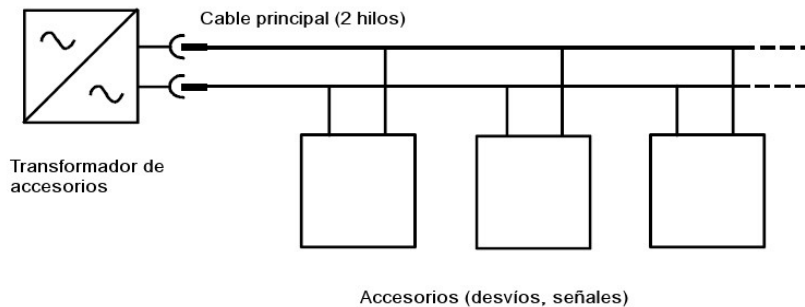


Figura 7

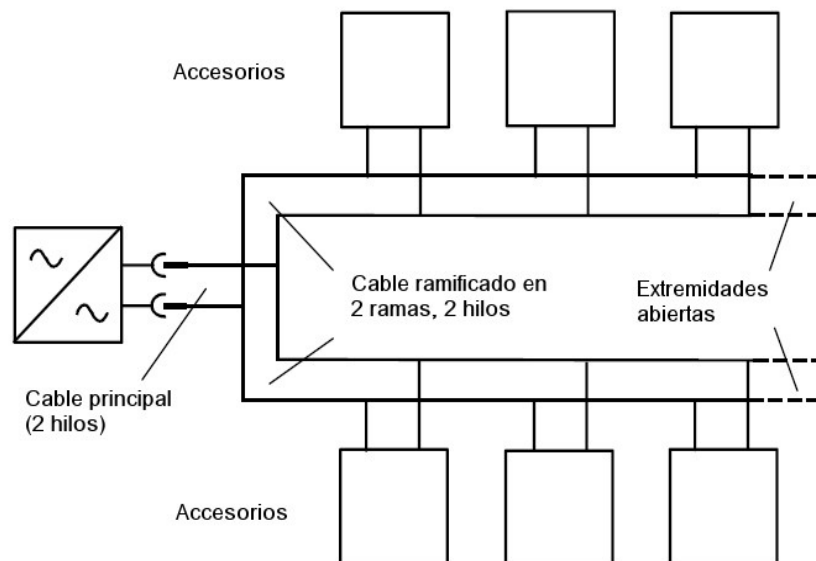
Varios accesorios pueden estar enlazados en paralelo en una línea de alimentación según la figura 8a. Cada línea de alimentación está protegida contra sobrecarga mediante la protección instalada en el transformador.

Para la alimentación de partes o de módulos de una maqueta, la alimentación principal se repartirá juiciosamente en varias ramificaciones según la figura 8b.

a)



b)



La figura 8 muestra las variantes de alimentación de los accesorios, a) todos los objetos se alimentan mediante un cable principal de 2 conductores, b) todos los objetos se alimentan mediante ramificaciones que vienen del cable principal.

Las ramificaciones principales pueden ser asimismo ramificadas (conducciones auxiliares).

En el cuadro de instalaciones más importantes se pueden poner varios transformadores puestos en diferentes lugares de la maqueta. **Los conductores de diversas conexiones principales no pueden hacer un bucle entre ellos (las conexiones terminales son siempre abiertas ya que hay riesgo del peligro descrito en el punto 6.1).**

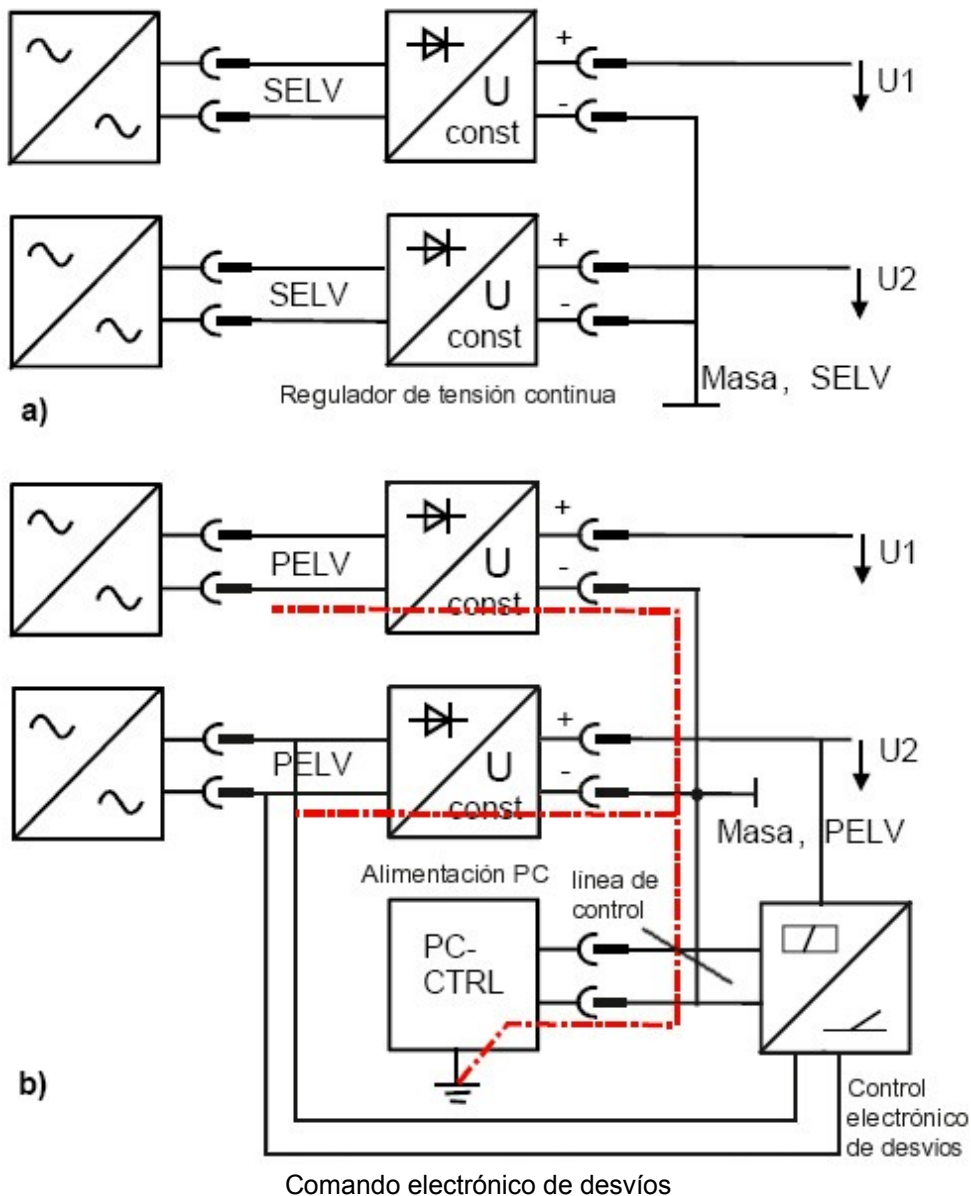
El método frecuentemente empleado de un retorno común (GND, conductor de masa) sólo está permitido en la corriente alterna en el caso de un enlace principal y sus "afluentes". Es necesario proteger estos enlaces contra una inversión de los conductores por un marcado ad hoc).

### 8.2.3 Alimentación para los circuitos electrónicos

Las tensiones para los circuitos electrónicos son generadas por los rectificadores con reguladores para garantizar la estabilidad.

Los circuitos de corriente continua (DC) pueden tener una masa común (Figura 9a)

Es posible utilizar circuitos MBTS o circuitos MBTP. El empleo de este último está ligado a la utilización de un PC u otros órganos de control, que tienen una masa común o una tierra (GND). En la utilización de componentes electrónicos que requieren corriente continua MBTP en común con componentes alimentados en MBTS, se encuentra un problema de hecho que un contacto con tierra no está permitido en régimen MBTS. Entonces es necesario prever una separación galvánica entre los dos circuitos, constituido por un ejemplo por opto-acopladores o por relés (Figura 9c).



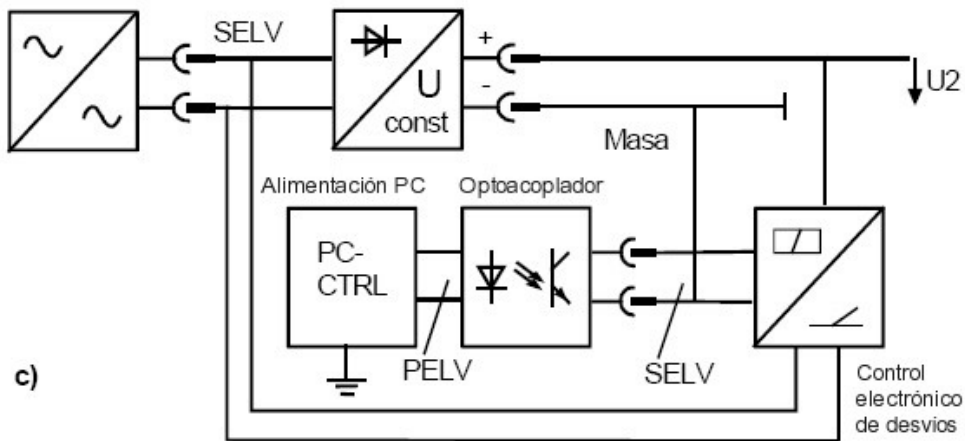


Figura 9

La figura 9 muestra tres variantes de la alimentación de componentes electrónicos DC por fuentes de alimentación AC para accesorios, por ejemplo un control electrónico de un desvío, y tiene en cuenta el impacto del empleo de una alimentación MBTP con protección MBTS.

- producción de dos tensiones diferentes a partir de dos fuentes de corriente alterna.
- el caso de la figura a) para un control de componentes controlado por un PC alimentado con MBTP. La conexión indicada en rojo no está permitida.
- el mismo caso de la figura utilizando opto-acopladores para obtener una separación galvánica de potenciales.

La línea punteada de la figura 9b) representa el acoplamiento del potencial de masa de los circuitos causando la transformación de la MBTS en alimentación MBTP que no está admitida por los circuitos ferroviarios.

### 8.3 Particularidades de los controles digitales

Además de los problemas y condiciones descritos en el punto 8.2.3 para la integración de fuentes de alimentación DC y sus repercusiones en los circuitos auxiliares se tienen que considerar otros problemas y condiciones con la utilización de componentes electrónicos.

- Se tienen que respetar las características de los aparatos como los PC y exigen medidas de protección (separación galvánica).
- Los amplificadores de potencia (Booster) no deben sobrepasar la carga admitida de 10 A (según el apartado 6.1), ya que están acoplados a transformadores separados. Los transformadores de potencia (booster) con una corriente  $> 3A$  no garantizan una explotación de maquetas ferroviarias a pequeña escala sin riesgos. Ya que en un cortocircuito los cables y vías de pequeña sección tienen una resistencia elevada (del orden de varios ohmios), que no garantizan la activación de la protección contra sobrecargas. De ello resulta un peligro de sobrecalentamiento e incendio con la destrucción de los elementos funcionales.

**Recomendaciones:** Para a) facilitar la búsqueda de errores, b) reducir los efectos de un cortocircuito y c) para la separación de corriente de los vehículos estacionados, es necesario crear secciones de vías y alimentarlas con amplificadores (boosters) dotados de **funciones de Marcha/Paro**, y con una limitación de corriente suficientemente baja (3 A para las escalas pequeñas). La repartición de las salidas de los amplificadores (boosters) se hace en función de los intereses de explotación de la maqueta.

### 8.4 Documentación de la instalación eléctrica

Con el fin de facilitar los trabajos de extensión, la solución rápida de problemas y la eliminación de las perturbaciones es necesario tener esquemas bien documentados de la alimentación del circuito. Los documentos deben estar disponibles y fácilmente accesibles.

## 9. Exposición en carpas y vehículos

### 9.1 Exigencias de la sala de exposiciones

Las exposiciones en carpas y vehículos deben ser conformes a las condiciones de acceso público. Las exigencias jurídicas son las aplicables en materia de instalaciones temporales en los edificios para exposiciones, etc. Se tienen que evitar los obstáculos a la circulación del público. Se tiene que hacer la identificación de las salidas de socorro.

### 9.2 Alimentación en Baja Tensión

Las exposiciones en las carpas o vehículos están sometidas a exigencias más elevadas de protección contra accidentes eléctricos que para exposiciones en locales secos. Esto se describe en la norma HD 60365-7-240.

- Todas las prescripciones citadas arriba son aplicables "mutatis mutandis"
- En todos los casos es aplicable la protección por relé diferencial.
- Las instalaciones de Baja Tensión de alimentación, conforme a las disposiciones, normas y reglas técnicas en vigor, se examinarán y aprobarán por las autoridades.
- No puede haber cables eléctricos en la zona accesible por el público.
- Todos los objetos metálicos en las carpas o vehículos (comprendido el chasis del vehículo) deben estar unidas al conductor de protección PE, excepto los pequeños objetos metálicos que estén empaquetados con un material aislante.
- Las instalaciones de Baja Tensión que estén fuera de las carpas o vehículos al aire libre exigen garantías suficientes y la utilización de cables de caucho flexible aislado para resistir cargas importantes.
- Las instalaciones de Baja Tensión y conductores puestos en las carpas o vehículos necesitan al menos medidas de protección conformes a IP 4x o IpxxD. Se deben tomar también en consideración las prescripciones de protección contra el agua.
- Por principio, prever la función Parada de urgencia.

**Recomendaciones:** La Baja Tensión para la instalación de modelismo debe estar provista de un dispositivo de alimentación transportable cuya concepción se representa en la figura 10. Este dispositivo asegura el enlace entre la fuente de B.T. local y la alimentación de los trenes en la carpa o vehículo. Si el aparellaje está dentro de un cofre cerrado, no es necesario prever conexiones mediante enchufes entre los elementos que lo constituyen.

Si se preveen varias conexiones de B.T., la instalación de modelismo debe dotar a cada una de ellas de este tipo de aparellaje.

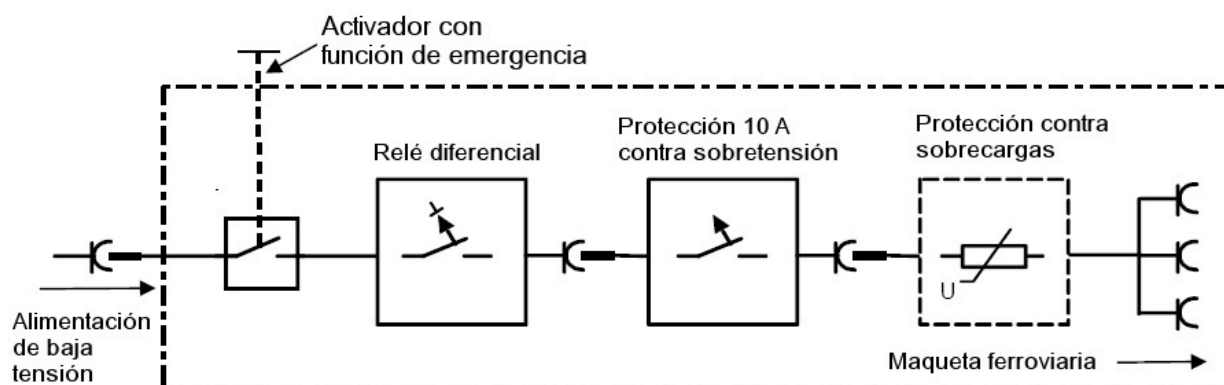


Figura 10

## 10. Usuarios de la maqueta

Las personas que exploten la maqueta deben conocer las exigencias específicas de las instalaciones de modelismo ferroviario, conocer los riesgos eléctricos posibles y los medios para evitarlos. Son considerados como personas habilitadas y responsables.

## **11. Observaciones finales**

### **11.1 Maquetas ferroviarias existentes**

Por interés en la seguridad eléctrica, con el fin de evitar accidentes, las maquetas ferroviarias deben estar verificadas conforme a las disposiciones legales, normas y reglas técnicas mencionadas por la presente recomendación. Deben, en su caso, ser regularizadas con las exigencias de seguridad.

### **11.2 Instalaciones fijas**

Las presentes reglas de seguridad se aplican igualmente a las instalaciones fijas que deben ser examinadas según la HD 60364-6.

Las instalaciones de Baja Tensión deben ser conformes a las prescripciones de las autoridades locales competentes. Esta instancia debe controlarlas y certificar su conformidad.

En interés de la seguridad de los usuarios se recomienda aplicar igualmente las prescripciones de arriba a las maquetas que no sean accesibles al público.

### **11.3 Especificaciones mecánicas aplicables a los locales y a las instalaciones**

La presente norma no toma en consideración las especificaciones mecánicas de los equipamientos eléctricos incluidos en las recomendaciones CE, etc

### **11.4 Lista de comprobación (Check-list)**

En el anexo 1 de esta directiva, se ha añadido una lista de comprobación, para verificar el respeto a las reglas de seguridad. Esta lista de comprobación está para ser rellenada por el organizador, ser firmada y conservarla hasta el final de la exposición.

### **11.5 Responsabilidades**

La responsabilidad de respeto a todas las reglas, normas y reglas técnicas eléctricas, de seguridad incumbe al organizador de la exposición de Modelismo ferroviario.