

<b>NOTA APLICACIÓN</b>	<b>AN-Lift2-0001v141ES</b>
<b>Uso de las entradas STO en aplicaciones de elevación</b>	

<b>Tipo de variador</b>	FRENIC-Lift (LM2A y LM2C)
<b>Versión de software</b>	L2S1_01010570 (o posterior)
<b>Opciones requeridas</b>	No requiere
<b>Documentación relacionada</b>	EN 81-20:2014 EN 81-1:1998+A3:2009 EN ISO 13849-1:2008+AC:2009 EN 61800-5-2 IEC 61508-1 a -7:2010 EN 61810-1
<b>Autor</b>	David Bedford
<b>Uso</b>	Público, web
<b>Fecha</b>	23/02/2021
<b>Versión</b>	1.4.1
<b>Idioma</b>	Castellano

## 1. Introducción.

El presente documento describe el uso de la función de seguridad funcional STO (entradas EN1 y EN2) del FRENIC-Lift en aplicaciones de elevación.

## 2. Prólogo.

El estándar EN 81-20:2014 (antes EN81-1:1998+A3:2009), exige el uso de dos contactos independientes para la interrupción de potencia hacia motor en aplicaciones de elevación. Cuando se usa un variador, estos contactos se instalan entre variador y motor. Si estos contactos se abren/cierran con el variador activo (habilitado), por ejemplo, cuando el variador entrega voltaje (corriente) a su salida, se produce un arco eléctrico en los contactos reduciendo la vida de los mismos y también la etapa de potencia (transistores) de salida del variador se ve afectada.

Otro punto importante, es la verificación del estado de los contactos. Según EN 81-20:2014, el sistema debe verificar que los contactos están realmente abiertos cada vez que el ascensor cambia de dirección. Esta verificación, debe ser realizada por la maniobra del ascensor (PLC seguro) o por un elemento del sistema considerado “seguro” (cuando se use un PLC normal para el control del ascensor), pero no por el variador.

El uso de dos contactores a la salida del variador, es una solución muy simple con fácil entendimiento de los modos de fallo, pero tiene los siguientes puntos débiles:

- Requiere una secuencia adecuada para evitar daños tanto en los contactores como en los IGBTs del variador.

- La vida de los contactos (contactores) es limitada. El número de ciclos de apertura/cierre es limitado.
- Ello produce sonido acústico en cada ciclo arranque / paro debido al cierre / apertura de los contactores.
- El estado abierto / cerrado de los contactos debe ser chequeado por el sistema del ascensor –al menos– en cada cambio de dirección del ascensor.

EN 81-20:2014 permite además reemplazar los dos contactos por un accionamiento de alimentación eléctrica de velocidad regulable, según requerimientos de la cláusula 5.9.2.5.4 d) y 5.9.3.4.2 d). La función de seguridad funcional STO del FRENIC-Lift, satisface los anteriores requerimientos mencionados en las cláusulas de EN 81-20:2014 y, por tanto, puede ser usado en lugar de los dos contactos que interrumpan la potencia en el motor, cumpliendo con los requerimientos de las cláusulas 5.9.2.5.4 a) y 5.9.3.4.2 a).

### **3. Uso de la función de Seguridad Funcional (SF) STO del FRENIC-Lift en aplicaciones de elevación.**

FRENIC-Lift incorpora de serie la función de SF STO. Dicha función es capaz de interrumpir de forma segura la corriente a motor y, por tanto, asegurar que no se aplicará par al motor. La función SF STO del FRENIC-Lift cumple con los siguientes requisitos de seguridad:

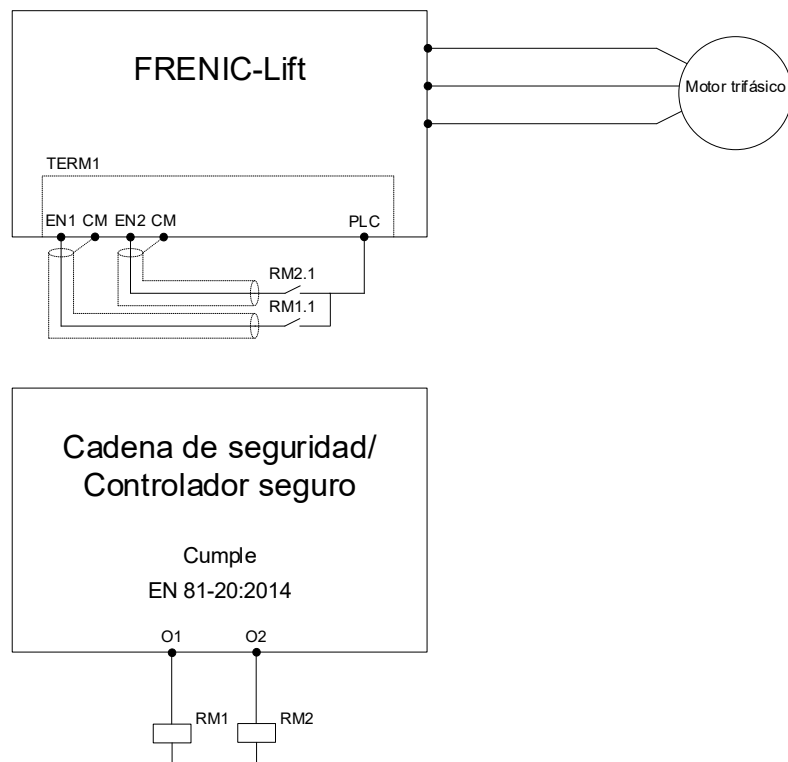
- SIL 3 HFT=1 según EN/IEC 61800-5-2 y IEC 61508-X.
- PL e según EN ISO 13849-1.
- Puede reemplazar los dos contactores entre el variador y el motor, según requerimiento de las cláusulas 5.9.2.5.4 d) y 5.9.3.4.2 d) del estándar EN 81-20:2014.

Es importante el considerar:

- La función STO no proporciona aislamiento galvánico. Por tanto, el variador debe ser desconectado de la alimentación principal de CA antes de manipular las conexiones eléctricas entre variador y motor.
- La función STO no proporciona una deceleración controlada ni un paro controlado. Por tanto, en aplicaciones de elevación (en aplicaciones de transporte vertical en general), asegure que el freno mecánico se aplica (cierra) antes o –al menos– simultáneamente cuando la función SF STO se activa.

La función STO se inactiva (el variador puede proporcionar corriente al motor) si las dos entradas digitales EN1 y EN2 se activan (se aplican +24 VCC). Si alguna de las dos entradas digitales EN1/EN2 se inactiva, el variador interrumpirá la corriente al motor. Si existe discrepancia en el estado de las entradas digitales EN1/EN2 durante un tiempo superior a 50 ms, el variador juzgará que existe un problema en el circuito de seguridad y se bloqueará mediante una alarma. Esta alarma puede ser únicamente restablecida mediante la puesta a OFF de la alimentación del variador (ambas alimentaciones, control y potencia).

La Figura 1 muestra la conexión del variador en el sistema de elevación. Dos señales independientes deben ser conectadas a las entradas digitales EN1/EN2 con el fin de mantener el nivel de seguridad integral requerido (tolerancia a fallos hardware requerido). Estas señales deben ser segregadas en diferentes conductores eléctricos instalados dentro de diferentes conductos, de otra manera el uso de cables apantallados independientes es necesario. La armadura del conducto o de la malla debe ser conectada a una tierra funcional (0 V). Las señales EN1/EN2 están, o bien proporcionadas por la cadena de seguridad o por un controlador de seguridad. Cualquier solución debe cumplir con los requisitos de EN 81-20:2014 que no están en el alcance de este documento. Opcionalmente, una señal de realimentación puede ser conectada al control del ascensor para indicar que los circuitos STO están activos y/o trabajan adecuadamente (no se ha detectado fallo). La conexión de las señales de realimentación es opcional porque el FRENIC-Lift hace un autodiagnóstico de la función de SF STO relacionada con los circuitos con el fin de cumplir los requisitos de la cláusula 5.11.2.3 de EN 81-20:2014.



- EN1: Entrada digital 1 función SF STO del variador
- EN2: Entrada digital 2 función SF STO del variador
- PLC: Común (+24 VCC) de las entradas/salidas del variador
- CM: Común (+0 VCC) de las entradas/salidas del variador
- RM1: Relé 1 para la activación de la entrada digital EN1
- RM2: Relé 2 para la activación de la entrada digital EN2
- RM1.1: Contacto 1 NO del relé RM1
- RM2.1: Contacto 1 NO del relé RM2
- O1: Señal 1 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014
- O2: Señal 2 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014

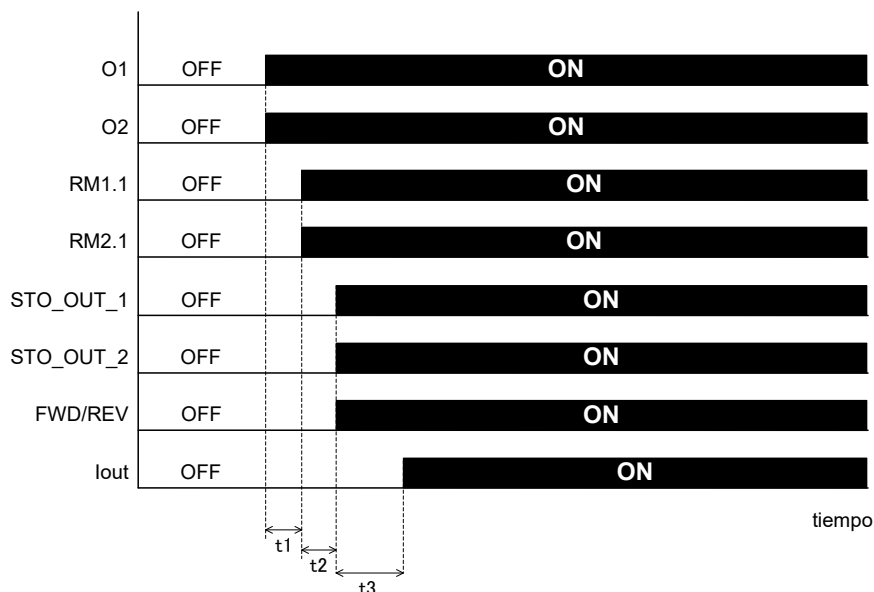
Figura 1. Conexión de las entradas STO del FRENIC-Lift.

En la Figura 1, se muestra un ejemplo usando relés. El único requisito relacionado con la seguridad funcional es que los relés seleccionados deben cumplir con el estándar de producto para relés (EN 61810-1).

La Figura 2 muestra un ejemplo de la secuencia de activación de las entradas digitales EN1 y EN2 (desactivación de la función STO). Antes de nada, las salidas que cumplen EN81-20:2014 en el controlador del ascensor, se deben activar. Cuando esas salidas se activan, los relés asociados cierran sus contactos NO. Esos contactos cierran el circuito entre el terminal PLC y las entradas digitales EN1 y EN2 en el lado del variador, desactivando la función de SF STO (STO\_OUT\_1/2). En ese momento, los drivers de las puertas de los IGBTs se activan.

Adicionalmente, debido a la activación simultánea de la orden de marcha RUN (FWD o REV), el tiempo de L85 empieza a contar; tras dicha temporización el variador aplica voltaje (corriente) al circuito de salida. L85 es un tiempo de retardo usado para asegurar que se aplica voltaje (corriente) tras el cierre de los contactores. En caso de usar la función de SF STO, porque no se han instalado contactores, L85 puede ajustarse a 0.00 s.

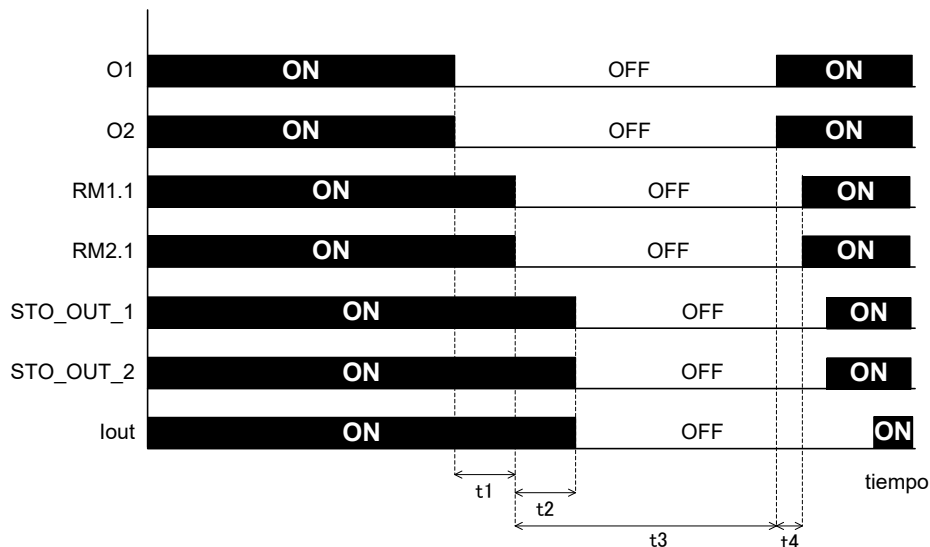
Por otro lado, si la función de cortocircuito SCC se usa, en otras palabras, si se instala un relé de potencia o mini contactor para cortocircuitar las fases del motor en la situación de stand-by, el temporizador L121 debe ser considerado. Este retardo asegura que el relé de potencia o mini contactor está completamente abierto antes de aplicar voltaje (corriente) en el circuito de salida. El tiempo t3 debe finalizar cuando los temporizadores L121 o L85 han finalizado, en caso de que ambos temporizadores estén ajustados a un valor distinto a cero, t3 finalizará tras el mayor tiempo ajustado. La función SCC está implementada únicamente en el LM2A, no en el LM2C.



- O1: Señal 1 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014
  - O2: Señal 2 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014
  - RM1.1: Contacto 1 NO del relé RM1
  - RM2.1: Contacto 1 NO del relé RM2
  - STO\_OUT\_1: Señal de activación 1 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)
  - STO\_OUT\_2: Señal de activación 2 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)
  - FWD/REV: Orden de RUN mediante los terminales de FWD o REV
  - lout: Indicación que el variador está entregando voltaje (corriente) en la salida
- 
- t1: Tiempo de reacción de los contactos de relé RM1 y RM2
  - t2: Tiempo de reacción de la función de SF STO (20 ms)
  - t3: Temporizador L85 o L121 según el uso

Figura 2. Diagrama de tiempos para la secuencia de activación de las entradas EN1 y EN2.

La Figura 3 muestra un ejemplo de la secuencia de activación para la función de SF STO. Antes de nada, las salidas conforme EN81-20:2014 en el controlador del ascensor, deben ser desactivadas (por ejemplo, porque la cadena de seguridad del ascensor está abierta). Cuando esas salidas se deshabilitan, los relés asociados abren los contactos NO. Esos contactos abren el circuito entre el terminal PLC y las entradas digitales EN1 y EN2 en el lado del variador, activando la función de SF STO (STO\_OUT\_1/2). En ese momento, los drivers de las puertas de los IGBTs se inactivan.



- O1: Señal 1 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014
- O2: Señal 2 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014
- RM1.1: Contacto 1 NO del relé RM1
- RM2.1: Contacto 1 NO del relé RM2
- STO\_OUT\_1: Señal de activación 1 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)
- STO\_OUT\_2: Señal de activación 2 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)
- lout: Indicación que el variador está entregando voltaje (corriente) en la salida

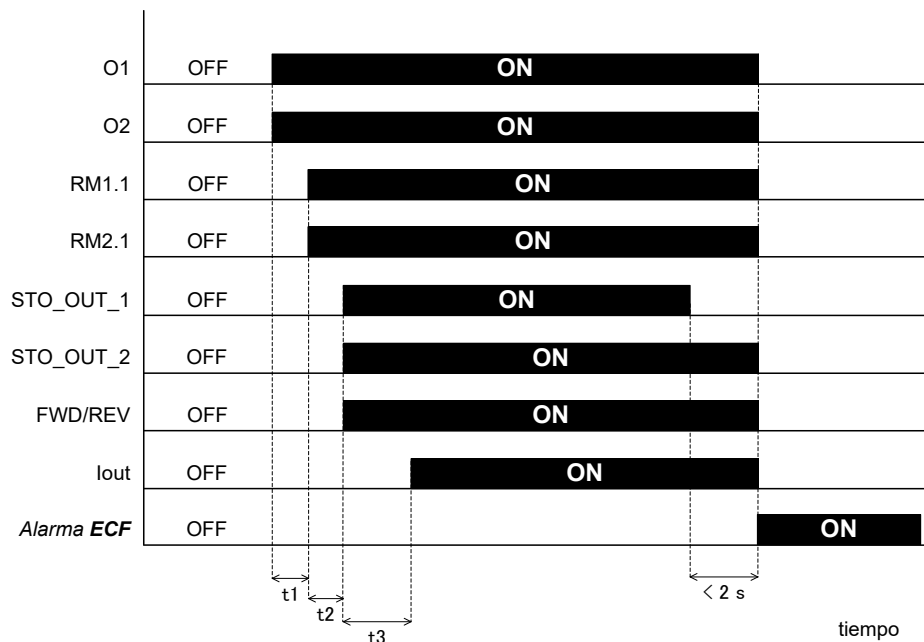
- t1: Tiempo de reacción de los contactos de relé RM1 y RM2
- t2: Tiempo de reacción de la función de SF STO (50 ms)
- t3: Tiempo mínimo STO ON (condición:  $t3+t4 > 2\text{ s}$ )\*1
- t4: Tiempo de reacción de los contactos de relé RM1 y RM2

NOTA \*1: El tiempo mínimo de 2 segundos debe ser asegurado únicamente una vez por hora. Para información adicional, por favor, vea el apartado 4.

Figura 3. Diagrama de tiempos cuando el circuito de seguridad se interrumpe.

La Figura 4 muestra un ejemplo cuando aparece una discrepancia entre las entradas digitales EN1 y EN2. La secuencia de arranque / inicio, es la misma descrita en la Figura 2. Durante el funcionamiento, la señal EN1 pasa a OFF por cualquier razón (por ejemplo, un fallo del circuito interno). Debido a que el desajuste entre EN1 y EN2 se mantiene por encima de los 50 ms (tiempo de reacción seguro), la función STO pasa el driver de la puerta de los IGBTs a OFF (interrumpiendo la corriente a motor) y se genera la alarma *ECF*.

Por otro lado, debido a la alarma *ECF* generada por el variador, la cadena de seguridad (o el controlador seguro) cambia las señales de salida O1 y O2 a OFF. Así mismo y consecuentemente, el controlador del ascensor pasa la orden de RUN a OFF (FWD o REV).



O1: Señal 1 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014

O2: Señal 2 desde la cadena de seguridad (o controlador seguro) según EN81-20:2014

RM1.1: Contacto 1 NO del relé RM1

RM2.1: Contacto 1 NO del relé RM2

STO\_OUT\_1: Señal de activación 1 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)

STO\_OUT\_2: Señal de activación 2 de los drivers de las puertas de los IGBTs (función SF STO)

FWD/REV: Orden de RUN mediante los terminales de FWD o REV

Iout: Indicación que el variador está entregando voltaje (corriente) en la salida

t1: Tiempo de reacción de los contactos de relé RM1 y RM2

t2: Tiempo de reacción de la función de SF STO (20 ms)

t3: Temporizador L85 o L121 según el uso

Figura 4. Diagrama de tiempos cuando existe discrepancia entre las entradas EN1 y EN2.

#### **4. Requerimientos de funcionamiento.**

El circuito STO del FRENIC-Lift requiere un auto-diagnóstico al menos 1 vez por hora. Con el fin de realizar dicho diagnóstico, la función STO debe ser activada. Por tanto, se requiere la activación de la función STO (pasar a OFF ambas señales digitales EN1/EN2 al menos dos o más segundos) al menos una vez por hora. Cuando las señales EN1/EN2 están en OFF, el diagnóstico está continuamente llevándose a cabo. Por tanto, es recomendable el mantener las señales EN1/EN2 en OFF cuando el ascensor permanezca en reposo.

En caso de usar el modo de ahorro energético (stand-by) S2 (apagado completo, OFF), el auto-diagnóstico de la función STO será llevado a cabo al pasar a ON. En este caso, el único punto que se necesita considerar, es que ambas entradas EN1 y EN2 deben permanecer en OFF dos o más segundos.

El diagnóstico del circuito principal (potencia) del variador debe ser ejecutado al menos 1 vez por año. Con el fin de llevar a cabo el diagnóstico, la fuente de alimentación principal (circuito de potencia) debe ser completamente desconectada. En otras palabras, las fases L1, L2 y L3 (o L y N en caso de alimentación monofásica) deben ser desconectadas. La alimentación auxiliar de del circuito de control, puede mantenerse a ON durante el procedimiento.

#### **5. Requerimientos de la instalación.**

Los circuitos eléctricos y electrónicos del FRENIC-Lift han sido diseñados según requerimientos Grado de Polución 2 y categoría de sobrevoltaje III. Aunque, bajo un entorno con Grado de Polución 3, la seguridad que implementa la función de SF STO no reduce sus prestaciones. Por tanto, el comportamiento de la función STO puede garantizarse incluso bajo un Grado de Polución 3.

Los variadores con la función de SF STO que trabajan en un entorno con Grado de Polución 3, se pueden reconocer mediante el número de serie. Dicho número de serie, termina en la letra D (o superior). A modo de ejemplo, el producto con el número de serie T0ZA123A0001JD cumple con Grado de Polución 3 para su función de SF STO.

EN/IEC 61800-5-1 por ejemplo, define Grado de Polución 2 como la condición micro-ambiental cuando normalmente, sólo existe polución no-conductora. Ocasionalmente, sin embargo, puede esperarse una conductividad temporal causada por condensación, al estar fuera de funcionamiento el PDS (Power Drive System). Grado de Polución 3 se define como la condición micro-ambiental cuando existe polución conductora o no-conductora seca, la cual se vuelve conductora debido a condensación, lo cual es de esperar.

Las señales que activan las entradas EN1 y EN2 deben ser segregadas en diferentes conductores eléctricos instalados dentro de diferentes conductos, de lo contrario, el uso de cables apantallados e independientes es necesario. La armadura del conducto o de la malla, deben ser conectados a una tierra funcional (0 V).

## 6. Conclusión.

Las principales ideas del presente documento son:

- EN 81-20:2014 requiere la interrupción de potencia entre el variador y el motor usando dos contactos independientes, según establecen las cláusulas 5.9.2.5.4 a) y 5.9.3.4.2 a).
- Los contactores en la salida del variador es una solución simple donde los modos de fallo se entienden fácilmente, pero tiene los siguientes puntos débiles:
  - o El tiempo de la secuencia en el arranque-paro debe ser correctamente realizado con el fin de evitar daños en los contactos (contactores) o en los IGBTs del variador.
  - o La vida de los contactores es limitada (número de operaciones de apertura/cierre).
  - o Ellos producen un sonido acústico cuando cierran/abren en cada arranque-paro.
  - o El estado abierto de los contactos debe ser comprobado por el control del ascensor –al menos– en cada cambio de dirección del ascensor.
- La función SF STO del FRENIC-Lift cumple las cláusulas 5.9.2.5.4 d) y 5.9.3.4.2 d) de EN 81-20:2014 y, por tanto, puede ser usada en lugar de los contactos (entre variador y motor) cumpliendo los requerimientos de las cláusulas 5.9.2.5.4 a) y 5.9.3.4.2 a).

## 7. Referencias.

[1] EN 81-1:1998+A3:2009. Safety rules for the construction and installation of lifts. Part 1: Electric lifts.

[2] EN 81-20:2014. Safety rules for the construction and installation of lifts. Lifts for the transport of persons and goods. Passenger and goods passenger lifts.

[3] EN ISO 13849-1:2008+AC:2009. Safety of machinery - Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design.

[4] EN 61800-5-2. Adjustable speed electrical power drive systems – Safety requirements – Functional

[5] IEC 61508-1 to -7:2010. Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems – Parts 1 to 7

[6] EN 61810-1. Electromechanical elementary relays - Part 1: General requirements



## 8. Historia del documento.

<b>Versión</b>	<b>Cambios aplicados</b>	<b>Fecha</b>	<b>Escrito</b>	<b>Comprobado</b>	<b>Aprobado</b>
1.3.4 ES	Versión en castellano	02/04/2015	S. Ureña	J. Alonso	J. Català
1.4.0 ES	Estándares actualizados con EN81-20:2014. Requerimientos de instalación modificados. Descripción Grado de Polución 2 añadida.	01/09/2015	S. Ureña	D. Bedford	J. Català
1.4.1 ES	Capítulo 5 actualizado con información sobre el nuevo Grado de Polución 3. LM2C incluido.	23/02/2021	M. Gómez	S. Ureña	J. Català