

Centros de control de motores y aparata de conexión de distribución de alimentación

 **Allen-Bradley**

Publicación de seguridad



LISTEN.
THINK.
SOLVE.

 **Allen-Bradley** • Rockwell Software

**Rockwell
Automation**

Filosofía de seguridad

Con más de 100 años de experiencia en el control de motores, el centro de control de motores (MCC) Allen-Bradley® CENTERLINE® 2500 cumple las expectativas de seguridad y confiabilidad. El MCC CENTERLINE 2500 cumple con la norma IEC 61439-2 sobre la seguridad funcional básica y se prueba de conformidad con la norma IEC/TR61641:2014 relativa al confinamiento de fallo por arco de bajo voltaje.

El MCC CENTERLINE 2500 ofrece en su versión estándar una serie de características de seguridad mejoradas, entre las que se incluyen:

- Mejoras estructurales que ayudan a proteger frente al peligro de arco eléctrico en caso de fallo
- Diagnósticos avanzados del software IntelliCENTER®, que permiten el acceso remoto a los datos y la resolución de problemas, lo que reduce al mínimo la necesidad de entrar en el envoltorio
- Procedimientos de bloqueo que proporcionan seguridad adicional en las cuatro posiciones de la unidad (conectada, prueba, desconectada y desmontada)
- Cierres automáticos que aíslan inmediatamente el bus vertical cuando se retira la unidad
- Sistema de sujeción de dos pernos apretados a máquina, usados para conectar el bus horizontal al vertical, que reduce la necesidad de mantenimiento periódico y minimiza la exposición a voltajes peligrosos
- Diseño estructural rígido, con planchas laterales en todas las secciones, para proporcionar un mejor aislamiento, además de ángulos de montaje internos continuos, bus principal y ángulo de elevación



Norma:
IEC/TR 61641, edición 3.0 2014

Clasificación:
Ue 480 V, arco Ip 65 kA,
tarc 300 ms, arco Ipc 65 kA
Protección personal y protección
del ensamblaje adecuada para
funcionamiento continuo limitado

Pruebas de tipo

El centro de control de motores de bajo voltaje CENTERLINE 2500 se somete a completas pruebas de tipo, de conformidad con normas específicas. En enero de 2009, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) presentó una nueva norma que rige la seguridad y el rendimiento de los ensamblajes de aparamenta de control y aparamenta de conexión eléctrica. Esta nueva serie de normas de la IEC, IEC 61439-2, sustituye a la antigua serie de normas IEC 60439-1.

El CENTERLINE 2500 cumple la parte 1 de la IEC 61439 y su prueba está a cargo de un tercer proveedor para verificar la conformidad con la parte 2. La parte 1 indica reglas generales, que se refieren a

las normas específicas que cubren los diversos tipos de ensamblajes de aparamenta de control y aparamenta de conexión de bajo voltaje. Contiene las definiciones y establece las condiciones de servicio, los requisitos de construcción, las características técnicas y los requisitos de verificación para ensamblajes de aparamenta de control y aparamenta de conexión de bajo voltaje.

La parte 2 define los requisitos específicos de los ensamblajes de aparamenta de control y aparamenta de conexión, y las pruebas de conformidad están a cargo de un tercer proveedor. Las pruebas del CENTERLINE 2500 se basan en las más críticas aplicaciones representativas del producto o rango de rendimiento de la aparamenta de conexión como respuesta a la norma.

Normas IEC 61439-2	Pasó	Resultados de la prueba
Resistencia del material y las piezas (10.2)	✓	La integridad mecánica no se vio afectada y los sellos no resultaron dañados
Grado de protección de los ensamblajes (10.3)	✓	El grado de protección se puede asignar
Distancias de separación y fuga (10.4)	✓	Distancias verificadas para: Voltaje nominal del aislamiento $U_i = 690$ V; voltaje nominal de impulsos $U_{imp} = 6$ kV; grado de contaminación 3
Protección frente al choque eléctrico e integridad de los circuitos de protección (10.5)	✓	Se verificó la eficacia de la conexión entre el circuito de protección y las piezas conductoras expuestas
Propiedades dieléctricas (10.9)	✓	Las pruebas no produjeron perforaciones ni arcos eléctricos
Verificación del aumento de temperatura (10.10)	✓	Se verificó que no se excedieron los límites de aumento de temperatura
Robustez frente a cortocircuitos (10.11)	✓	La unidad siguió funcionando normalmente; sin cortocircuitos, deformación ni deterioro
Compatibilidad electromagnética (10.12)	✓	Compatibilidad verificada
Funcionamiento mecánico (10.13)	✓	No se observó ningún daño ni desgaste excesivo en ninguna de las espigas enchufables, otros conectores, mecanismo de operación o enclavamiento

Separación interna

La separación interna está sujeta al acuerdo entre el fabricante y el usuario (IEC 60439-1 anexo E 7.7, Separación interna de ensamblajes mediante barreras o particiones).

Los ensamblajes se dividen mediante particiones o barreras (metálicas o no metálicas) en compartimentos separados o espacios protegidos en envoltorio.

Formas de separación					
	Forma 1	Forma 2b	Forma 4a	Forma 3b	Forma 4b
Separación interna	Sin separación	Separación de barras de bus, incluidas las barras de distribución respecto a las unidades funcionales y los terminales de conductores externos: formas 2b, 4a, 3b, 4b	Separación de todas las unidades funcionales entre sí: formas 4a, 3b, 4b	Separación de los terminales de conductores externos de las unidades funcionales: formas 3b, 4b	Terminales que no se encuentran en el mismo compartimento que la unidad asociada: forma 4b
Protección de personas	Ninguna protección cuando las puertas están abiertas	Ayuda a proteger a las personas frente al contacto con barras de bus y barras de distribución mientras se trabaja en unidades funcionales: formas 2b, 4a, 3b, 4b	Ayuda a proteger a las personas frente al contacto con las unidades funcionales cercanas mientras se trabaja en una unidad funcional: formas 4a, 3b, 4b	Mayor protección mientras se trabaja en los terminales de los conductores externos: formas 3b, 4b	Mayor protección a los terminales de las unidades funcionales cercanas: forma 4b
Protección del equipo	Sin protección interna	Protección contra ingreso de objetos extraños entre la unidad funcional y el compartimento de la barra de bus: formas 2b, 4a, 3b, 4b	Protección contra ingreso de objetos extraños en cualquier unidad funcional cercana: formas 4a, 3b, 4b	Protección contra ingreso de objetos extraños entre las unidades funcionales y el compartimento del terminal común: formas 3b, 4b	Protección contra ingreso de objetos extraños entre compartimentos de un solo terminal: forma 4b

Protección frente a fallos de arco

¿Qué es un arco eléctrico?

El artículo 100 de la norma NFPA-70E 2012 (Norma sobre seguridad eléctrica en el lugar de trabajo) define un peligro de arco eléctrico como “una situación peligrosa asociada a la posible liberación de energía ocasionada por una descarga eléctrica”. Un arco eléctrico o una ráfaga de arco pueden causar daños a los equipos, lesiones personales y posibles muertes.

Un arco eléctrico es un tipo de explosión eléctrica que se produce a consecuencia de una conexión de baja impedancia a tierra o a otra fase de voltaje en un sistema eléctrico. Un arco eléctrico puede ocasionar daños considerables, incendios o lesiones. Las temperaturas pueden alcanzar o superar los 19,427 grados centígrados en los terminales del arco. Un arco eléctrico típico puede estar acompañado de una explosión más severa o de una ráfaga de arco. Como resultado de este violento evento, se puede ocasionar la destrucción de los equipos implicados, incendios y lesiones a todo el personal cercano.

Una ráfaga de arco es una liberación explosiva de presión, sonido, luz y metralla causada por un arco eléctrico. Cuando se crea un arco entre un par de fases, la temperatura aumenta. A medida que el aire se ioniza, el cobre comienza a ser utilizado como combustible. Con este plasma conductor, la impedancia es mucho menor que el aire normal. La luz generada se intensifica. La luz brillante puede ocasionar ceguera temporal o permanente. Las tasas de expansión de metales como el cobre pueden multiplicarse hasta por un factor de 67,000 al

pasar de la forma sólida a la gaseosa. Esta elevada velocidad de expansión conlleva una peligrosa ráfaga de energía. El mayor peligro para un ser humano lo constituye la liberación de una enorme cantidad de energía térmica. La metralla volante que procede de la ráfaga puede desplazarse a velocidades de más de 700 mph del arco. La presión puede alcanzar los 29 psi.

Duración de un fallo de arco

Existen unos cuantos factores fundamentales que se necesitan para que el fallo de arco se mantenga activo. El voltaje disponible, normalmente de 400 volts o superior, es necesario para mantener el arco. La corriente de cortocircuito disponible tiene una importante influencia sobre la duración de la energía liberada con el arco. Dado que los vapores del metal actúan como “combustible”, el arco se mantiene hasta que un dispositivo de sobrecorriente o dispositivo similar flujo arriba elimina el fallo (abre el circuito) o hasta que se consume el combustible.

Causas de un fallo de arco

Error humano

- Contacto accidental con un conductor energizado
- Caída o colocación incorrecta de herramientas u otras piezas
- Prácticas de instalación inadecuadas

Fallo mecánico

- Cierre en líneas con fallos
- Conexiones flojas
- Dimensionamiento mecánico/eléctrico
- Deterioro de los cables
- Aislamiento de los cables
- Acumulación de polvo y residuos



Solución de confinamiento de arco

Para ayudarle con la seguridad del entorno, Rockwell Automation fabrica los centros de control de motores de bajo voltaje CENTERLINE 2500 con ArcShield.

Aun cuando los operadores y los fabricantes de sistemas de bajo voltaje están adquiriendo más experiencia, sigue existiendo el riesgo de generación de arcos internos. Para optimizar la protección del personal y del equipo, Rockwell Automation prueba los centros de control de motores CENTERLINE 2500 de conformidad con la norma IEC/TR 61641 edición 3.0 2014, una norma de pruebas en condiciones de generación de arco eléctrico a causa de un fallo interno.

El centro de control de motores de bajo voltaje CENTERLINE 2500 con ArcShield se probó de conformidad con la norma IEC/TR 61641 y pasó todos los criterios de prueba a 480 V con una frecuencia nominal de 50/60 Hz, un tiempo de generación de arco de 300 ms y una corriente de prueba de 65 kA.

Se consideraron los siguientes puntos de ignición en muestras simples de varias configuraciones del producto:

- Lado de carga de la unidad funcional saliente
- Lado de fuente de la unidad funcional saliente
- A lo largo de la barra de bus de distribución
- A lo largo de la barra de bus principal
- Lado de carga de la unidad funcional entrante
- Lado de fuente de la unidad funcional entrante



El centro de control de motores de bajo voltaje CENTERLINE 2500 con ArcShield se probó de conformidad con la norma IEC/TR 61641. Pasó todas las pruebas a 480 V con una frecuencia nominal de 50/60 Hz, un tiempo de generación de arco eléctrico de 300 ms y una corriente de prueba de 65 kA.

Ubicación del MCC	Prueba realizada
Unidades funcionales salientes:	Unidades desmontables: pruebas realizadas con varios tamaños de módulos; corto a través de las espigas de carga en canaleta vertical y entre los terminales de carga del dispositivo de protección
Lado de carga	Unidades para montaje en estructura: pruebas realizadas; corto entre los terminales de carga del dispositivo de protección
Lado de fuente de alimentación	Unidades desmontables: zona libre de arcos* – se realizaron y pasaron las pruebas
	Unidades de montaje en estructura: pruebas realizadas; corto a través de soporte de bus vertical – conexión de cable
Barra de bus de distribución: sistema de bus vertical	Unidades desmontables: zona libre de arcos* – se realizaron y pasaron las pruebas
	Unidades para montaje en estructura: zona libre de arcos* – se realizaron y pasaron las pruebas
Barra de bus principal: sistema de bus horizontal	Compartimento de bus horizontal: pruebas realizadas; corto en bus horizontal entre las tres fases. Se requiere sistema de ventilación de escape superior.
Unidades funcionales entrantes: lado de carga/lado de fuente de alimentación	Entrante: pruebas realizadas en columna con buses de disyuntores de aire y construcción

*La zona libre de arcos se utiliza para describir la sección del cubículo que consiste en las barras de distribución, el contacto principal y el lado de fuente de la unidad funcional que realiza la conexión al SCPD.

Protección frente a fallos de arco

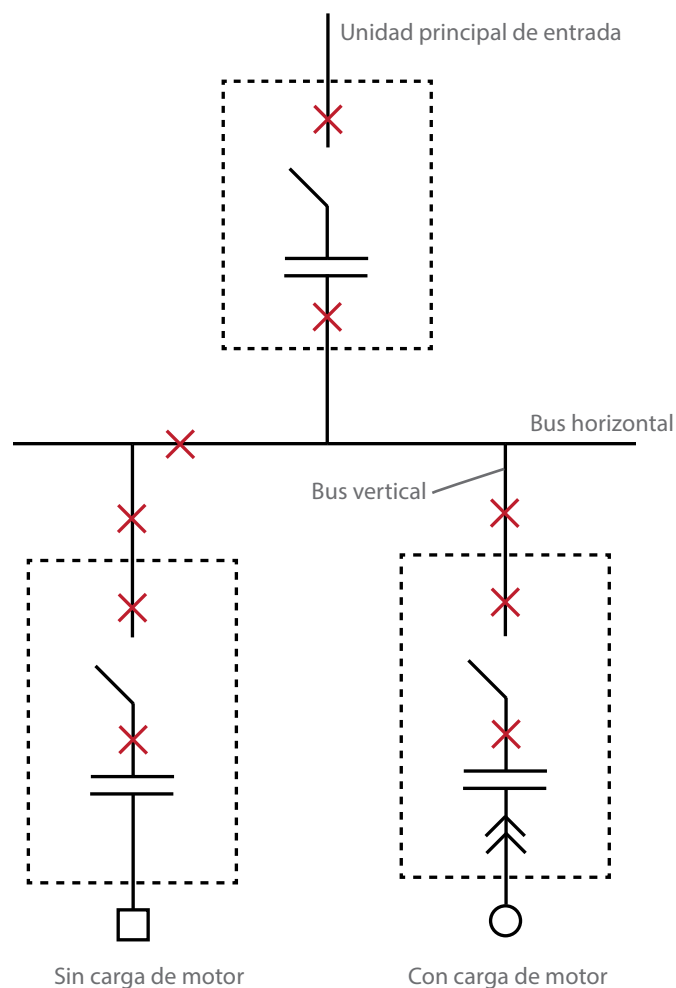
Prueba de punto de ignición

El objetivo principal de esta prueba es evaluar la capacidad del ensamblaje de limitar el riesgo de lesiones personales ocasionadas por un fallo de generación de arco interno. Rockwell Automation pasó todas las pruebas mediante la implementación de lo siguiente:

- Mejoras estructurales y división en compartimentos
- Ventilación interna: uso de barreras y deflectores colocados estratégicamente para dirigirlos al punto de escape en la parte superior del envoltente
- Sistema de alivio de la presión: probado para incluir indicadores horizontales y de techo que superan los requisitos de la IEC
- Seguros patentados y diseños de bisagras personalizados para cubículos y puertas de canaletas
- Puertas de acero reforzado

Todo proveedor que afirme tener un centro de control de motores con confinamiento de arco debe:

- Ser capaz de obtener un certificado de prueba de terceros que certifique los resultados para un voltaje específico, una corriente disponible y una duración determinada. Muchos competidores no indican estos valores porque son inferiores a los que suelen utilizarse en las aplicaciones.
- Llevar a cabo pruebas en varios puntos del MCC (unidades, compartimentos de bus, canaletas, etc.). Muchos competidores solo realizan pruebas en los puntos de bus vertical, que son unos de los puntos donde es más fácil pasar las pruebas
- Cumplir la norma IEC/TR 61641 completa (partes 1-7).



Pruebas de puntos de ignición de IEC/TR 61641

Criterios de prueba

Se pasa IEC/TR 61641 cuando se cumplen los siguientes criterios.

1. Las puertas, cubiertas, etc., correctamente sujetas no se abren
2. Las piezas (del ensamblaje) que pueden causar daños no se desprenden
3. La generación de arcos no ocasiona que aparezcan agujeros en las piezas externas de libre acceso del envoltente como resultado de quemaduras y otros efectos
4. Los indicadores dispuestos verticalmente no se incendian
5. El circuito de protección de las piezas accesibles del envoltente conserva su eficacia
6. El ensamblaje es capaz de confinar el arco a la zona definida donde se origina y el arco no se propaga a otras zonas del ensamblaje

La protección del ensamblaje se consigue cuando se cumplen los criterios 1-6.

El criterio 7 se aplica cuando el ensamblaje debe ser adecuado para una operación continua limitada.

7. Tras solucionar el fallo o después del aislamiento o el desmontaje de las unidades funcionales afectadas en la zona definida, es posible la operación de emergencia del ensamblaje restante. Esto se verifica mediante una prueba dieléctrica con un valor de 1.5 veces el voltaje de funcionamiento nominal durante 1 minuto.

Certificación sísmica

En todo el mundo se producen terremotos que ocasionan cientos de muertes y considerables daños a estructuras, edificios y equipos. Los gobiernos han revisado los códigos de construcción para imponer un mejor diseño sísmico a fin de poder reanudar las operaciones en instalaciones de emergencia en estas situaciones. Estos cambios no solo afectan los edificios, sino también los equipos eléctricos y mecánicos.

Rockwell Automation ha actuado en consecuencia realizando pruebas de simulación sísmica en el centro de control de motores CENTERLINE 2500. Este MCC está calificado mediante pruebas sísmicas dinámicas (pruebas de multifrecuencia triaxial) utilizando los criterios de aceptación de AC 156 de 2010 para certificación sísmica de mesa vibratoria de componentes no estructurales (AC 156), según el Servicio de Evaluación del Consejo Internacional de Códigos (ICC-ES). El criterio de aceptación de AC 156 cubre los equipos generales y contempla la certificación sísmica de sistemas eléctricos.

Las pruebas se realizaron en presencia de un tercero de acuerdo con los criterios de AC 156 y tiene en cuenta los datos para la calificación del Código Internacional de Construcción de 2006 y 2009, el Consejo Internacional de Códigos, el Código Uniforme de Construcción (UBC) de 1997, zona 4, y requiere la norma ASCE, SEI/ASCE 7-5 y 7-10 (SEI/ASCE), Cargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras, según la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.

El rango de las pruebas ICC-ES AC 156 examinadas (condiciones cumplidas y superadas) se indica en la siguiente tabla.

Las unidades de MCC CENTERLINE 2500 demostraron su conformidad con lo siguiente:

- Nivel g de 100% del Código Uniforme de Construcción de 1997 (UBC) zona 4 (la zona UBC máxima)
- Nivel g de 100% del Código Uniforme de Construcción de 2009 (IBC), (SEI/ASCE: SDS 1.5 g a 5 Hz y SD 1.2 g a 1 Hz) cuando se somete a un terremoto UBC de zona 4 o el evento sísmico de IBC

Durante todas las pruebas sísmicas, las unidades de MCC estaban conectadas a la alimentación eléctrica y se utilizaron antes, durante y después de las pruebas sísmicas. Para conseguir la resistencia sísmica UBC o IBC, cada grupo de MCC CENTERLINE 2500 individual debe montarse sobre una base sísmica adecuada. Todas las columnas del grupo de MCC también deben empernarse unas con otras según los requisitos establecidos en este manual de instrucciones.

En el grupo de MCC CENTERLINE 2500, los canales de montaje se han incorporado en el diseño estándar. Como alternativa al anclaje mediante pernos, estos canales de montaje pueden soldarse a una base sísmica adecuada.



Criterios de prueba	Sps ⁽¹⁾ (g)	z/h ⁽¹⁾	Horizontal			Vertical			rp/lp
			AFLEX ⁽¹⁾	ARIG ⁽¹⁾	AFLEX/ARIG	AFLEX ⁽¹⁾	ARIG ⁽¹⁾	AFLEX/ARIG	
ICC-ES-AC156	1.0	1.0	1.6	1.2	1.33	0.67	0.27	2.5	1.0
ICC-ES-AC156	1.5	1.0	2.4	1.8	1.33	1.005	0.402	2.5	1.0

(1) El equipo está calificado según los valores de Sps y z/h indicados. La calificación puede ser válida para valores superiores de Sps cuando z/h sea menor que 1.0.

Fuga y separación

Comprender y calcular las distancias mínimas de aislamiento del equipo puede ser fundamental y debe realizarse en las primeras fases del proceso de diseño. Puede utilizarse para contribuir a proteger el personal y las propiedades frente a los efectos de los voltajes eléctricos o del fallo funcional del equipo proporcionando un dimensionamiento adecuado de las distancias de separación y fuga en el equipo.

Descripción	Requisitos de IEC*	Pasó
Separación:		
Entre barras de bus	14 mm	✓
Entre barras de distribución	14 mm	✓
Distancia de fuga:		
Entre barras de bus	16 mm	✓
Entre barras de distribución	16 mm; voltaje de aislamiento nominal $U_i=690$ V	✓

*IEC 61439-2, párrafo 8.3.2

La separación es la distancia mínima entre dos piezas conductoras o entre una pieza conductora y la superficie que limita el equipo, medida a través del aire. La distancia de separación ayuda a evitar la ruptura dieléctrica entre los electrodos ocasionada por la ionización del aire. El nivel de ruptura dieléctrica resulta también influido por la humedad relativa, la temperatura y el grado de contaminación del ambiente.

La fuga es el trayecto mínimo entre dos piezas conductoras o entre una pieza conductora y la superficie a tierra del equipo, medida a lo largo de la superficie del aislamiento. Una distancia de fuga adecuada contribuye a proteger frente al encaminamiento eléctrico, un proceso que produce un trayecto parcialmente conductor de deterioro localizado en la superficie de un material aislante como consecuencia de descargas eléctricas. El grado de resistencia al encaminamiento eléctrico necesario depende principalmente de dos factores: el índice de resistencia al encaminamiento eléctrico (CTI) del material y el grado de contaminación del ambiente.



Conecte con nosotros.

Allen-Bradley, CENTERLINE, Integrated Architecture, IntelliCENTER, Listen. Think. Solve., PartnerNetwork y Rockwell Software son marcas comerciales de Rockwell Automation, Inc. Las marcas comerciales que no pertenecen a Rockwell Automation son propiedad de sus respectivas empresas.

www.rockwellautomation.com

Oficinas corporativas de soluciones de potencia, control e información

Américas: Rockwell Automation, 1201 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-2496 USA, Tel.: (1) 414.382.2000, Fax: (1) 414.382.4444

Europa/Medio Oriente/África: Rockwell Automation NV, Pegasus Park, De Kleetlaan 12a, 1831 Diegem, Bélgica, Tel.: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Asia-Pacífico: Rockwell Automation, Level 14, Core F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, Tel.: (852) 2887 4788, Fax: (852) 2508 1846

Argentina: Rockwell Automation S.A., Alem 1050, 5° Piso, CP 1001AAS, Capital Federal, Buenos Aires, Tel.: (54) 11.5554.4000, Fax: (54) 11.5554.4040, www.rockwellautomation.com.ar

Chile: Rockwell Automation Chile S.A., Luis Thayer Ojeda 166, Piso 6, Providencia, Santiago, Tel.: (56) 2.290.0700, Fax: (56) 2.290.0707, www.rockwellautomation.cl

Colombia: Rockwell Automation S.A., Edif. North Point, Carrera 7 N° 156 – 78 Piso 18, PBX: (57) 1.649.96.00 Fax: (57) 649.96.15, www.rockwellautomation.com.co

España: Rockwell Automation S.A., C/ Josep Plà, 101-105, 08019 Barcelona, Tel.: (34) 932.959.000, Fax: (34) 932.959.001, www.rockwellautomation.es

México: Rockwell Automation S.A. de C.V., Bosques de Cierulos N° 160, Col. Bosques de Las Lomas, C.P. 11700 México, D.F., Tel.: (52) 55.5246.2000, Fax: (52) 55.5251.1169, www.rockwellautomation.com.mx

Perú: Rockwell Automation S.A., Av. Víctor Andrés Belaunde N°147, Torre 12, Of. 102 – San Isidro Lima, Perú, Tel.: (511) 441.59.00, Fax: (511) 222.29.87, www.rockwellautomation.com.pe

Puerto Rico: Rockwell Automation Inc., Calle 1, Metro Office # 6, Suite 304, Metro Office Park, Guaynabo, Puerto Rico 00968, Tel.: (1) 787.300.6200, Fax: (1) 787.706.3939, www.rockwellautomation.com.pr

Venezuela: Rockwell Automation S.A., Edif. Allen-Bradley, Av. González Rincones, Zona Industrial La Trinidad, Caracas 1080, Tel.: (58) 212.949.0611, Fax: (58) 212.943.3955, www.rockwellautomation.com.ve