

## 8. PULSATERÍA DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

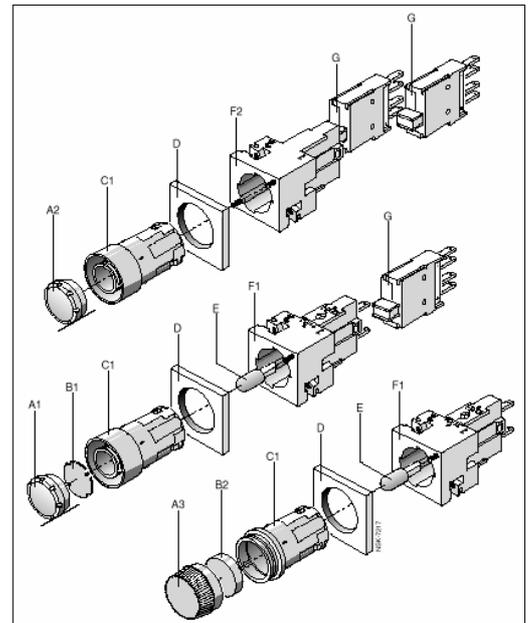
### PULSADORES

Sirven para enviar un impulso al sistema. Atendiendo a su forma, distinguimos 3 grupos:

**Rasante:** La superficie del pulsador está a ras del borde de la botonera, evitando así toda maniobra inesperada.

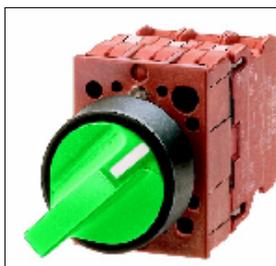
**Saliente:** Permite su utilización con guantes.

**De seta:** Tiene un diámetro mayor en el borde exterior que en el interior y se utiliza para intervención rápida en parada de emergencia. Es de color rojo para facilitar su identificación.



### BOTONES GIRATORIOS

Disponen de dos o más posiciones mantenidas con o sin retorno automático a cero. Existen modelos de seguridad activados por llave, entonces solamente la persona autorizada puede realizar la maniobra.



### UNIDADES DE SEÑALIZACIÓN

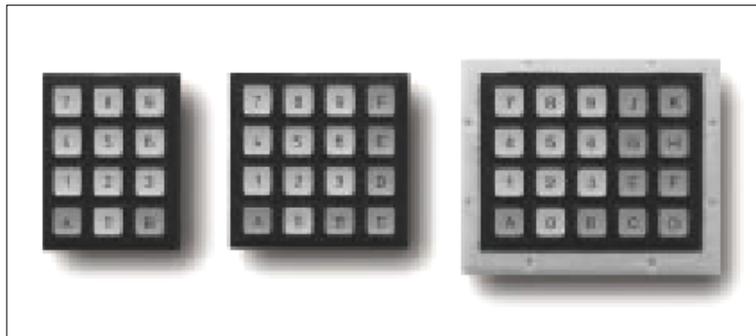
Habitualmente son lámparas o LEDs. Pueden estar alimentadas directamente a red o ser alimentadas a través de un transformador reductor de tensión. También se puede introducir señalización en pulsadores de mando.



## TECLADOS Y PANTALLAS TÁCTILES

Se utilizan preferentemente en lógica programada y para controlar autómatas. Sus aplicaciones más habituales son en los siguientes casos:

- ⊗ Máquinas - herramientas de control numérico (conformación de metales y madera).
- ⊗ Equipos de talleres y garaje automático.
- ⊗ Máquinas de distribución alimentaria.



## CAJAS DE PULSADORES COLGANTES

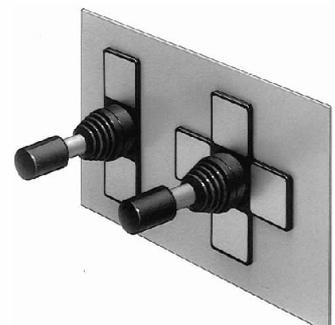
Se utilizan en el mando a través de contactores, de máquinas elevadoras (polipastos, puentes grúa, grúas de pluma y máquinas - herramientas).

La caja es de aluminio colado o poliéster preimpregnado de fibra de vidrio (gran resistencia a los choques y agentes químicos), tienen un número variable de contactos.



## MANIPULADORES Y COMBINADORES

Se trata de palancas tipo Joystic. Pueden tener dos o tres posiciones con retorno automático a cero o posiciones mantenidas. Mediante contactores aseguran en un solo tiempo el mando de numerosos equipos (máquinas - herramienta, elevación, etc.)



Los combinadores se utilizan para el mando semiautomático en varios tiempos de los aparatos de elevación ( tornos, pórticos, puentes grúa).

Los combinadores de un tambor solo controlan un movimiento. Los de dos tambores (mando universal) permiten el mando simultáneo de dos movimientos mediante una sola palanca.



## PEDALES

Están destinados al mando a través de contactores de máquinas - herramienta (esmeriladoras, taladradoras, prensas, soldadoras, etc.). Pueden ser de impulso o de enganche. Se utilizan cuando el operario tiene las dos manos ocupadas.



## PARADA DE EMERGENCIA CON ENCLAVAMIENTO

Al intervenir sobre el pulsador se provoca la parada, solamente la persona que posea la llave puede desenclavar el puesto. Se utiliza principalmente en:

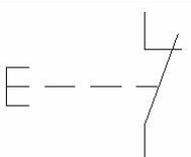
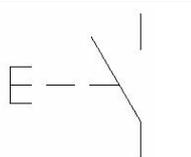
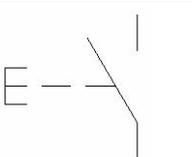
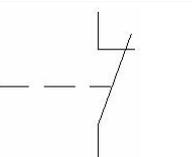
- ⊗ Paradas de emergencia.
- ⊗ Cadena de manutención.



## 8.1 DISEÑO DE LOS CIRCUITOS DE MANDO

Deben diseñarse los circuitos de maniobra de tal forma que sea **imposible el accionamiento o puesta en marcha imprevista de una máquina debido a la ruptura de un cable** de los circuitos de puesta en marcha, así como el caso contrario, se debe **garantizar la parada en condiciones de seguridad de la máquina** (siempre que esto no suponga un peligro mayor para la seguridad que su funcionamiento) en caso de ruptura de los cables del circuito de parada.

Se deben garantizar los enclavamientos necesarios para que no se pierdan las condiciones de seguridad en la máquina tanto en las paradas como en los arranques y funcionamiento normal.

ORDEN DE MARCHA		ORDEN DE PARO	
			
<b>NO PERMITIDO</b>	<b>PERMITIDO</b>	<b>NO PERMITIDO</b>	<b>PERMITIDO</b>
En caso de ruptura del circuito se produciría la marcha incontrolada de la máquina	En caso de ruptura del circuito se mantienen las condiciones de seguridad	En caso de ruptura del circuito no se podría detener la máquina	En caso de ruptura del circuito se para la máquina, manteniendo las condiciones de seguridad.
Solo se admitirán los circuitos "No permitidos" en el caso de que las condiciones de paro de la máquina atenten contra la seguridad, siendo más seguro el funcionamiento que la parada. En estos casos se garantizarán protecciones extraordinarias e incluso circuitos redundantes para evitar la pérdida de control de las funciones de la máquina.			

## 8.2 FUNCIONES GENERALES

### • FUNCIONES DE MANDO (ARRANQUE / PARADA)

**La función de arranque** no tiene otra misión que la puesta en tensión del circuito correspondiente siempre y cuando se den todas las condiciones y enclavamientos necesarios para un funcionamiento seguro. En caso de necesidad de arranque de máquinas en modo de mantenimiento, omitiendo algunas protecciones o enclavamientos, se deberá realizar manualmente por medio de mandos de acción mantenida.

**La función de parada** se divide en 3 categorías y se tomará cada una de ellas en función del riesgo de funcionamiento de las máquinas:

- ✓ **Categoría 0:** parada por supresión inmediata de la energía en los accionadores. (parada incontrolada).

- ✓ **Categoría 1:** parada controlada manteniendo disponible la energía de los accionadores para obtener el paro de la máquina y una vez parada cortar la energía.
- ✓ **Categoría 2:** parada controlada manteniendo disponible la energía en los accionadores.

**La función de parada de emergencia** deberá ser prioritaria a todas las demás funciones y a todos los modos de funcionamiento. Su rearme no deberá provocar de ningún modo un nuevo arranque. Solo se puede utilizar la parada de categoría 0 o bien la de categoría 1, en función de las condiciones de seguridad de la parada de emergencia. En caso de utilizar la parada de categoría 0, deberá haber solo componentes electromecánicos cableados y además estos circuitos no podrán depender en ningún caso de una lógica electrónica (software ni hardware) ni de una transmisión de órdenes por una red o una línea de comunicaciones. En caso de usar la parada de tipo 1, deberá asegurarse la supresión definitiva de energía a los accionadores mediante componentes electromecánicos.

**La función de desconexión de emergencia.** Este tipo de función se debe utilizar únicamente cuando existe la posibilidad de peligros o daños causados por la electricidad y para la protección contra contactos indirectos cuando dicha protección se realiza por el sistema de puesta fuera de alcance de partes activas por medio de obstáculos. Esta función solo es posible realizarla por medio de una parada de categoría 0. Cuando ésta parada no sea posible por el tipo de máquina, resulta necesario proporcionar otros dispositivos de protección contra contactos directos de forma que la desconexión de emergencia no sea necesaria. La desconexión de emergencia debe seccionar literalmente la alimentación eléctrica de los equipos afectados.

## • TIPOS DE MANDOS

Deben utilizarse en cada caso los mandos adecuados para garantizar la seguridad de las personas en el funcionamiento normal de las máquinas (mandos a dos manos, mandos mantenidos, pedales, protectores, etc.) así como las protecciones y enclavamientos necesarios (puertas bloqueables, barreras físicas o electrónicas, finales de carrera, etc.).

Para los mandos inalámbricos se garantizará que no exista la posibilidad de que otros mandos distintos puedan interferir en las funciones de los primeros. En caso de existir varios puestos de operador, se tomarán medidas para que solo uno de los puestos de operador sea operativo a excepción de las órdenes de parada que serán operativas de todos los puestos cuando las condiciones de seguridad así lo exijan.

- **SEGURIDAD Y SEÑALIZACIÓN**

Deberán tomarse las precauciones necesarias para que las fluctuaciones de tensión, fallos en baterías, microcortes u oscilaciones de tensión no puedan de ningún modo afectar a las condiciones de seguridad para las máquinas y para las personas. Todos los elementos de mando se deberán situar de modo que puedan identificarse sin mover dichos elementos ni su cableado. Deberán estar montados de tal forma que se facilite su funcionamiento y mantenimiento desde la parte frontal.

### 8.3 SEÑALIZACIÓN. CÓDIGOS DE SEGURIDAD VISUAL Y AUDITIVA

Todos los códigos expuestos en este apartado son aplicables tanto a mandos físicos como virtuales, es decir que las pantallas informáticas de control, SCADAS, softwares, terminales de operador, etc. se registrarán igualmente por los mismos códigos.

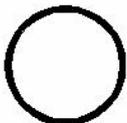
Sólo en el caso de terminales de visualización en b/n o monocromos se excusa el uso de los códigos de colores aunque en este caso será necesario identificar las funciones mediante marcas o formas normalizadas que de ninguna manera induzcan a errores.

### PULSADORES

Para la identificación de los pulsadores de maniobra utilizaremos una serie de códigos en cuanto a simbología y colores a utilizar en base a la función que desempeñan en el esquema y la obligatoriedad de los mismos:

Tendremos:

- **Marcado funcional de los pulsadores.**

ARRANQUE o puesta en tensión / ON	PARADA o puesta fuera de tensión / OFF	Pulsador de acción alternativa ON / OFF o ARRANQUE / PARADA	Pulsador de función mantenida: ARRANQUE / ON mientras se pulse y PARADA / OFF cuando deja de pulsarse.
			

- Para identificar los **PULSADORES** según su función se utilizarán los colores de la siguiente tabla:

Color	Significado	Explicación	Ejemplos
<b>ROJO</b>	Emergencia	Actuación en caso de emergencia o en condiciones peligrosas (también puede utilizarse para la función de PARO pero no se recomienda cuando hay otros elementos de paro de emergencia en color rojo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parada de emergencia.</li> <li>• Inicio de una función de emergencia.</li> </ul>
<b>AMARILLO</b>	Anomalía	Actuación en caso de condiciones anormales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicio de un proceso de retorno a la normalidad, sin que haya puesta en marcha.</li> <li>• Intervención para interrumpir un proceso anormal.</li> </ul>
<b>VERDE</b>	Normal	Actuación para iniciar las condiciones normales. Para función de arranque o marcha, es preferible utilizar los colores BLANCO, GRIS O NEGRO, con preferencia por el BLANCO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función de arranque o puesta en marcha</li> <li>• Inicio de un ciclo normal de marcha.</li> </ul>
<b>AZUL</b>	Obligatorio	Actuación en caso de acciones que requieren una acción obligada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Función de rearme.</li> </ul>
<b>BLANCO</b>	---	<b>Sin función específica.</b> Los tres colores pueden utilizarse para ARRANQUE, o puesta en tensión utilizando preferiblemente el BLANCO.	ON/MARCHA=Blanco OFF/PARO=Negro
<b>GRIS</b>	---	También pueden usarse los tres colores para el PARO (siempre que no sea de emergencia) preferiblemente usando el NEGRO. También se permiten los tres colores para funciones alternativas ON/OFF y para funciones de marcha retenida (mientras se pulsa). El verde también está permitido sólo para la función de arranque y el rojo también se permite sólo para la función de PARO siempre que no esté cerca de paros de emergencia.	Si se usan los mismos colores para el paro y marcha, se deberán identificar obligatoriamente mediante las marcas de la tabla anterior. Si se utilizan colores distintos para el paro y marcha, las marcas anteriores son recomendables pero no obligatorias.
<b>NEGRO</b>	---		

**NOTAS:**

- **Prohibido** usar el ROJO para la función de ARRANQUE o VERDE para la función PARO.
- Para los pulsadores de **REARME** se debe utilizar cualquiera de los colores BLANCO, GRIS o NEGRO pero nunca debe utilizarse el VERDE.
- Cuando un pulsador de rearme también actúe como función de OFF deberá utilizarse preferiblemente el NEGRO.

## INDICADORES LUMINOSOS

Para indicar la función de los INDICADORES LUMINOSOS se utilizarán los siguientes colores:

Color	Significado	Explicación	Acción por el operador	Ejemplos
<b>ROJO</b>	Emergencia, peligro o alarma.	Advertencia de un posible peligro o de un estado que requiere una acción inmediata	Acción inmediata a realizar en condiciones peligrosas (p.e. el accionamiento del paro de emergencia)	Temperatura excesiva en condiciones peligrosas. Paro de una parte esencial del equipo debido a la actuación de alguna protección. Peligro debido a elementos accesibles bajo tensión o a partes en movimiento.
<b>AMARILLO (ÁMBAR)</b>	Anomalía.	Condiciones anormales o críticas amenazantes.	Control y/o intervención (p.e. mediante el restablecimiento de la función prevista)	Temperatura o presión ligeramente superior a la prevista Sobrecarga eléctrica o térmica (fallo térmico)
<b>VERDE</b>	Normal	Condiciones normales de funcionamiento	Acciones opcionales. (ninguna requerida)	Motor en marcha en condiciones normales Funcionamiento correcto del sistema Permiso para continuar con el siguiente proceso
<b>AZUL</b>	Obligatorio	Indicación de una condición que requiere la acción del operador	Acción obligada por el proceso (sin que haya condiciones anormales)	Orden de inicio de otro proceso. Orden de ejecución de alguna acción de cambio de secuencia o de parámetros.
<b>BLANCO</b>	Neutro	Condiciones no definidas, siempre que no se ajusten a ninguna de las anteriores.	Control o indicación.	Interruptor general conectado o sistema en tensión. Velocidad o sentido de rotación elegidos.

## OTROS INDICADORES

- ⊗ **Luces intermitentes.** De utilización opcional, para dar énfasis en ciertos estados del proceso. Dichas luces se utilizarán para llamar la atención, para solicitar una acción inmediata, para indicar una discrepancia entre la orden y el estado actual y/o para indicar un cambio en el proceso (con intermitencia durante la transición). Se recomienda el uso de la frecuencia mas elevada para las acciones que requieren mayor atención o prioritarias.
- ⊗ **Pulsadores luminosos.** Para la codificación de los pulsadores luminosos se utilizarán las mismas tablas anteriores, según su función. En caso de dificultad de asignación se utilizará el color blanco. El color ROJO para los paros de emergencia del órgano de accionamiento no debe depender del color de su lámpara.

- ⊗ **Dispositivos de mando rotativo.** (Interruptores, selectores, potenciómetros, etc.) Estos dispositivos deben montarse de forma que se impida la rotación de la parte fija durante las actuaciones por lo que no es suficiente el acoplamiento por presión o rozamiento. Deben asegurarse las medidas necesarias, mediante ranuras de bloqueo antigiro, tornillería de fijación, etc.
  
- ⊗ **Dispositivos de paro de emergencia.** Deben estar fácilmente accesibles. Se situarán en cada puesto de mando de operador así como en los lugares susceptibles de requerir una parada de emergencia. Se permiten para esta función los siguientes dispositivos:
  - ✓ Interruptor accionado por pulsador,
  - ✓ Interruptor accionado por tracción de un cable,
  - ✓ Interruptor accionado por un pedal, sin protección mecánica.

Estos dispositivos deben ser del tipo de **RETENCIÓN automática** y deben tener maniobra de apertura positiva (o directa) . El modo positivo se consigue utilizando contactos que con el actuador en posición de reposo aseguren el funcionamiento de la máquina y en posición de actuado o con la rotura del circuito se produzca el paro. Esto se traduce habitualmente con el uso de contactos cerrados en reposo (contactos de apertura o N.C.) cableados de tal forma que al actuarlos o abrir el circuito se produzca el paro de la máquina.

No debe ser posible restaurar el funcionamiento del sistema hasta que todos los paros de emergencia hayan sido rearmados manualmente. Los actuadores de paro de emergencia deben ser de color ROJO sobre cuerpo AMARILLO. Los actuadores de emergencia del tipo pulsador serán obligatoriamente de tipo “seta” o bien con actuador accionable por la palma de la mano.

- ⊗ **Dispositivos de desconexión de emergencia.** Normalmente estos dispositivos no deben colocarse en los puestos de operador sino únicamente en las zonas donde sea necesaria dicha aplicación (centros de alimentación de máquinas, salas de calderas, etc.) sin embargo, cuando sea necesario instalar un dispositivo de desconexión de emergencia en un puesto de operador, no será necesario la instalación de un dispositivo de paro de emergencia puesto que el de desconexión asume sus funciones ya que la función de desconexión solo es posible con parada de categoría 0. Para estos dispositivos sólo se puede usar dispositivos pulsadores o interruptores accionados por tracción de un cable. Estos dispositivos deben ser del tipo de RETENCIÓN automática y deben tener maniobra de apertura positiva (o directa) . El modo positivo se consigue utilizando contactos que con el actuador en posición de reposo aseguren el funcionamiento de la máquina y en posición

de actuado o con la rotura del circuito se produzca el paro. Esto se traduce habitualmente con el uso de contactos cerrados en reposo (contactos de apertura o N.C.) cableados de tal forma que al actuarlos o abrir el circuito se produzca el paro de la máquina. No debe ser posible restaurar el funcionamiento del sistema hasta que todos los dispositivos de desconexión de emergencia hayan sido rearmados manualmente. Los actuadores de desconexión de emergencia deben ser de color ROJO sobre cuerpo AMARILLO. Los del tipo pulsador serán obligatoriamente de tipo “seta” o bien con actuador accionable por la palma de la mano. Deben ser fácilmente accesibles. Pueden tener una envolvente de cristal rompible.

- ⊗ **Dispositivos visualizadores.** Se deben situar de modo que sean perfectamente visibles desde la situación normal del operador. En caso de ser usados como dispositivos de señalización de advertencia se recomienda el uso de dispositivos intermitentes o giratorios y estén acompañados de dispositivos acústicos.
  
- ⊗ **Señales auditivas.** Las señales audibles deberán ser perfectamente identificables y perceptibles por los operadores y las personas expuestas en la misma zona teniendo en cuenta las condiciones de ruido ambiental y se tendrá en cuenta la limitación auditiva por el uso de protectores auditivos. Deben ser claramente diferenciadas de la señal de evacuación de emergencia y los distintos tipos de señal deberán distinguirse inequívocamente entre sí. Para evitar sobrecargas es necesario limitar el uso de estas señales reduciéndolas al menor número posible. En condiciones de seguridad normal no deberá aplicarse ningún sonido (silencio). En la siguiente tabla se muestra el significado de los distintos códigos audibles:

Tipo de señal	Significado		
	Seguridad de personas o entorno	Condiciones de proceso	Estado del equipo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulación de sonidos</li> <li>• Explosiones sonoras</li> </ul>	Peligro	Emergencia	Fallo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo de segmentos de tono constante</li> </ul>	Atención	Anormal	Anormal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido continuo de nivel constante</li> </ul>	Seguridad	Normal	Normal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonido de tonalidad alternante</li> </ul>	Significado obligatorio		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otros sonidos</li> </ul>	Otros significados específicos distintos a los demás.		
Los requisitos para la definición de señales de peligro y no-peligro se dan en la norma ISO/DIN 11429 [4]			

## 10. EJEMPLOS DE CUADROS REALES

