# TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO INALÁMBRICO EN SISTEMA DE SEGURIDAD EN ATRACCIÓN MECÁNICA.

## Informe de Residencia Profesional

Presenta
Celis Martínez Naylea Jasibet

Coacalco de Berriozábal, 01 del 2024

# Agradecimientos

Agradezco a la niña que fui y que habita en mi por la valentía, empeño, disciplina y dedicación que mantuve a pesar de que, a mitad del camino, estuve a punto de rendirme y hoy se cumple un sueño.

A mis padres que estuvieron presentes con su motivación y apoyo para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Con su amor y sabiduría me impulsaron a nunca rendirme por más complicado y largo que el camino parezca.

A mis asesores, que fueron parte de este camino universitario, por transmitir sus conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ellos, quienes, con pasión y dedicación por la enseñanza, día con día, me alentaron a continuar.

Por último, a la universidad, a esta casa de estudios que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido crecer profesionalmente y prepararme para el mundo laboral. Agradezco a cada directivo por su trabajo y gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender.

# Resumen

En el presente documento se desarrollará un sistema de monitoreo inalámbrico de seguridad que se propone aplicar en atracción mecánica dentro de un parque de diversiones haciendo uso de un sistema de interfaz HMI.

La implementación de la tecnología Wireless en dispositivos inalámbricos pretende solucionar el tiempo de demora en el monitoreo de sistemas de seguridad, la detección de fallas y el proceso de revisión en el juego conlleva un protocolo que demora alrededor de 30 minutos ejecutarlo, lo que afecta la experiencia de los visitantes.

# ÍNDICE


Agradecimientos ..... 2
Resumen ..... 3
Índice de ilustraciones. ..... 6
GENERALIDADES DEL PROYECTO ..... 8
Introducción ..... 9
Descripción de la empresa ..... 10
Misión. ..... 10
Visión. ..... 10
Problema a resolver. ..... 13
Objetivos. ..... 14
Objetivo general ..... 14
Objetivos específicos ..... 14
Justificación ..... 15
CAPÍTULO II ..... 16
MARCO TEÓRICO. ..... 16
Antecedente de fallas en juego mecánico ..... 17
Protocolo de seguridad en el parque de diversiones ..... 18
Interfaz HMI. ..... 19
Estructura general del software HMI ..... 20
Funciones de un Software HMI ..... 21
Clasificación de interfaz HMI según la conexión del proceso ..... 22
Interfaz de conexión con el proceso ..... 22
Características de interfaz HMI implementada en el sistema de seguridad para atracción mecánica ..... 25
Programación TX 700 vía software CODESYS. ..... 28
Protocolos de comunicación de TX700. ..... 28
Configuración de dashboard en CODESYS ..... 29
Wireless. ..... 31
Bloques de Construcción de Redes ..... 31
Topologías Comunes de Red. ..... 32
Configuración de Red ..... 34
Direccionamiento ..... 34

Mover mensajes alrededor de la red. ..... 35
Sensores de identificación por radiofrecuencia (RFID). ..... 36
Tipos de etiquetas RFID ..... 37
Aplicaciones ..... 37
Sistema SureCross. ..... 38
Equipo implementado en sistema de seguridad en atracción mecánica. ..... 39
Controlador inalámbrico DXM. ..... 39
Radio inalámbrico DX80. ..... 40
Sensor RFID ..... 41
CAPÍTULO III ..... 43
DESARROLLO ..... 43
Interfaz HMI ..... 48
CAPÍTULO IV ..... 54
RESULTADOS ..... 54
Prueba de cinturones ..... 55
Conclusiones. ..... 56
Competencias desarrolladas. ..... 57
Perfil de egreso. ..... 57
Atributos de egreso. ..... 57
Fuentes de información ..... 59
Anexos ..... 61
ANEXO1: Serie HMI/PLC TX700 ..... 61
ANEXO 2.DXM700-B1 and B2 Wireless Controller Datasheet ..... 69
ANEXO 3. DATASHEET DXM80 ..... 77
ANEXO 4. DATASHEET SENSOR RFID ..... 91
Anexo 5. Manual de seguridad para visitantes del parque ..... 92

# Índice de ilustraciones.

Ilustración 1 Organigrama de ECOSY ENGINEERING S.A. DE C.V ..... 10
Ilustración 2. Publicación vía red social del incidente. ..... 17
Ilustración 3 Estructura de sistema HMI ..... 19
Ilustración 4 Ejemplo de red HMI ..... 20
Ilustración 5 Estructura de software en interfaz HMI ..... 21
Ilustración 6 Circuito de interfaz típico alimentado en continua de un sensor electrónico todo o nada (señal discreta) con salida del tipo relé con aislamiento galvánico en el que el diodo se alimenta con la fuente de alimentación del HMI ..... 23
Ilustración 7 Interfaz de entrada en continua de sensores con salida tipo relé, en la que el terminal común es el negativo de la fuente de alimentación auxiliar ..... 24
Ilustración 8 Interfaz de entrada en continua de sensores con salida de tipo relé, en la que el terminal común es el positivo de la fuente de alimentación ..... 24
Ilustración 9 Ejemplo de aplicación para interfaz TX 700 en banda transportadora por rodillo ..... 25
Ilustración 10 Aplicación en sistema por control de bombas. ..... 26
Ilustración 11 Ejemplo de zona compacta para dosificadoras. ..... 27
Ilustración 12 Lenguajes de programación disponibles en CODESYS. ..... 28
Ilustración 13 Captura de pantalla donde se ejemplifican herramientas disponibles en el software CODESYS. ..... 30
Ilustración 14 Topología de red ..... 33
Ilustración 15 Interruptor giratorio para asignación de ID por nodo ..... 34
Ilustración 16 Configuración maestro - esclavo de red ..... 35
Ilustración 17 Ejemplo de etiquetas RFID ..... 36
Ilustración 18 Comunicación de etiquetas RFID con lectores y sistemas informáticos ..... 37
Ilustración 19 sure cross Wireless ..... 38
Ilustración 20 Controlador Wireless DXM700-B1R2 ..... 40
Ilustración 21 Radio inalámbrico DX80 ..... 41
Ilustración 22 Sensor RFDI banner ..... 42
Ilustración 23 Resultados Personales Ing. Naylea J. Celis ..... 45
Ilustración 24 Elemento actuador de cinturón ..... 46
Ilustración 25 Hebilla de cinturón ..... 46
Ilustración 26 Tren donde se realizaron las pruebas ..... 47
Ilustración 27 Vagón número 1 ..... 47
Ilustración 28 Posición recomendada para repetidor ..... 48
Ilustración 29 Menú principal. ..... 49
Ilustración 30 Menú secundario ..... 49
Ilustración 31 Esquema de funcionamiento del proyecto ..... 50

# Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de las interfaces de conexión HMI con un proceso ..... 22
Tabla 2 Protocolos de comunicación disponibles en HMI TX700 ..... 29
Tabla 3 Dashboard disponibles en CODESYS, recuperado de ficha técnica TX 700, ..... 30
Tabla 4 Plan de trabajo ..... 44
Tabla 5 Propuesta económica A ..... 52
Tabla 6 Propuesta económica B ..... 53

# CAPÍTULO I

# GENERALIDADES DEL PROYECTO

# Introducción.

Actualmente, para establecer una comunicación entre dos puntos se pueden emplear, en primera instancia, dos alternativas: una conexión alámbrica o inalámbrica. Cada opción tiene sus ventajas y sus inconvenientes, la elección depende de la aplicación concreta.

Sin embargo, desde hace tiempo, la alternativa más común para realizar una comunicación entre un origen y un destino ha sido el cable; ejemplos como el hilo de cobre, la línea de transmisión, el coaxial o la fibra óptica resultan familiares.

Aunque actualmente la transmisión por cable sigue siendo usada, la alternativa de transmisión inalámbrica se está implementando en mayor número de aplicaciones y es una solución cada vez más común.

En el presente proyecto se refiere al tema de la implementación de un sistema de monitoreo inalámbrico para mejorar la seguridad de los usuarios en atracciones mecánicas, se busca optimizar el tiempo de respuesta entre el operador de alguna atracción mecánica y el sistema físico de seguridad, en este caso, los cinturones que usa el visitante.

Este tiene muchos beneficios, como la capacidad de reducir el tiempo de protocolo de revisión, que ronda alrededor de los 30 minutos de revisión. También puede ayudar a prevenir daños costosos causados por mala sujeción entre cinturones, fallas mecánicas o accidentes en los usuarios.

# Descripción de la empresa.

ECOSY ENGINEERING S.A. DE C.V.

**Cuautitlán Izcalli, Estado de México.**

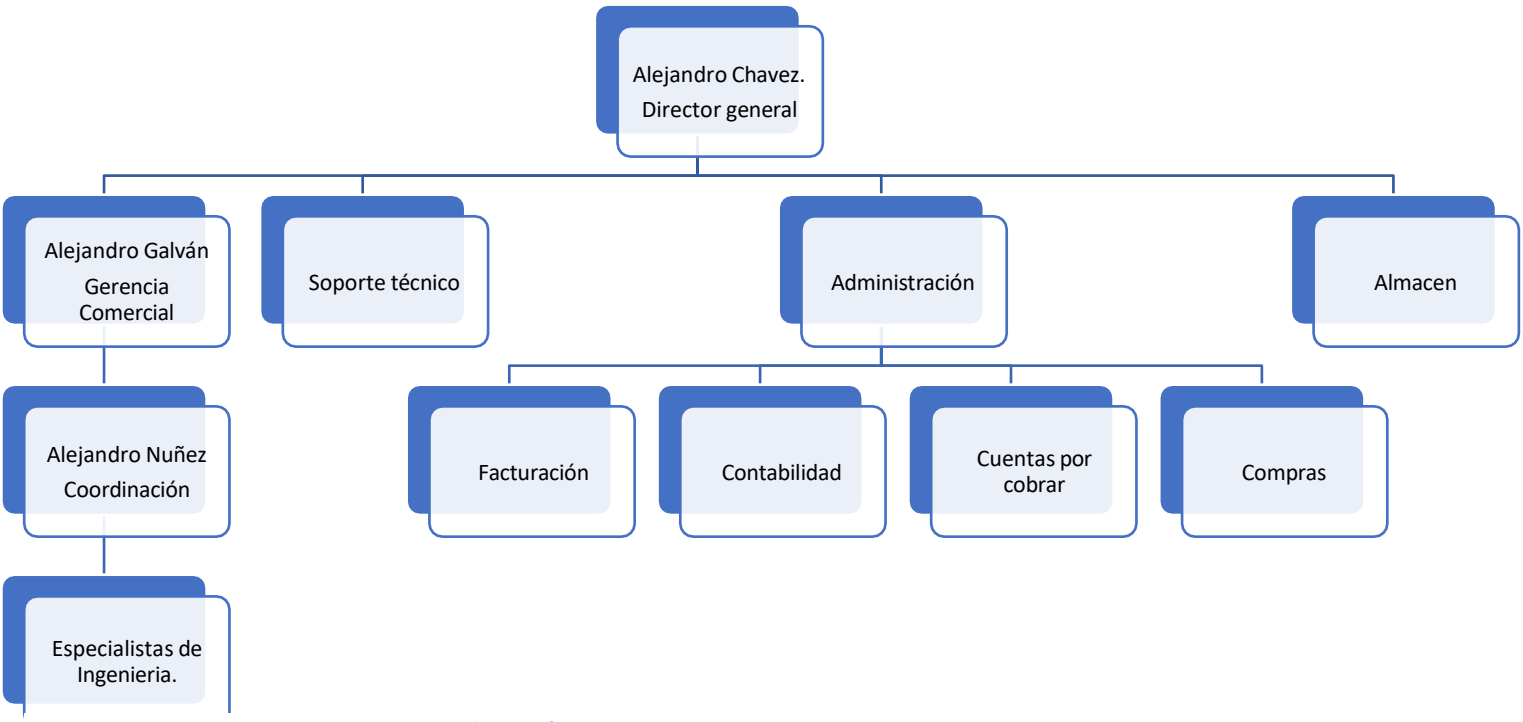



*Ilustración 1 Organigrama de ECOSY ENGINEERING S.A. DE C.V.*

**Sector productivo de la empresa:**

Comercial Privado

Misión.

Contribuir al cumplimiento de los objetivos de nuestros clientes a través del suministro en tiempo y forma de los productos y servicios que ofrecemos, promoviendo siempre tecnologías y soluciones innovadoras.

Visión.

Ser la empresa líder, elegida por nuestros clientes como proveedor, estableciendo así relaciones estrechas cliente-proveedor de largo plazo, en el campo del control y la automatización. Siendo Ecosy Engineering, S.A. de C.V. reconocida porsu calidad humana, profesionalismo y honestidad.






# Breve historia de la empresa.

ECOSY ENGINEERING, S.A. DE C.V. inicia operaciones en diciembre de 2012 con el objetivo de ofrecer a las empresas mexicanas soluciones en Automatización y Control de procesos industriales, con productos y servicios de alta calidad. Somos distribuidores autorizados de marcas con prestigio internacional en el sector industrial, como son: SMC, BANNER, DONALDSON, TURCK, OMRON

Actualmente cuenta con las siguientes áreas; ventas, administración, finanzas, atención a clientes, ingeniería, diseño y almacén. Nuestra ubicación, en Cuautitlán Izcalli, es un punto estratégico y cercano a zonas industriales, como; Cuautitlán Izcalli, Tlalnepantla, Naucalpan, Vallejo y el corredor industrial México-Querétaro, entre otras.

A lo largo de estos años se desarrolla en la integración de dispositivos de fabricación utilizando diversas tecnologías, y es por la experiencia obtenida, ofrecen la garantía de que cumplirán con los requerimientos técnicos que las industrias necesitan. 5 marcas de prestigio a nivel mundial en el sector industrial son respaldo; SMC, BANNER, TURCK, DONLDSON y OMRON. Cada uno de los especialistas en ingeniería recibe de éstas una constante capacitación técnica.

# Problema a resolver.

Los parques de diversiones no siempre brindan las mejores experiencias a los usuarios. Una falla en los juegos mecánicos puede convertir el momento en una tragedia, y en el peor de los casos desemboca en un accidente.

Fue en la década de los años 80 cuando este tipo de atracciones ganaron popularidad y algunas de ellas, como la Rueda de la Fortuna o la Montaña Rusa, son de las predilectas de algunos usuarios.

A lo largo de estos últimos meses en diversas partes del mundo, han existido fallas mecánicas en estos juegos, uno de los casos más alarmantes sucedió en el juego “The Lumberjack ride”, del parque Canada's Wonderland, ubicado en Ohio, dejó suspendidos en el aire a sus pasajeros.

La atracción se detuvo justo en el momento en que los tripulantes se encontraban de cabeza y en el punto más elevado. Sin imaginarlo, pasaron más de 40 minutos en espera. (El Universal, 2023).

Por otra parte, el 30 de septiembre de 2023, sucedió otra falla mecánica en la feria municipal de Coacalco, donde 22 usuarios estuvieron suspendidos en la parte más alta de la atracción mecánica, el tiempo de espera para el rescate fue aproximadamente de 30 minutos. (SDP noticias, 2023)

Es por estos sucesos y muchos más, que surge la necesidad de optimizar los tiempos de revisión en los sistemas de seguridad y así tener la posibilidad de accionar en el momento preciso, evitando un accidente irreversible.

# Objetivos.

## Objetivo general.

Monitorear el cierre seguro en los cinturones de seguridad de los trenes de la atracción garantizando la seguridad de los visitantes.

## Objetivos específicos.

- Disminuir los tiempos de protocolo para la revisión del tren en caso de paro del juego.
- Permitir al personal encargado del juego detectar la falla de manera remota.
- Crear dashboard para recolección de datos en tiempo real.

# Justificación.

La tecnología Wireless, está creciendo de forma abrupta, su impacto no solo es en procesos industriales o personales, esta tecnología puede ser implementada en actividades recreativas y a su vez, otorgar seguridad en el envió de datos a una interfaz HMI.

Utilizando los beneficios de esta tecnología, los parques de diversiones también se pueden incluir en la cuarta revolución industrial (I4.0).

En temas de seguridad, se busca garantizar la integridad de los visitantes durante todo el recorrido y en caso de detectar la apertura de un cinturón de seguridad, se envié una señal de paro inmediatamente.

# CAPÍTULO II
# MARCO TEÓRICO.

# Antecedente de fallas en juego mecánico.

La principal causa para el desarrollo de este proyecto surge desde un suceso ocurrido el pasado 30 de abril de 2023. Donde el periódico “El universal” redacta los hechos. A continuación, se menciona el artículo publicado con el encabezado **"Superman" de Six Flags: Estas son las veces que ha fallado el juego mecánico.**

La periodista Fernanda Ortiz Hernández (2023), redacta en su artículo que "Superman: El Último Escape" causó pánico tras quedarse varado en el punto más alto de su recorrido. Decenas de visitantes permanecieron suspendidos por alrededor de 30 minutos a causa de una “falla”.

Por medio de redes sociales se difundieron varios videos sobre el suceso. En la imagen se aprecia a los usuarios que estaban a bordo del carro mecánico. (Ilustración 2)




*Ilustración 2. Publicación vía red social del incidente.*

# Protocolo de seguridad en el parque de diversiones.

Por protocolo confidencial interno del parque de diversiones, no es posible compartir el documento total, sin embargo, por indicación de jefatura en mantenimiento, solo se indica a continuación el procedimiento de seguridad implementado:

1. Detección de falla en sistema de control.

2. Activación de señal de alarma.

3. Detención total del juego en punto de emergencia (Bloque de frenado sección A, B o C según corresponda).

4. Aviso a departamento de seguridad de paro de juego mecánico.

5. Departamento de seguridad genera reporte de falla.

6. Departamento de seguridad procede a la liberación de accesos restringidos.

7. Personal a cargo de la atracción en turno procede a la colocación de tarjeta de seguridad en el centro de control.

8. Personal de mantenimiento accede a punto de frenado de emergencia (Bloque A, B o C) para la verificación visual del estado de las barras y cinturones de seguridad.

9A. En caso de encontrar en estado de "Cerrado" barras y/o cinturones de seguridad, los asistentes permanecerán en el tren para terminar ciclo del juego.

9B. En caso de encontrar en estado "Abierto" barras y/o cinturones de seguridad, se procede a la evacuación de los asistentes por medio de las escaleras de emergencia de manera ordenada comenzando del último al primer carro del tren.

10. Personal de mantenimiento da aviso a departamento de seguridad que ha finalizado la inspección y solicita el cierre de accesos restringidos.

11. Encargado de atracción retira tarjeta de seguridad del centro de control y procede a terminar ciclo de tren.

Para más información, en el apartado anexos, se adjunta los protocolos de seguridad públicos para el parque (ANEXO 5)

# Interfaz HMI.

De acuerdo con (Cobo, 2015) HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces piloos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

El sistema está compuesto por un software y por diferentes hardware de señales de entrada y salida, pantallas interfaces entre el hombre y las máquinas (HMI), bases de datos, redes, comunicaciones y controladores, como se muestra en la ilustración 3.

En el sistema se captura toda la información del proceso de producción, se visualiza en tiempo real el estado de las máquinas y dispositivos, se realizan análisis y mediciones, se obtienen alarmas configuradas, se pueden realizar gráficos con los datos obtenidos y mucho más

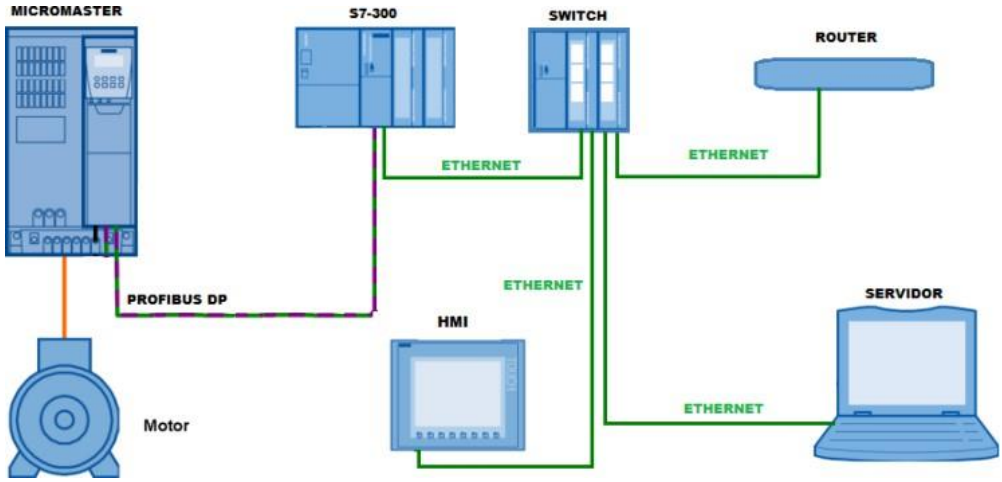



*Ilustración 3 Estructura de sistema HMI*

Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC’s (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades

remotas de I/O) o Drives (Variadores de velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI. Estandarizando el lenguaje de comunicación, como se ejemplifica en la ilustración 4.

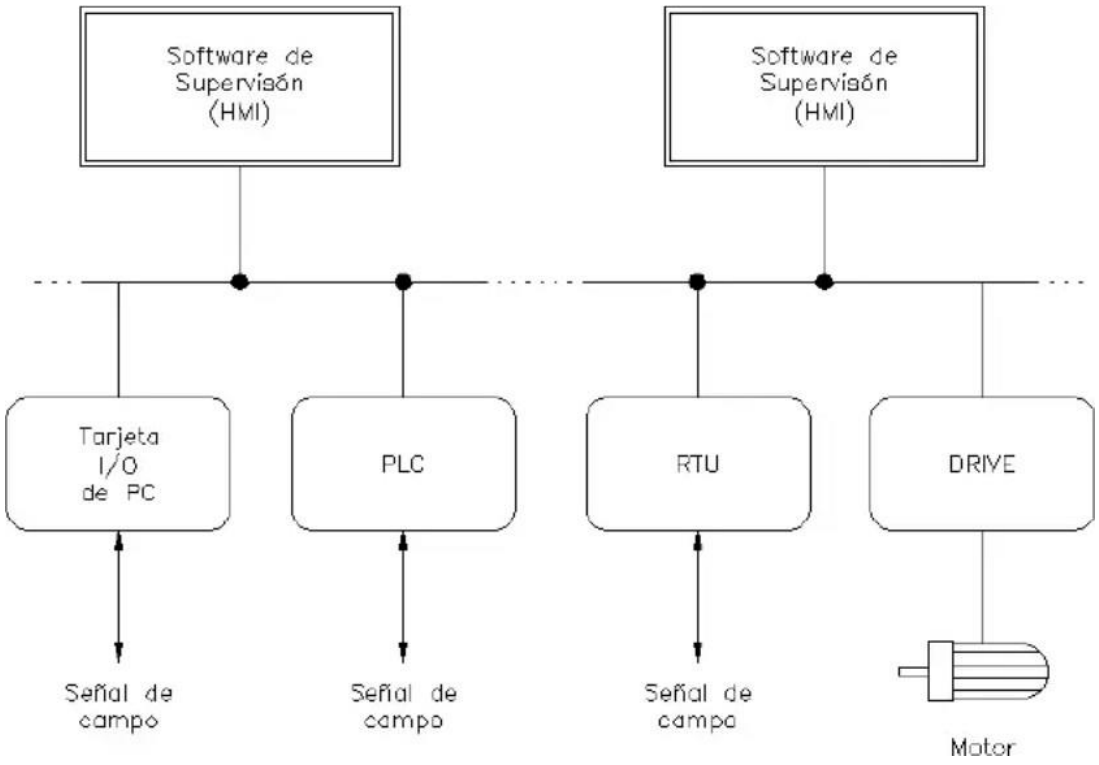



*Ilustración 4 Ejemplo de red HMI*

## Estructura general del software HMI.

Los softwares HMI están compuestos por un conjunto de programas y archivos. Hay programas para diseño y configuración del sistema y otros que son el motor mismo del sistema.

En la figura siguiente (Ilustración 5), se muestra cómo funcionan algunos de los programas y archivos más importantes. Los rectángulos de la figura representan programas y las elipses representan archivos.

Los programas que están con recuadro simple representan programas de diseño o configuración del sistema; los que tienen doble recuadro representan programas que son el motor del HMI.

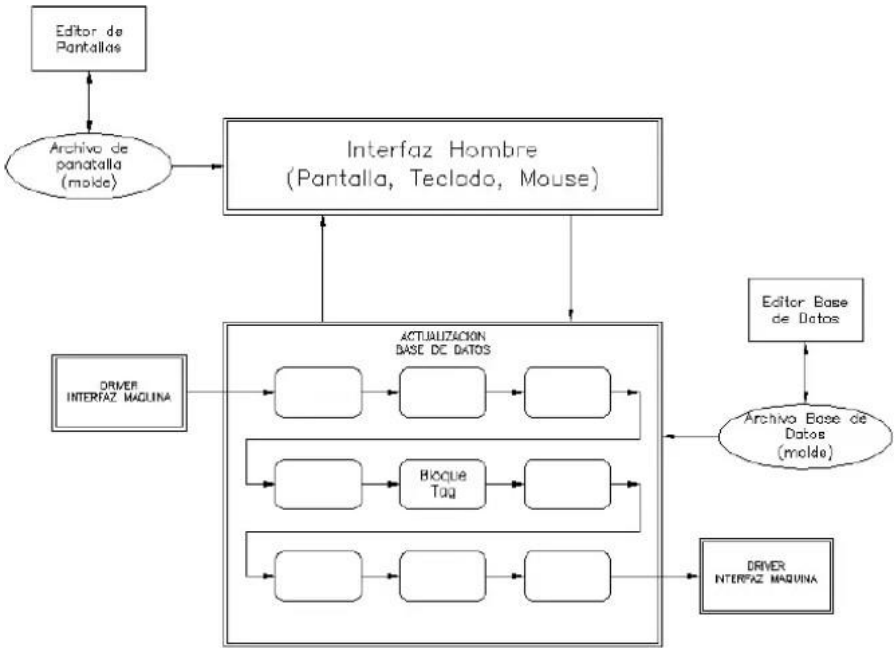



*Ilustración 5 Estructura de software en interfaz HMI*

Con los programas de diseño, como el "editor de pantallas" se crea moldes de pantallas para visualización de datos del proceso. Estos moldes son guardados en archivos "Archivo de pantalla" y almacenan la forma como serán visualizados los datos en las pantallas.

## Funciones de un Software HMI

- Monitoreo. Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- Supervisión. Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

- Alarmas. Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- Control. Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo, la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- Históricos. Es la capacidad de mostrar y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

# Clasificación de interfaz HMI según la conexión del proceso.

Marcos, Fernández, Armesto, define en su libro "Autómatas Programables y Sistemas de Automatización" (2009), que el conjunto de elementos que llevan a cabo las demás tareas constituye el interfaz de conexión HMI.

En los apartados siguientes se mencionan los diferentes tipos de interfaces, sin embargo, se estudiará el tipo de variables discretas, que será el equipo implementado en el presente proyecto.

## Interfaz de conexión con el proceso.

La interfaz de conexión con el proceso esta asociada a los dos conceptos principales siguientes (Tabla 1):

| **Interfaces de conexión con el proceso** | |
|---|---|
| **Según la función que realiza** | **Según la distancia** |
| Interfaces de aplicación general:<br>• Interfaces de variables discretas.<br>• Interfaces de variables analógicas. | Interfaces de entrada/salida concentrada o local |
| Interfaces de aplicación especifica | Interfaces de entrada/salida remota. |

*Tabla 1 Clasificación de las interfaces de conexión HMI con un proceso*

- La función que realiza la interfaz.
- La distancia entre el HMI y el medio de conexión entre sensores y actuadores.

Según la función que realizan las interfaces puede ser de dos tipos:

- *Interfaces de aplicación general*

  Las interfaces de aplicación general tienen como misiono acoplar las variables de entrada o de salida, tanto digitales como analógicas, y a su estudio se dedica el siguiente apartado.

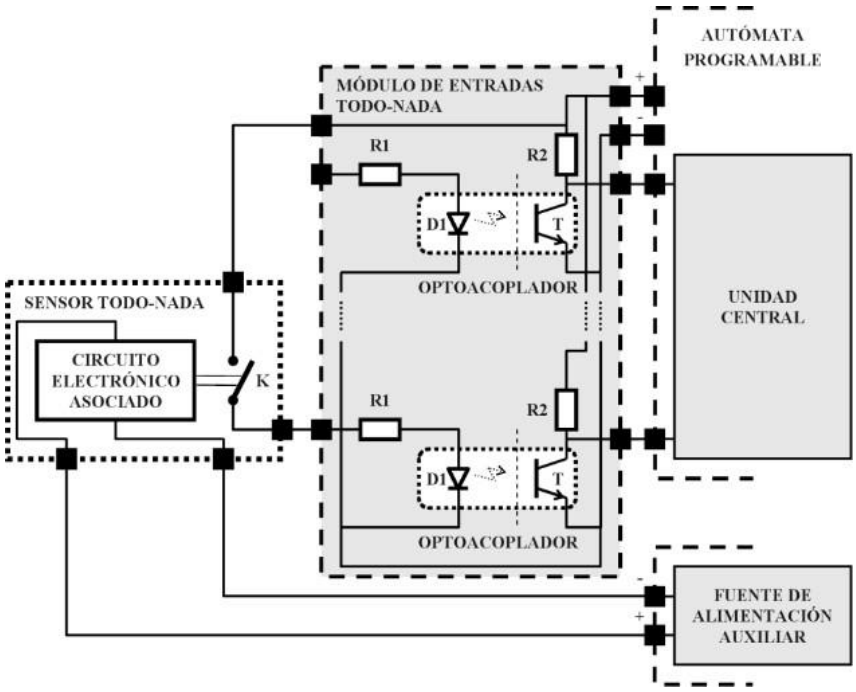



*Ilustración 6 Circuito de interfaz típico alimentado en continua de un sensor electrónico todo o nada (señal discreta) con salida del tipo relé con aislamiento galvánico en el que el diodo se alimenta con la fuente de alimentación del HMI.*

Tal como se indica en el apartado anterior, las interfaces de variables discretas (todo-nada), se agrupan en módulos de entrada que poseen una alimentación única, (Ilustración 6). Según que el terminal común de todas las interfaces de un módulo se conecte al positivo o al negativo de la fuente de alimentación de continua se pueden distinguir dos tipos de interfaces diferentes:

- Interfaces de entrada en las que la terminal común está conectado al negativo de la fuente de alimentación (Ilustración 7)
- Interfaces de entrada en las que el terminal común está conectado al positivo de la fuente de alimentación (Ilustración 8)

La tensión de alimentación habitual de este tipo de interfaces es de 24v.

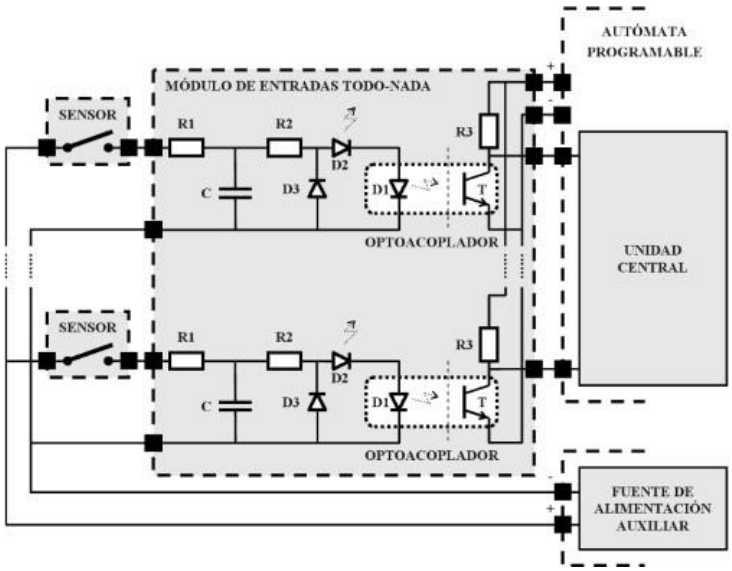



*Ilustración 7 Interfaz de entrada en continua de sensores con salida tipo relé, en la que el terminal común es el negativo de la fuente de alimentación auxiliar.*

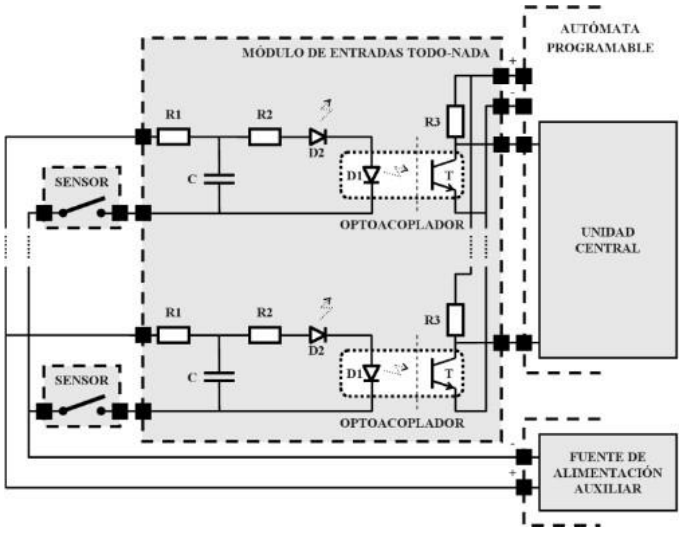



*Ilustración 8 Interfaz de entrada en continua de sensores con salida de tipo relé, en la que el terminal común es el positivo de la fuente de alimentación.*

## Características de interfaz HMI implementada en el sistema de seguridad para atracción mecánica.

Los campos de aplicación y posibilidades de aplicación de la interfaz TX perteneciente a la compañía TURCK, se encuentran en la tecnología de automatización, donde es necesario supervisar y controlar procesos. Los siguientes cuatro ejemplos muestran una sección transversal de aplicaciones típicas.

### Logística

Los centros logísticos ofrecen una amplia gama de posibilidades de aplicación para dispositivos HMI y HMI/PLC, desde el centro de embalaje y distribución hasta el control de rampas de carga, bandas transportadoras (véase ilustración 9) y puertas enrollables. Las condiciones y peligros importantes pueden hacerse claramente visibles para los empleados de forma flexible y dinámica, por ejemplo, mediante símbolos parpadeantes o cambios de color.

Los procesos de trabajo paso a paso se pueden ilustrar visualmente mediante una secuencia de imágenes o dibujos. La visualización de archivos PDF o vídeos son otras opciones para lograr y garantizar una calidad continua en los procesos de trabajo.



*Ilustración 9 Ejemplo de aplicación para interfaz TX 700 en banda transportadora por rodillo.*

**Sistemas y montajes.**

Muchas máquinas y conjuntos, como los controles de bombas (ilustración 10), todavía se controlan y operan de la manera tradicional mediante interruptores, botones y luces indicadoras. Los paneles HMI/PLC modernos y compactos también ofrecen un valor añadido.

En primer lugar, se pueden representar de forma estructurada datos de funcionamiento como presiones, contadores horarios o intervalos de mantenimiento. En segundo lugar, la administración de usuarios permite poner diferentes vistas e información a disposición de distintos grupos de usuarios, como por ejemplo personal operativo o técnicos de servicio. Además, los parámetros se pueden ajustar libremente o dentro de rangos específicos en cualquier momento.



*Ilustración 10 Aplicación en sistema por control de bombas.*

**Máquinas compactas**

Otros tipos de máquinas más pequeñas son, por ejemplo, mezcladoras, dosificadoras o unidades agitadoras (ilustración 11).

Estos ajustes también se pueden registrar de forma transparente en combinación con una administración de usuarios. Para este tipo de aplicación, están disponibles objetos y widgets predefinidos como el "Audit Trail". Además del software, estas aplicaciones suelen necesitar

también hardware. Hay disponibles variantes especiales con frontal de acero inoxidable, que cumplen con el grado de protección hasta IP69.



*Ilustración 11 Ejemplo de zona compacta para dosificadoras.*

**Modularización**

La tendencia hacia la modularización de máquinas e instalaciones ayuda al fabricante de máquinas a estandarizar las piezas de la planta. Se crea así un kit de módulos independientes y extensiones o funciones opcionales, a partir del cual el usuario puede armar de manera flexible una configuración que se adapte a sus necesidades.

Si los módulos individuales o las partes del sistema requieren un HMI o HMI/PLC, o si deben ser controlados por otros módulos, se puede decidir de forma flexible según el nivel de complejidad o, opcionalmente, a petición del cliente. Turck también ofrece PLC o controladores lógicos de campo opcionales sin su propia pantalla. La reducción de costes y el aumento de la eficiencia son sólo dos aspectos que resultan de la modularización de las máquinas.

## Programación TX 700 vía software CODESYS.

La funcionalidad de control incorporada se puede programar con CODESYS V3 según el estándar IEC 61131-3. El usuario puede seleccionar cualquiera de los lenguajes de programación estándar disponibles; LD, FBD, IL, ST, CFC y SFC.

Todos los protocolos Ethernet y de bus de campo compatibles se pueden configurar a través del software que permite una programación de PLC real orientada a objetos.

La siguiente figura (ilustración 12), muestra cuatro lenguajes de programación posibles:

- Arriba a la izquierda: diagrama de funciones secuenciales (SFC)
- Arriba a la derecha: diagrama de escalera (LD)
- Abajo a la izquierda: texto estructurado (ST)
- Abajo a la derecha: diagrama de bloques de funciones (FBD o FUP)

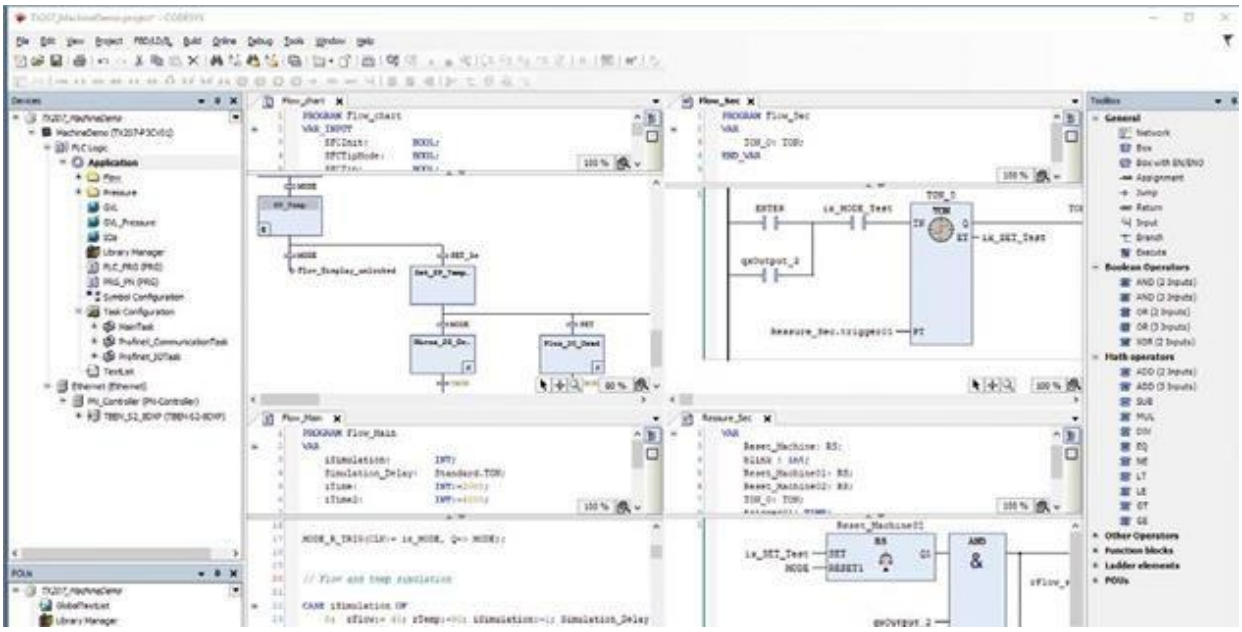


*Ilustración 12 Lenguajes de programación disponibles en CODESYS.*

## Protocolos de comunicación de TX700.

El controlador CODESYS admite las funciones maestra y esclava que se muestran en la tabla 2. El servidor CODESYS-Feature OPC-UA tiene licencia de uso en los paneles TX

HMI/PLC. Además, se puede programar libremente Ethernet TCP/IP o UDP/IP estándar o comunicación serie a través de RS232, RS485 o RS422

| Protocolo | Maestro | Esclavo |
|---|---|---|
| **Profinet** | Si | - |
| **Ethernet /IP** | Si | - |
| **EtherCat** | Si | - |
| **Modbus TCP** | Si | Si |
| **CANopen** | Si | - |
| **Modbus RTU** | Si | Si |

*Tabla 2 Protocolos de comunicación disponibles en HMI TX700*

## Configuración de dashboard en CODESYS

TargetVisu CODESYS.

TargetVisu es la visualización que se muestra y ejecuta localmente en la pantalla táctil de los paneles del operador TX. La integración del editor de visualización en el entorno de programación del PLC garantiza la máxima eficiencia al permitir que el programador del PLC cree la visualización en una herramienta mientras también programa el controlador.

WebVisu CODESYS.

WebVisu está construido de manera similar a TargetVisu. La variante de visualización basada en web permite el acceso remoto, la monitorización remota, así como el servicio y diagnóstico de una instalación únicamente con la ayuda de un navegador. De este modo, WebVisu se puede utilizar fácilmente, además de TargetVisu, en PC o dispositivos móviles.

Visualización interna.

Las páginas de visualización también se pueden realizar dentro del entorno de programación CODESYS. Esta es una característica particularmente útil en el contexto de la programación y la puesta en marcha. Las variables y los estados no sólo se pueden observar muy fácilmente,

sino que también se pueden manipular. Esto también se aplica a todas las páginas de visualización de TargetVisu y WebVisu.

En la ilustración 13 se puede visualizar un ejemplo de los menús y submenús disponibles para configuración de interfaz TX700.




*Ilustración 13 Captura de pantalla donde se ejemplifican herramientas disponibles en el software CODESYS.*

Las herramientas disponibles para programación y edición por dashboard dentro del software CODESYS se muestras en la tabla 3.

| Basic elements | General controls | Input options | Special controls | Practical controls | Animation possibilities |
|---|---|---|---|---|---|
| Rectangles | Buttons | Keys | Trace | Pointer instruments | Text display |
| Ellipses | Tables | Toggling | ActiveX elements | Lamps | Color change |
| Curves | Scroll bars | Picture change | Waiting symbols | Switch | Visible/invisible |
| Polygons | Slider | Mouse-over | Text editors | Potentiometer | Operable/inactive |
| Bitmaps | Loading bar | Function calls | – | Bar graphs | Shift |
| Buttons | Radio buttons | – | – | – | Resizing |
| Frames | Check boxes | – | – | – | Rotation |
| Bezier curves | – | – | – | – | Character properties |

*Tabla 3 Dashboard disponibles en CODESYS, recuperado de ficha técnica TX 700,*

La interfaz TX700 fue seleccionada por la flexibilidad que contiene el equipo al ser implementada en diversos sectores de la industria, convirtiéndose en un elemento confiable para la empresa donde se diseña el presente proyecto y por elección del ingeniero supervisor de la atracción mecánica.

Para mayor referencia del equipo, en el apartado anexos se integra el menú de configuración y ficha técnica de la interfaz TX700. ANEXO 1

# Wireless.

Wireless es un término usado para describir las comunicaciones en las cuales las ondas electromagnéticas llevan la señal sobre parte o toda la trayectoria de la comunicación, en lugar del cableado estructurado, que, tradicionalmente, servían de vía principal de esta información.

En general los sistemas Wireless:

- Son sencillos de implementar ya que no requieren programación y la configuración es mínima.
- Ahorran tiempo ya que su instalación es mucho más rápida que la del cableado convencional.
- Ahorra dinero ya que evita la costosa obra civil del cableado convencional, así como equipos y materiales de instalación.

Todos estamos familiarizados con las redes inalámbricas altamente conectadas, como las redes de telefonía móvil, pero las preocupaciones sobre la fiabilidad, el rendimiento y la seguridad han impedido que esta tecnología de redes clave llegue a la planta. En su lugar, la generación actual de productos inalámbricos utilizados en aplicaciones de automatización suele depender de pares transmisor/receptor simples, que no ofrecen una conexión avanzada.

Para aprovechar al máximo los productos inalámbricos, los ingenieros de automatización y procesos necesitan comprender cómo funcionan estos productos entre sí o con la red.

## Bloques de Construcción de Redes.

Todas las redes están construidas de bloques de construcción básicos. En las últimas dos décadas, los ingenieros de red han utilizado estos bloques básicos de construcción de redes para crear un flujo continuo de productos cada vez más fiables, rápidos y eficientes que han penetrado en muchos aspectos de la vida cotidiana.

Bloques de construcción en redes de sensores inalámbricos.

- El nodo es el bloque de construcción más básico de una red. Técnicamente, cada dispositivo de la red es un nodo, pero para este propósito un nodo es un dispositivo de red inalámbrica que contiene uno o más sensores y/o actuadores y una única radio. Cada radio en la red representa un solo nodo, aunque esa radio puede tener múltiples sensores.
- Un repetidor permite que las señales de radio viajen a distancias más largas, recibiendo la señal, aumentando la señal y luego repitiendo la señal en el lado del transmisor de la radio.
- Un enrutador actúa como una unión entre dos o más redes similares para permitir la transferencia de información entre ellos.
- Una pasarela es un nodo que interactúa con otra red que utiliza un protocolo diferente. Traduce la información en una forma que la otra red pueda entender.

## Topologías Comunes de Red.

La topología se refiere a cómo los nodos de una red están conectados. Las cuales son:

**Punto a punto** - La forma más básica de la red se llama punto a punto. Como su nombre indica, en esta red dos dispositivos están conectados entre sí.

**Bus** - En una red de bus, los nodos están conectados a través de una vía de comunicación común, llamada bus. En una red de buses, los dos métodos más comunes para decidir qué nodo puede enviar datos en un momento dado son Maestro/Esclavo y Sensor Portador, Acceso Múltiple (CSMA):

- En el método maestro/esclavo, un dispositivo en el bus es el maestro, y periódicamente contacta o examina los otros dispositivos—los esclavos. Modbus es el protocolo de red de bus maestro/esclavo preferido para redes desplegadas en grandes áreas o conectadas a una red cableada existente.
- En la estructura de bus CSMA, durante cada ciclo de temporización—a veces llamado una época— los dispositivos de la red se despiertan, perciben si pueden enviar un mensaje a la red y, de ser así, envíen su mensaje.

**Multipunto a punto** - Cuando muchos dispositivos están conectados a un único punto, por ejemplo, cuando varios nodos se conectan a una solo gateway, se llama multipunto a punto. Debido a su forma, esta red también se conoce como una red de hub y spoke, o una red en estrella. Una ventaja para una red en estrella es que cada nodo está conectado al gateway en su propia ruta de comunicaciones. Si la comunicación entre un nodo y el dispositivo maestro falla, el resto de la red no se ve afectada.

**Árbol** - Añadir un repetidor a la arquitectura básica de la estrella crea una topología de árbol. En el nivel más bajo están los nodos, denominados hojas. Su única función es transmitir información al siguiente nivel más alto. Los dispositivos de nivel medio son repetidores, y en la parte superior es el Gateway. En este diseño, si uno de los repetidores falla, la conexión entre los nodos y el Gateway se pierde.

**Malla** - Para mejorar la confiabilidad, los diseñadores de redes desarrollaron una arquitectura llamada malla. En una red de malla real, cada nodo tiene capacidades de enrutamiento limitadas y mantiene una conexión de red con al menos otros dos nodos. De esta forma, si un enlace se rompe, la información tiene una ruta alternativa al Gateway. El Gateway en este caso podría ser cualquier nodo en la red.

Cada topología es representada esquemáticamente, tal como se muestra en la ilustración 14.

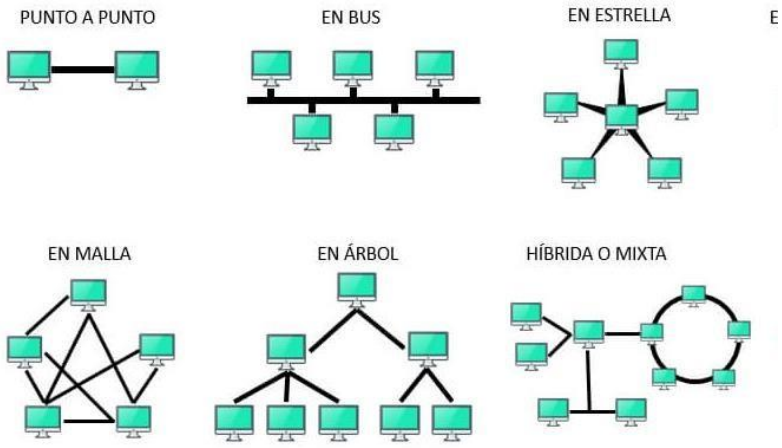



*Ilustración 14 Topología de red*

# Configuración de Red.

## Direccionamiento

Para recibir mensajes, cada nodo en una red debe tener una dirección única. La dirección se define cuando se crea la red— es decir, cuando se establecen los enlaces de radio entre nodos, repetidores y gateways.

Una red de sensores inalámbricos no requiere el tipo de esquema de direccionamiento dinámico complejo utilizado para Internet. En su lugar, puede utilizar un esquema de direccionamiento estático simple que se basa en dos conmutadores rotativos fácilmente accesibles:

- El interruptor giratorio izquierdo establece la ID de red, que es la dirección de nivel superior. Establece el patrón de saltos de radio que todos los nodos de esa ID de red específica utilizan para comunicarse con el gateway. Son posibles dieciséis identificadores de red, de 0 a 15.
- El conmutador giratorio derecho establece una dirección de dispositivo para el nodo. Puede tener un valor de 0 a 15.

Una red con dos conmutadores rotativos soporta 256 direcciones únicas, que son las posibles combinaciones de 16 ID de red y 16 direcciones de dispositivo. A continuación se muestra un ejemplo de interruptor giratorio para asignación de ID, (ilustración 15).



*Ilustración 15 Interruptor giratorio para asignación de ID por nodo*

# Mover mensajes alrededor de la red.

Para transmitir de forma confiable un mensaje, las redes eficientes regulan las comunicaciones entre dispositivos. En general, la mayoría de las redes soportan el concepto de maestro/esclavo, donde en cualquier momento un dispositivo en la red es el maestro que controla la red y el resto son esclavos que responden.

Un Gateway puede ser el maestro y todos los nodos esclavos, como se muestra en la ilustración 16. Alternativamente, si el Gateway está conectado a través de una computadora en red, esa computadora puede ser el maestro.

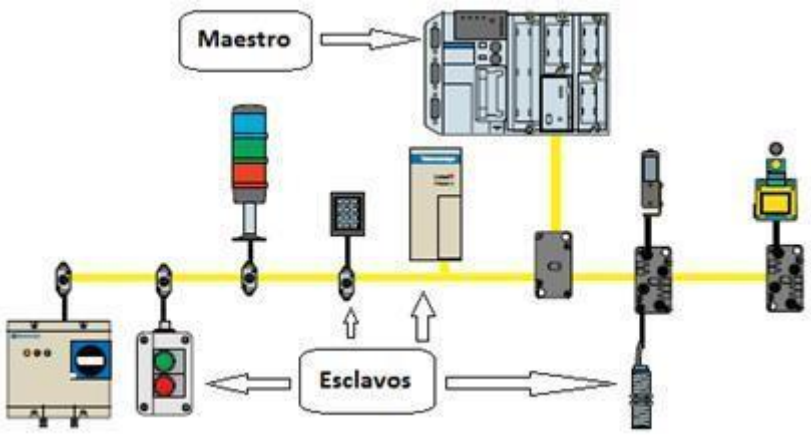



*Ilustración 16 Configuración maestro - esclavo de red.*

El modo en que la red está configurada para recibir mensajes afecta el rendimiento del sistema. Para comprender correctamente las capacidades de cualquier sistema inalámbrico, es importante comprender los tipos de mensajes que admite la red.

*Encuestado*. El maestro consulta a los esclavos para ver si tienen mensajes que enviar a través de la red. Si un esclavo tiene un mensaje, genera un paquete para una dirección específica y, cuando es señalado por el maestro, envía esta información a través de la red. De esta manera, el maestro controla el acceso a la red, asegurando que cada nodo tenga un intervalo específico para comunicar su mensaje.

*Cíclico*. El esclavo genera periódicamente un mensaje al maestro basado en una configuración de parámetros específica como "Enviar la temperatura cada tres minutos". El

esclavo se despierta del modo de reposo, toma una lectura de la temperatura, enciende su radio, escucha para ver si hay cualquier tráfico reconocible en la red, y si no, ensambla un paquete y envía el paquete sobre el transmisor.

*Evento conducido.* Un evento —como una temperatura excesiva o una batería baja— dispara un mensaje. En esta situación, el nodo generalmente necesita acceso rápido a la red, por lo que puede notificar al maestro.

# Sensores de identificación por radiofrecuencia (RFID).

Según Zoe Falmir Llansola en su informe técnico redactado para el departamento de ingeniería y ciencia de computadores de la universidad de Castellón, define la identificación por radiofrecuencia o RFID como un término genérico para denominar las tecnologías que utilizan ondas de radio para identificar automáticamente personas u objetos.

Existen métodos de identificación, pero el más común es almacenar un numero de serie que identifique a una persona u objeto en una etiqueta RFID, compuesta por un microchip conectado a una antena (Ilustración 17). Dicha antena permite que el chip transmite la información de identificación a un lector, el cual convierte las ondas de radio reflejadas por la etiqueta RFID en información digital que luego se puede transmitir a sistemas informáticos que puedan procesarla. (Ilustración 18).

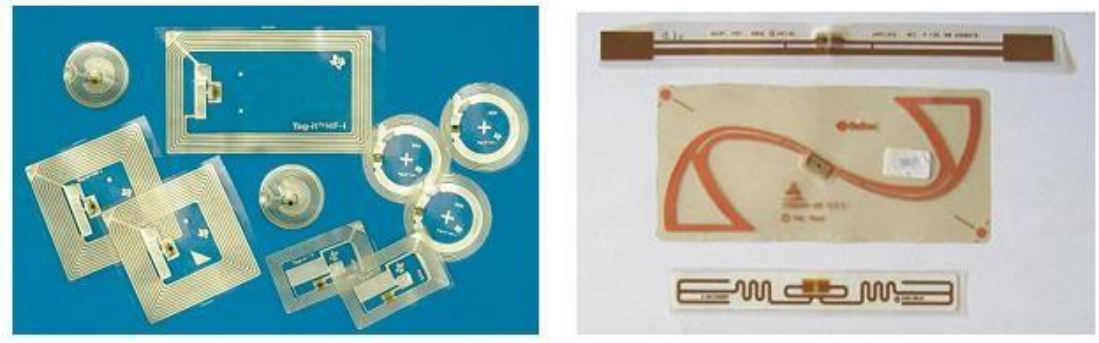


*Ilustración 17 Ejemplo de etiquetas RFID.*

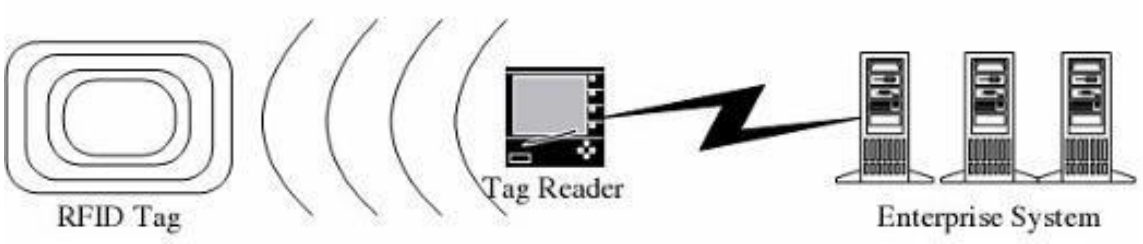



*Ilustración 18 Comunicación de etiquetas RFID con lectores y sistemas informáticos*

## Tipos de etiquetas RFID.

Según (Knight, 2006), podemos clasificar las etiquetas RFID según su fuente de energía:

- Activas, poseen su propia fuente de energía y pueden transmitir activamente al lector. Normalmente son etiquetas de lectura/escritura.
- Pasivas, no disponen de fuente de energía y utilizan la petición por radio del lector para obtener suficiente energía para responder. Normalmente son etiquetas de solo lectura, pequeñas y ligeras, con tiempo de vida ilimitado.
- Semi pasivas, poseen fuente de energía para hacer funcionar la circuitería del chip de la etiqueta pero utilizan la energía del lector para comunicarse con el.

## Aplicaciones.

Según (Zoe Falmir Llansola 2004), los dispositivos RFID pueden ser clasificados en cuatro categorías de uso:

- Vigilancia electrónica de artículos de venta al público. Se colocan etiquetas RFID en dichos artículos y disparan una alarma si no son desactivadas antes de abandonar el local.
- Captura de datos portables, se utilizan con dispositivos móviles donde los datos del objeto etiquetado pueden varias. Algunos dispositivos incorporan sensores para grabar temperatura, movimiento, radiación, etc. Los datos se pueden almacenar en el dispositivo portátil para su posterior descarga y procesamiento.
- Sistemas en red, se caracterizan por tener los lectores situados en posiciones fijas y por utilizar para detectar el movimiento de objetos etiquetados.

- Sistemas de posicionamiento, utilizados cuando los objetos etiquetados como vehículos, animales o personas que necesitan proporcionar su localización automáticamente.

Dentro de las innumerables aplicaciones podemos encontrar; identificación de animales, gestión de residuos médicos y tóxicos, seguimiento de correo postal, gestión de equipaje en líneas áreas, inmovilizadores de vehículos y alamas, pago de peaje, entre otras aplicaciones.

# Sistema SureCross.

El producto inalámbrico SureCross incorpora la funcionalidad de los cuatro bloques básicos de las redes en dos paquetes de hardware diferentes: Nodo y Gateway. (ilustración 19).




*Ilustración 19 sure cross Wireless*

El Nodo puede conectarse a hasta cuatro sensores y/o actuadores distintos. El gateway realiza funciones de enrutamiento y puede configurarse como un repetidor o un gateway a una red Modbus.SureCross está diseñado para ser confiable y simple para la red:

- SureCross utiliza la arquitectura de topología en estrella, permitiendo que los nodos transmitan información solamente al gateway, reduciendo así el tráfico innecesario de radio. Cada puerta de enlace de Banner, que sirve como un concentrador, puede admitir hasta 16 radios o nodos, y cada nodo puede admitir varios sensores.

- Las direcciones SureCross se configuran utilizando dos conmutadores rotatorios que soportan 256 direcciones únicas.
- La configuración de Gateway SureCross para utilizar canales diferentes permite que hasta 16 redes hub y spoke diferentes ocupen el mismo espacio de radio.
- Cada nodo y Gateway con SureCross incluye una herramienta integrada de levantamiento de sitios y la pantalla LCD de Gateway muestra los resultados restantes.
- El Gateway SureCross admite tres modos de salida: serie, Ethernet y Modbus.

# Equipo implementado en sistema de seguridad en atracción mecánica.

El siguiente equipo fue seleccionado por el ingeniero supervisor de la atracción mecánica por el uso frecuente de la marca y por la garantía del historial de casos de éxito anteriores a esta propuesta. A continuación, solo se menciona el equipo esencial para el funcionamiento del presente proyecto.

## Controlador inalámbrico DXM.

Los controladores inalámbricos industriales de la serie DXM (Véase ilustración 20), están diseñados para facilitar la conectividad Ethernet y las aplicaciones de Internet industrial de las cosas (IIoT).

Disponibles con una puerta de enlace DX80 interna o una radio de datos MultiHop, estos potentes dispositivos de comunicaciones Modbus conectan redes inalámbricas locales con Internet y/o sistemas host.

Características:

- Mejoran el alcance inalámbrico y ofrecen la posibilidad de extender la antena a la ubicación ideal para dispositivos inalámbricos de difícil acceso.
- Radios ISM disponibles en 900 MHz y 2,4 GHz para red inalámbrica local
- Convierte Modbus RTU a Modbus TCP/IP o Ethernet I/P
- Tarjeta microSD para registro de datos

- Alertas por correo electrónico y mensajes de texto
- Opciones de E/S locales: entradas discretas aisladas, entradas universales, salidas de relé SPDT (Forma C), salidas NMOS y salidas analógicas
- Alimentado por 12 a 30 V CC, panel solar de 12 V CC o batería de respaldo
- Puertos de comunicaciones RS-232, RS-485 y Ethernet; y un puerto de configuración USB
- Pantalla LCD para información de E/S y LED programables por el usuario.




*Ilustración 20 Controlador Wireless DXM700-B1R2*

Para mayor referencia técnica en el apartado ANEXOS, se adjunta la ficha técnica (anexo 2).

## Radio inalámbrico DX80.

Las radios de datos Modbus MultiHop DX80 amplían el alcance de Modbus u otras redes de comunicación en serie. Dependiendo del modelo, las radios se pueden configurar para que actúen como maestras, repetidoras o esclavas. Los modelos están disponibles con tipos de entrada y salida que incluyen discreta (contacto seco, PNP/NPN), analógica (0 a 10 V CC, 0 a 20 mA), temperatura (termopar y RTD), relé CA/CC (SPDT) y contador asíncrono. al que se puede acceder mediante el protocolo Modbus.

- El segmento de repetidor inalámbrico R70 está preconfigurado para implementar fácilmente redes MultiHop nuevas o ampliar las existentes
- Los kits de repetidores inalámbricos de CA son una manera fácil y rentable de aumentar el alcance y la confiabilidad de la red.
- Flexible: la mayoría de los modelos pueden seleccionarse mediante interruptor DIP como maestro, repetidor o esclavo.
- Comunicación seleccionable por el usuario entre RS-485 y RS-232

La ilustración 21 hace referencia al radio inalámbrico DX80 implementado.




*Ilustración 21 Radio inalámbrico DX80.*

Para mayor referencia técnica en el apartado ANEXOS, se adjunta la ficha técnica (anexo 3).

## Sensor RFID

Los interruptores de seguridad de la serie SI-RF (véase ilustración 22 )utilizan tecnología RFID para monitorear puertas, portones y otras protecciones mecánicas móviles que separan al personal y al equipo de un peligro. Enviarán una señal al sistema de control de la máquina para prevenir o detener situaciones peligrosas cuando el protector no esté en la posición adecuada.

Características:

- El diagnóstico en serie (ISD) proporciona datos detallados de estado y rendimiento de cada sensor en una cadena en cascada a la que se puede acceder con una HMI o un dispositivo similar.
- El indicador LED en el sensor proporciona información de estado.
- Resistencia a manipulaciones para satisfacer las necesidades de cualquier aplicación.
- Alcanza clasificaciones de seguridad Cat 4, PL e o SIL CL 3 solo o en una cadena en cascada.
- La construcción robusta IP69 resiste la exposición a lavados a alta presión y temperatura.
- La alta tolerancia (10 mm) a la desalineación permite un rendimiento confiable en entornos industriales desafiantes donde la vibración y el impacto de la máquina son posibles.



*Ilustración 22 Sensor RFDI banner*

Para mayor referencia técnica en el apartado ANEXOS, se adjunta la ficha técnica (anexo 4).

# CAPÍTULO III
# DESARROLLO

En el siguiente plan de trabajo (Tabla 4), se describe en orden cronológico el desarrollo planeado del proyecto, cada actividad queda asignada al asesor técnico encargado del área, así como al ingeniero supervisor de atracción mecánica dentro de planta.

Posterior al plan de trabajo, se describe a detalle la estructura de cada actividad realizada.

*Tabla 4 Plan de trabajo*

| Actividad | MESES (SEMANAS) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | | NOVIEMBRE | | | | DICIEMBRE | | | | ENERO |
| Inspección de campo para conocer las posibles causas de falla en los trenes. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Búsqueda de equipos para proponer solución inalámbrica. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Selección de la instrumentación necesaria para resolver la problemática encontrada durante la etapa de inspección. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizar pruebas de los equipos seleccionados en campo. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Crear informe de resultados obtenidos. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentar informe con el supervisor de juego electromecánico. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Realizar propuesta económica del proyecto. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Entrega final de propuesta con informes técnicos y representación a escala del sistema inalámbrico. | | | | | | | | | | | | | | | | | |

- Inspección de campo para conocer las posibles causas de falla en los trenes:

Se realiza un recorrido guiado por los ingenieros a cargo del funcionamiento cotidiano en atracción mecánica, se denomina al personal encargado de focalizar las fallas puntuales en posición de paro, arranque y durante el recorrido de los trenes.

Posterior a esto, se obtiene el diagnostico final de la falla, la cual es el proceso de revisión en atracción mecánica, esto conlleva un protocolo que demora alrededor de 30 minutos ejecutarlo lo que afecta la experiencia de los visitantes.

- Búsqueda de equipos para proponer solución inalámbrica.

Seleccionar tecnología disponible con la compañía Banner engineering que brinde solución inmediata a la problemática mencionada. Se realiza una capacitación con duración de una semana en las instalaciones de banner, donde trabajando en conjunto con el departamento especialista en equipos inalámbricos se selecciona adecuadamente la instrumentación.

- Selección de la instrumentación necesaria para resolver la problemática encontrada durante la etapa de inspección.

Posterior a la semana de capacitación, se evalúa al asesor técnico y personal anexo encargado del proyecto fig. 23 (resultados personales Ing. Naylea J. Celis)

| Nombre |
|---|
| Naylea Jasibet Celis Martinez |
| **Empresa** |
| Ecosy |

| Sensores | | |
|---|---|---|
| Examen Teórico | Examen Práctico | Promedio |
| 8.3 | 10 | 9.15 |
| **Seguridad** | | |
| Examen Teórico | Examen Práctico | Promedio |
| 10.00 | 10 | 10.00 |
| **Iluminación/ Indicadores** | | |
| Examen Teórico | Examen Práctico | Promedio |
| 10 | 10 | 10.00 |
| **Wireless/ Visión** | | |
| Examen W. | Examen V. | Promedio |
| 10 | 9 | 9.5 |
| **Promedio Teórico** | | |
| 9.66 | | |

| HOMOLOGACÓN |
|---|
| Exámen de Ventas |
| 10 |
| **RESULTADO FINAL** |
| **9.83** |
| Notas |
| Excelente desempeño y participaciones individual y en equipo. |

*Ilustración 23 Resultados Personales Ing. Naylea J. Celis*

Las siguientes dos semanas, se estudia internamente la problemática, sometiendo a pruebas exhaustivas al equipo hipotéticamente seleccionado. Posterior a ese análisis, el equipo final se compone de los siguientes ítems:

1. Interlock RFID
2. Radio de comunicación
3. Pantalla HMI programable

- Realizar pruebas de los equipos seleccionados en el campo.

Una vez finalizadas las pruebas dentro de las instalaciones de ECOSY Engineering, se agenda una visita de prueba dentro de planta.

El interlock es instalado en la hebilla del cinturón (Ilustración. 24 para que este sea leído al momento de cierre por el usuario,



*Ilustración 24 Elemento actuador de cinturón*

el componente actuador (Ilustración 25) se coloca en la contraparte del cinturón y este envía señal de cierre.



*Ilustración 25 Hebilla de cinturón.*

Revisando el alcance inalámbrico de los radios de comunicación y la estructura de construcción de los trenes (Ilustración 26), 2 radios por cada tren cumplen con el límite establecido para trasmisión de información completa.



*Ilustración 26 Tren donde se realizaron las pruebas.*

Cada uno recibe señal de 3 vagones, se recomienda instalarlos dentro de un gabinete con posición estratégica detrás de los vagones numerados de como 1 y 4. Véase Ilustración 27 como referencia al vagón inicial de tren.



*Ilustración 27 Vagón número 1*

Un repetidor encargado de recibir las señales amplifica y retransmite la información al controlador central con el fin de garantizar él envió de paquetes completos de información, a través de ondas de frecuencia sure Cross se impide la perdida de señal durante todo el recorrido.

Se recomienda instalarlo en el punto más alto de la estructura mecánica. En la ilustración 28, se indica la posición recomendada para el repetidor.



*Ilustración 28 Posición recomendada para repetidor.*

## Interfaz HMI.

El receptor final de los datos obtenidos por todos los elementos conectados anteriormente vía ethernet y por radio frecuencia son visualizados en la interfaz HMI.

Este funge como panel de monitoreo con el propósito de que el técnico operador verifique el estado de los cinturones de seguridad durante la operación del juego.

La cual contiene el siguiente menú: (véase ilustración 29).

MENU PRINCIPAL:

- 4 trenes
- Indicación verde (cinturón cerrado)
- Cinturones en posición.

- Indicación roja (cinturón abierto).
- Revisar tren.




*Ilustración 29 Menú principal.*

Menú secundario: (Ilustración 30).

- Pantalla por tren individual.
- 6 carros
- Indicador verde (cerrado).
- Cinturones en posición.
- Indicador rojo (abierto).
- Cinturón abierto.




*Ilustración 30 Menú secundario*

Al final de las pruebas en campo, se crea un informe de resultados donde se detalla la programación y operatividad de cada equipo. Mostrando resultados favorables para el usuario final, sin embargo, por confidencialidad de sector privado solo se comparte a grandes rasgos el funcionamiento del sistema integrado.

En la ilustración 31, se esquematiza en orden cronológico el funcionamiento del sistema integrado, el cual consta de lo siguiente:

Los dispositivos RFID y radios de comunicación son alimentados en primera instancia por un sistema de carga portátil.

Las señales recolectadas por los sensores RFID son centralizadas a los radios de comunicación, que mediante ondas de frecuencia de 900MHz son enviadas a un repetidor de señal, este retrasmite y amplifica los paquetes de información para que puedan ser leídos con claridad por el controlador maestro.

A través de una interfaz RJ-45 los datos son descargados en la pantalla HMI, que finalmente convierte toda la información en un panel simplificado de operación.

Se realizaron 2 recorridos con operatividad normal de la atracción mecánica, tomando como referencia posición de parada del tren en los bloques de frenado, se abrieron y cerraron cinturones para visualizar en pantalla las señales de activación y desactivación. Finalmente se mostró el cambio de estado de forma correcta y segura.

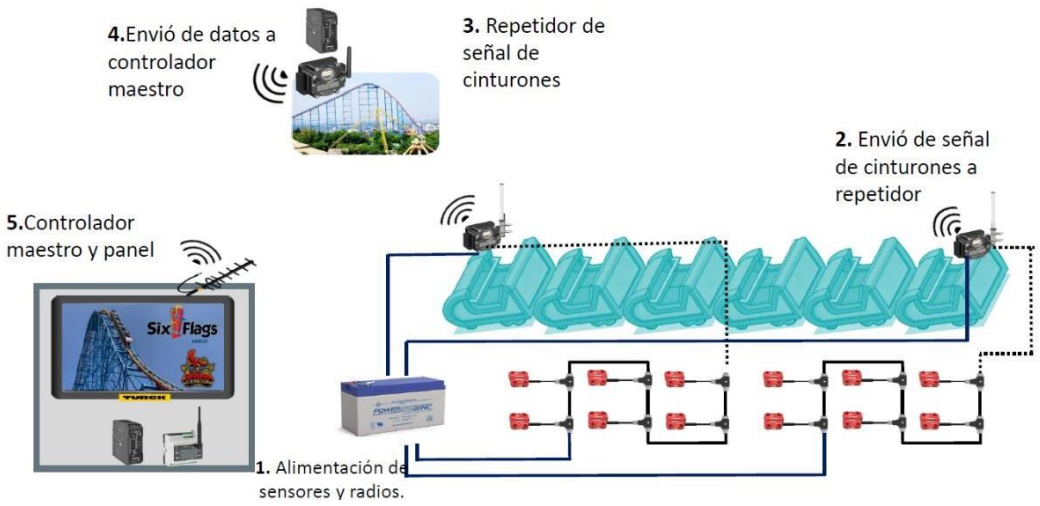



*Ilustración 31 Esquema de funcionamiento del proyecto.*

- Presentar informe con el supervisor de juego electromecánico

Se realizo una demostración de funciomiento final del equipo en planta, donde solo se activó el sistema de seguridad propuesto.

- Realizar propuesta económica del proyecto.

En la siguiente tabla se anexa, la propuesta económica de todo el proyecto integrado.

Véase tabla 5 y 6.

| PARTIDA | CANTIDAD | CÓDIGO | DESCRIPCION | P. VENTA | P. TOTAL | T. ENTREGA | Comentario |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | DX80DR9M-H1 | RADIOS INALAMBRICOS PARA TRANSMITIR SEÑALES DEL TREN | $ 730.00 | $ 5,840.00 | 7-9 Semanas |  |
| 2 | 8 | BWC-1MRSMN2 | CABLE DE ANTENA LMR200 "RP-SMA A N MACHO" 2 MTS | $ 78.00 | $ 624.00 | 8-10 Semanas |  |
| 3 | 4 | BWC-4MNFN15 | CABLE DE ANTENA LMR400 "N MACHO A HEMBRA" 15 MTS | $ 242.00 | $ 968.00 | 6-8 Semanas |  |
| 4 | 8 | BWA-9O6-AS | ANTENA DE 6 DBI PARA MONTAJES EN TRENES | $ 222.00 | $ 1,776.00 | 8-10 Semanas |  |
| 5 | 144 | SI-RFST-LP8 | SENSOR EMISOR RFID | $ 158.00 | $ 22,752.00 | 8-10 Semanas |  |
| 6 | 144 | SI-RF-A | SENSOR ACTUADOR RFID | $ 19.00 | $ 2,736.00 | 3-4 Semanas |  |
| 7 | 144 | SI-RFA-TS | CONEXIÓN EN T PARA MULTICONEXION EN TREN | $ 63.00 | $ 9,072.00 | 8-10 Semanas |  |
| 8 | 72 | MQDEC-402SS | CABLE CONECTOR EN T PARA MONTAJE EN TREN 1/2 METRO | $ 45.00 | $ 3,240.00 | 8-10 Semanas |  |
| 9 | 48 | MQDEC-406SS-PUR | CABLE CONECTOR EN T PARA MONTAJE EN TREN 2 METROS | $ 51.00 | $ 2,448.00 | 8-10 Semanas |  |
| 10 | 8 | MQDC-430 | CONECTOR HEMBRA A PUNTAS PARA ALIMENTACION DE NODOS Y RFID | $ 52.00 | $ 416.00 | 3-4 Semanas |  |
| 11 | 1 | TX707-P3CV01 | HMI 7" CON PLC PARA VISUALIZACIÓN EN GABINETE | $ 2,035.16 | $ 2,035.16 | 3-5 Días |  |
| 12 | 1 | DX80DR9M-H1 | RADIOS INALAMBRICOS PARA TRANSMITIR SEÑALES DEL TREN | $ 730.00 | $ 730.00 | 7-9 Semanas |  |
| 13 | 2 | S8VKG06024 | FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA GABINETE CENTRAL | $ 107.00 | $ 214.00 | 3-5 Días |  |

*Tabla 5 Propuesta económica A*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 1 | RJ45S RJ45S 841-1M | CABLE ETHERNET RJ45 1 METRO | $ 43.47 | $ 43.47 | 3-5 Días |  |
| 15 | 1 | PP305 | GABINETE CENTRAL | $ 150.00 | $ 150.00 | 3-5 Días |  |
| 16 | 1 | DXM700-B1R2 | CONTROLADOR INALÁMBRICO | $ 774.00 | $ 774.00 | 8-10 Semanas |  |
| 17 | 1 | BWA-9Y10-A | ANTENA YAGUI PARA CONTROLADOR INALÁMBRICO | $ 245.00 | $ 245.00 | 8-10 Semanas |  |
| 18 | 1 | BWA-9O8-AS | ANTENA OMNIDIRECCIONAL PARA REPETIDOR EN LEVANTADOR | $ 466.00 | $ 466.00 | 8-10 Semanas |  |
| 19 | 2 | BWC-4MNFN15 | CABLE DE ANTENA LMR400 "N MACHO A HEMBRA" 15 MTS | $ 242.00 | $ 484.00 | 8-10 Semanas |  |
| 20 | 2 | BWC-1MRSMN2 | CABLE DE ANTENA LMR200 "RP-SMA A N MACHO" 2 MTS | $ 78.00 | $ 156.00 | 3-5 Días |  |
| 21 | 2 | BWC-PRC827-DC | SUPRESOR DE PICOS PARA ANTENAS | $ 202.00 | $ 404.00 | 3-4 Semanas |  |
| 22 | 9 | PP306 | GABINETE DE ALIMENTACION PARA TRENES CON ACCESORIOS | $ 94.00 | $ 846.00 | 2-3 Semanas |  |
| 23 | 28 | PS12120 | BATERIA DE ALIMENTACION PARA SENSORES Y RADIOS 24VDC 12Ah | $ 40.71 | $ 1,140.00 | 2-3 Semanas |  |
| 24 | 4 | BAC06A | CARGADOR PARA BATERIA 24VDC 3A | $ 126.18 | $ 504.71 | 4-6 Semanas |  |

| | | |
|---|---|---|
| SUBTOTAL | $58,064.34 | USD |
| IVA | $9,290.29 | USD |
| TOTAL | $67,354.63 | USD |

*Tabla 6 Propuesta económica B*

# CAPÍTULO IV
# RESULTADOS

# Prueba de cinturones.

Una vez garantizada la comunicación entre los dispositivos, se conectaron sensores para verificar el estado de los cinturones en tiempo real por medio del panel de monitoreo.

Se realizaron dos recorridos que incluyeron la parada del tren en los bloques de frenado, se abrieron y cerraron los cinturones; la pantalla mostro el cambio de estado de forma correcta.

En resumen, después de las pruebas finales se obtuvieron los siguientes puntos a destacar en la operación del sistema:

- Señal de comunicación estable en todo el tiempo por ciclo de recorrido, así como en las posiciones de frenado y estación de abordaje.
- Monitoreo en tiempo real de los cinturones, mostrando estatus en HMI.
- El tiempo de recorrido durante las pruebas incluyendo posición de frenado, fue un intervalo entre 5:00 y 5:30 min.
- La interfaz en el panel de monitoreo es intuitiva, lo que permite ser operada fácilmente por el personal.

Al finalizar las pruebas, se dictamino que el equipo integrado cumple con las necesidades y estándares requeridos por el parque de diversiones.

# Conclusiones.

En conclusión, se cumplió con el objetivo de Monitorear el cierre seguro en los cinturones de seguridad. Obteniendo los siguientes beneficios:

- Disminuir el tiempo de protocolo para la revisión del tren en caso de paro del juego, siendo inicialmente de 30 minutos y posterior a la instalación, reduciéndose a solo 5 minutos.
- Permitir al personal encargado del juego, detectar la falla rápidamente y resolver de inmediato.
- Mantener en operación el juego mecánico, brindando seguridad a los visitantes.

# Competencias desarrolladas.

## Perfil de egreso.

Formar profesionistas en la ingeniería mecatrónica con capacidad analítica, critica e innovadora que les permita diseñar, proyectar, construir y administrar equipos y sistemas mecatrónicos en el sector social, productivo y de servicios; así como integrar, operar y mantenerlos, con un compromiso ético y de calidad n un marco de desarrollo sustentable.

## Atributos de egreso.

AE1: identificar, resolver y formular problemas de ingeniería mecatrónica aplicando conocimientos de ciencias básicas e ingeniería.

AE2: analizar, aplicar y proponer procesos de diseño d ingeniería que resulten en proyectos mecatrónicos que cumplen las necesidades o requerimientos especificados.

AE3: desarrollar y dirigir experimentación adecuada; analizar e interpretar los datos obtenidos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.

AE4: comunicarse de manera efectivas con diferentes audiencias de forma oral y escrita.

AE5: Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados que deben considerar el impacto de las soluciones de ingeniería mecatrónica en los contextos global, económico, ambiental y social.

AE6: Reconocer la necesidad permanente de incorporar conocimiento adicional y tener la habilidad para identificar, aplicar, integrar y evaluar este conocimiento adecuadamente.

AE7: trabajar de forma eficaz y eficiente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas limite y analizan riesgos e incertidumbre.

AE8: Innovar productos, procesos, equipos y sistemas mecatrónicos integrando tecnologías emergentes de vanguardia.

Durante el desarrollo de este proyecto, la capacidad analítica, critica e innovadora me permitió diseñar, proyectar, construir y administrar los equipos seleccionados para el presente proyecto, relacionando la ingeniería mecatrónica en el sistema de automatizado, integrado sensores, interfaz HMI, protocolos de comunicación y envió de información inalámbrica.

# Fuentes de información.


De señales digitales, T. V. R., & De comunicación, A. y. (s/f). Tecnología Wireless en entornos industriales. Uvigo.es. Recuperado el 13 de noviembre de 2023, de https://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/468/Dossier_wireless_v3.pdf

Aguayo, S. (2017). INTRODUCCIÓN A HMI (Interfaz Hombre Máquina. https://www.academia.edu/35237249/INTRODUCCI%C3%93N_A_HMI_Interfaz_Hombre_M%C3%A1quina

Concepto Básicos., I. (s/f). A. Transmisión y comunicación de datos. Umich.mx. Recuperado el 13 de noviembre de 2023, de https://www.fcca.umich.mx/coordinaciones/ceneval/archivos/2013_guias/INFOR/GUIAREDES.pdf

(S/f). Uaemex.mx. Recuperado el 13 de noviembre de 2023, de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108336/secme-25150_1.pdf?sequence=1

Introduction to wireless networking. (s/f). Banner Engineering. Recuperado el 13 de noviembre de 2023, de https://www.bannerengineering.com/mx/es/support/white-papers/introduction-wireless-networking.html

Pérez, E. M. (2009). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Marcombo, México Recuperado el 18 de enero de 2024, de https://www.google.com.mx/books/edition/Aut%C3%B3matas_Programables_y_Sistemas_de_Au/5jp3bforBB8C?hl=en&gbpv=1&dq=clasificacion+de+interfaces+hmi&pg=PA592&printsec=frontcover

Hans Turck GmbH & Co. KG. (s/f). TX700 HMI/PLC Series. www.turck.com. Recuperado el 21 de enero de 2024, de http://chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.turck.com.mx/attachment/100002669.pdf

Hernández, F. O. (2023, mayo 1). “Superman” de Six Flags: Estas son las veces que ha fallado el juego mecánico. El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/tendencias/superman-de-six-flags-estas-son-las-veces-que-ha-fallado-el-juego-mecanico/

Industrial KBRN. (10 de diciembre de 2014). Estudio de Diagnóstico y prospectiva. http://chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/184080/08-

0176_Fortalecimiento_e_integraci_n_efectiva_del_proceso_de_la_cadena_e_incremento_intelectual_especializado_Parte1.pdf

Mandado, E., Acevedo, J. M., & Perez Lopez, S. A. (2006). Controladores Logicos y Automatas Programables (2a ed.). Alfaomega Grupo Editor.

Nistal, F. J. C. (2020). Automatas Programables. Simatic S7-1200. Editorial Academica Espanola.

Pérez, E. M. (2009). Autómatas programables y sistemas de automatización. Marcombo, México.

Reid, D. A. G. (2006). Manual de Redes Inalambricas. McGraw-Hill Companies.

Serrano, L. (2019, diciembre 11). Solo fue un susto: Protección civil afirma que Six Flags cumple normativas de seguridad. Informabtl.com. https://www.informabtl.com/solo-fue-un-susto-proteccion-civil-afirma-que-six-flags-cumple-normativas-de-seguridad/

# Anexos

## ANEXO1: Serie HMI/PLC TX700

### Pantalla de 5" - CODESYS V3 PLC con TARGET VISU Carcasa de metal de alta calidad y con un frontal de cristal ca-pacitivo

TX705-P3CV01




- Pantalla en color TFT ancha de 5"
- Retroiluminación LED
- Resolución de 800 x 480 píxeles
- Colores en 64 K
- Pantalla táctil capacitiva con frente de vi-drio
- 2 puertos Ethernet RJ45 separados con 10/100 Mbit
- 1 interfaz serie (RS232, RS485, RS422)
- 1 puerto USB host
- 1 ranura para tarjeta SD

| | | |
|---|---|---|
| Tipo | TX705-P3CV01 | |
| | N.º de ID | 100002029 |
| Pantalla/toque | | |
| | Pantalla | TFT color |
| | pantalla táctil | Capacitivo, Parte delantera de vidrio |
| | Área activa de la imagen | 5″ |
| | Resolución (pixel) | 800 × 480 WVGA |
| | Formato | 16:9 |
| | Luminosidad | 300 Tipo de cd/m² |
| | Atenuable | sí,a 0 % |
| Controlador | | |
| | Procesador | ARM Cortex A8, 1 GHz |
| | Capacidad de memoria | 4 GB Flash |
| | Memoria RAM | 512 MB |
| | Memoria adicional | 1 ranura tarjeta SD, 1 puerto USB Host |
| | Reloj en tiempo real | Sí (buffer por batería) |
| Datos PLC | | |
| | Programación | CODESYS V3 |
| | Autorizado para la versión CODESYS | V 3.5.12.10 |

11-01T07:45:33+01:00

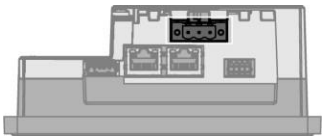
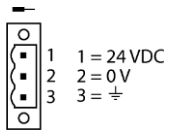
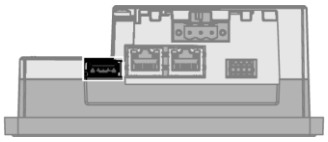
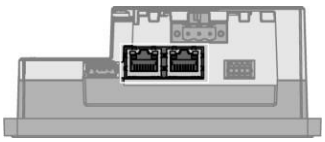
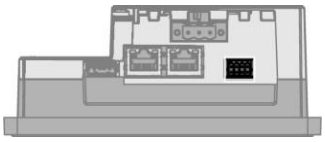
| | |
|---|---|
| **Interfaces** | |
| Onboard | 2x RJ45 Ethernet, 1x RS232/485/422, 1x USB Host,1x alimentación de tensión, 1x ranura de ampliación |
| Onboard para seleccionar | CANopen maestro (a través del módulo de exten-sión) |
| Ethernet | 2x 10/100 Mbit |
| Protocolos | PROFINET (Controller/Master)<br>PROFINET (Controller/Master)<br>EtherNet/IP (Scanner/Master)<br>Modbus TCP (Master/Slave)<br>EtherCAT (Master) |
| bus de campo | Modbus RTU (Master/Slave)<br>CANopen (Master) |
| USB | 1 × puerto de host |
| Serial | RS232 / RS485 / RS422 |
| Ranura de ampliación | Una ranura para un máximo de dos módulos conec-tables |
| **Alimentación de corriente** | |
| Valor nominal | 24 VCC, máx. de 0.6 A |
| Rango admisible de tensión | 10…32 VCC |
| **Datos generales** | |
| Clima en funcionamiento | -20…60 °C, 5..85 % humedad rel. del aire, no con-densante |
| Clima en almacén | -30…70 °C, 5…85 % humedad rel. del aire, no con-densante |
| Aprobaciones | CE<br>c<br>U<br>L<br>u<br>s<br>L<br>R<br>DNV GL |
| Homologación Ex | ATEX<br>IEC Ex<br>Haz. Loc. Class I, Division 2, Groups A,B,C and D |
| Grado de protección | IP66 parte frontal, IP20 parte trasera Tipo de |

11-01T07:45:33+01:00

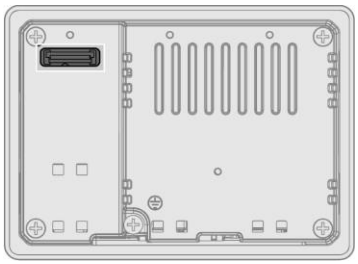
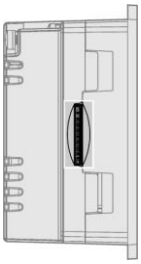
NEMA:
12/4X

| Medidas | |
|---|---|
| Parte frontal (An x Al x P) | 147 x 107 x 52 mm |
| Sección (An x Al) | 136 x 96 mm |
| Profundidad de montaje | 52+8 mm |
| Peso | aprox. 1.2 k |

**técnica de conexión y distribución de pines**

<table>
<tr>
<td></td>
<td>Alimentación de tensión<br>El conector de la fuente de alimentación se proporciona con cadadispositivo. Se puede reorganizar en Turck como accesorio.<br>Designación de tipo: TX-Mount-xx</td>
<td>Asignación de patillas<br><br>1 = 24 VDC<br>2 = 0 V<br>3 = ⏚</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>interfaz USB-B</td>
<td>Asignación de patillas<br><br>1 = 5 VDC<br>2 = D –<br>3 = D +<br>4 = GND</td>
</tr>
<tr>
<td rowspan="15"></td>
<td>puertos Ethernet</td>
<td rowspan="15">Asignación de patillas<br><br>12345678<br>1 = TX +<br>2 = TX –<br>3 = RX +<br>4 = n.c.<br>5 = n.c.<br>6 = RX –<br>7 = n.c.<br>8 = n.c.</td>
</tr>
<tr><td>Los puertos Ethernet son independientes.</td></tr>
<tr><td>Cables de Ethernet (ejemplos):</td></tr>
<tr><td>Conector macho RJ45 – Conector macho RJ45: RJ45S-</td></tr>
<tr><td>RJ45S-4414-2M</td></tr>
<tr><td>(Número de pedido: 6441423)</td></tr>
<tr><td>Conector macho RJ45 – Conector macho M12, 4 patillas, codi-</td></tr>
<tr><td>ficación D: RSSD-RJ45S-4414-2M</td></tr>
<tr><td>(Número de pedido: 6441413)</td></tr>
<tr><td>Conector macho RJ45 – Conector macho M8, 4 patillas:</td></tr>
<tr><td>PSGS4M-RJ45S-4414-2M</td></tr>
<tr><td>(Número de pedido: 6933005)</td></tr>
<tr><td>Conector macho RJ45 – Receptáculo hembra M12, 4 pati-</td></tr>
<tr><td>llas, codificación D: RJ45-FKSDD-4414-2M (número de pedido:</td></tr>
<tr><td>6935282)</td></tr>
<tr>
<td rowspan="7"></td>
<td>Interfaz serial</td>
<td>Distribución de los pines en modo de funcionamiento<br>RS232</td>
</tr>
<tr><td>La interfaz en serie se puede hacer funcionar como RS232,</td><td></td></tr>
<tr><td>RS485 o RS422. Los diagramas de cableado adyacentes mues-tran las asignaciones de polos correspondientes.<br>TENGA EN CUENTA LO SIGUIENTE: En el modo de RS485, los<br>polos 1 y 2, como también las 3 y 4, se deben conectar externa-mente.</td><td><br>1 = RX<br>2 = TX<br>3 = CTS<br>4 = RTS<br>5 = +5 VDC output<br>6 = GND<br>7 = n.c.<br>8 = shield</td></tr>
<tr><td></td><td>Distribución de los pines en modo de funcionamiento</td></tr>
<tr><td></td><td>RS485</td></tr>
<tr><td></td><td><br>1 = B- (RX-)<br>2 = A- (TX-)<br>3 = B+ (RX+)<br>4 = A+ (TX+)<br>5 = +5 VDC output<br>6 = GND<br>7 = n.c.<br>8 = shield</td></tr>
<tr><td></td><td>Distribución de los pines en modo de funcionamiento</td></tr>
<tr><td></td><td>RS422</td></tr>
</table>

11-01T07:45:33+01:00

| | | |
|---|---|---|
| | | <br>1 = RX-<br>2 = TX-<br>3 = RX+<br>4 = TX+<br>5 = +5 VDC output<br>6 = GND<br>7 = n.c.<br>8 = shield |
|  | **Ranura para módulo Plug-In** | |
|  | **Ranura para tarjetas SD**<br>Tarjeta SD (ejemplo): TARJETA SD de 2 GB (número de pedido:6828025) | |

edición • 2023-11-01T07:45:33+01:00

## Accesorios

| Modelo | N° de identi-ficación | | Dibujo acotado |
|---|---|---|---|
| TX700-MOUNT-07 | 10000318 8 | Soporte de montaje TX700 y conectores de alimentación pa-ra dispositivos de 5 a 7" |  |
| TX-LTE-WLAN | 10002517 9 | Conecte el módem LTE y wifi con LTE/UMTS/GSM, wifi y GNSS |  |

## Accesorios de función

| Modelo | N° de identi-ficación | | Dibujo acotado |
|---|---|---|---|
| TX-IO-XX03 | 6828201 | Módulo conectable de E/S: 20 DI, 12 DO, 4 AI (U/I/RTD/TC),4 AO (U/I) |  |
| TX-IO-DX06 | 6828203 | Módulo conectable de E/S: 8 DI, 6 DO, una salida de relé (NO) |  |
| TX-EXTEND | 10000478 6 | Módulo de extensión conectable para ajuste mecánico en eluso del módulo TX-IO-XX03 |  |

edición • 2023-11-01T07:45:33+01:00

## Accesorios de función

| Modelo | N° de identi-ficación | | Dibujo acotado |
|---|---|---|---|
| TX-UMTS | 10000953 5 | Módem de radio conectable compatible con 2G/3G |  |
| TX-DP-S | 10001016 7 | Interfaz tipo esclavo conectable PROFIBUS DP, conector hembra SUB-D de 9 polos |  |
| TX-CAN | 6828210 | Interfaz CANopen conectable, conector macho SUB-D de9 polos |  |
| TX-RS485 | 10000259 8 | Interfaz conectable para conector hembra RS485/RS422,SUB-D de 9 polos |  |
| TX-RS232 | 10000259 9 | Interfaz conectable para conector hembra RS232, SUB-D de9 polos |  |

| Modelo | N° de identi-ficación | | Dibujo acotado |
|---|---|---|---|
| TX-PSC | 100002938 | Enchufe de alimentación para dispositivos HMI TX |  |

# ANEXO 2.DXM700-B1 and B2 Wireless Controller Datasheet

## DXM700-Bx Features

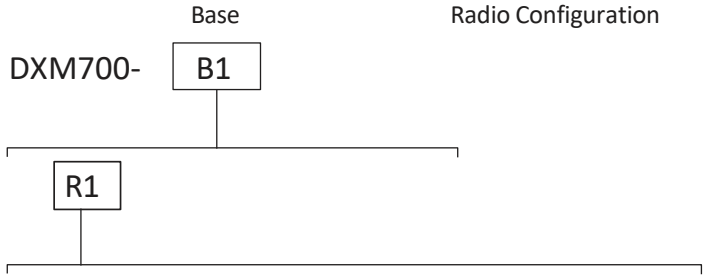
The DXM700-Bx Wireless Controller is an industrial wireless controller that facilitates Industrial Internet of Things (IIoT) applications. As a communications gateway, it interfaces local serial ports, local I/O ports, and local ISM radio devices to the Internet using a cellular connection or wired Ethernet network connection.

- High-Performance Wireless Communication—Uses Sure Cross® DX80 Wireless Gateway or MultiHop radio with 900 MHz or 2.4 GHz ISM bands available for long-range communication
- Flexible and Customizable—Expanded internal logic controller with action rules and ScriptBasic programming capable of developing simple or complex solutions to process, log, and control data to/from multiple wireless radios and sensors
- Improved Speed and Memory—Upgraded internal processor to use 2850 32-bit integer registers, 2000 floating-point registers, and 1050 non-volatile 32-bit integer registers; expanded ScriptBasic programming capability for faster script processing and ability to build more complex solutions with scripts



- External Communications—Cellular modem Internet connectivity
- Compact Size—Reduced size of 70 mm to consume less space on a DIN rail
- Simple Sourcing Outputs—Four PNP outputs (100 mA max at 30 V DC) available for local triggers
- Industry Compatibility—Automation protocols include Modbus/TCP, Modbus RTU, and EtherNet/IP ™for communications between PLCs, HMIs, or other local hosts.
- Customizable Alerts—Secure email for alerts using Banner Cloud Data Services
- Data logged to a removable SD card
- Interactive programmable user interface with LCD and LED indicators
- Industry-standard RS-485, Ethernet, and USB communication ports

## DXM700-Bx Models




B1 =Modbus controller for data aggregation of sensors and wireless networks
Power: 12−30 V DC
Comms: RS-485, secondary RS-485
Outputs: Four PNP

B2 =Modbus controller for data aggregation of sensors and wireless networks
Power: 12−30 V DC
Comms: RS-485, secondary RS-485
Outputs: Four PNP
Connection: Barrel jack power connector

Blank = None

PTL = Pre-programmed DXM700 for Pick-to-Light integration (no radio) R1 = 900 MHz, 1 W PE5 Performance Radio (North America)
R2 = 900 MHz, 1 W HE5 MultiHop Data Radio (North America) R3 = 2.4 GHz, 65 mW PE5 Performance Radio (Worldwide) R4 = 2.4 GHz, 65 mW HE5 MultiHop Data Radio (Worldwide)
R5 = 900 MHz, 65 mW HE5L MultiHop Data Radio (For M-GAGE networks)



Custom products are available and are designated with a 6-digit number following the standard model number, such as DXM700-B1R1-123456. For more information about ordering a product customized for your specific needs, contact Banner Engineering Corp.

Some example models include, but are not limited to, the following:

| Models | Description |
|---|---|
| DXM700-B1R1 | DXM700-B1 Wireless Controller with DX80 ISM 900 MHz Performance radio |
| DXM700-B1R2 | DXM700-B1 Wireless Controller with DX80 ISM 900 MHz MultiHop radio |
| DXM700-B1R3 | DXM700-B1 Wireless Controller with DX80 ISM 2.4 GHz Performance radio |
| DXM700-B1R4 | DXM700-B1 Wireless Controller with DX80 ISM 2.4 GHz MultiHop radio |
| DXM700-B1R5 | DXM700-B1 Wireless Controller with DX80 ISM 900 MHz MultiHop 100mW radio |

| Models | Description |
|---|---|
| DXM700-B2R1 | DXM700-B2 Wireless Controller with DX80 ISM 900 MHz Performance radio |
| DXM700-B2R3 | DXM700-B2 Wireless Controller with DX80 ISM 2.4 GHz Performance radio |

Cellular Communication—Controllers accept Banner LTE-M (CATM1) modems only. Cellular modems are ordered separately as accessories under the following part numbers:

Purchase one of these cellular modem kit models

| Cellular Kit Model | Kit Description | Important Notes |
|---|---|---|
| SXI-CATM1VZW-001 | Verizon CAT M1 cellular modem using Telit ME910 modem kit (Verizon part number SXIM1V). Includes a cellular modem, SIM card, internal adhesive antenna, external SMA antenna, and antenna cable. The SIM card is specific to the LTE-M technology and cannot be used in other cellular modems. Requires a LTE Verizon cellular wireless plan attached to the ICCID (SIM card) number and IMEI (International Mobile Equipment Identity) number. Cellular plans can be purchased through celldata.bannercds.com. | This cellular modem kit is for use in applications that require monthly data usage approaching 50 MB or 250 MB with push intervals no more frequent than every 10 minutes. This modem is only for use in the contiguous United States region. Please visit our support site for more details on coverage areas and cellular plan pricing. |
| SXI-CATM1ATT-001 | AT&T CAT M1 cellular modem using Telit ME910 modem kit (AT&T part number SXIM1A). Includes a cellular modem, SIM card, internal adhesive antenna, external SMA antenna, and antenna cable. The SIM card is specific to the LTE-M technology and cannot be used in other cellular modems. Requires a LTE AT&T cellular wireless plan attached to the ICCID (SIM card) number and IMEI (International Mobile Equipment Identity) number. Cellular plans can be purchased through celldata.bannercds.com. | This cellular modem kit is for use in applications that require monthly data usage approaching 50 MB or 250 MB with push intervals no more frequent than every 10 minutes. This modem is only for use in the North American region. Please visit our support site for more details on coverage areas and cellular plan pricing. |
| SXI-CATM1WW-001 | Worldwide CAT M1 cellular modem using Telit ME910 model kit. Includes a cellular modem, SIM card, internal adhesive antenna, external SMA antenna, and antenna cable. The SIM card is specific to the LTE-M/NB-IoT technology and cannot be used in other cellular modems. Requires an LTE cellular plan attached to the ICCID (SIM card) number and IMEI (International Mobile Equipment Identity) number. Cellular plans can be purchased through celldata.bannercds.com or a local roaming SIM provider. | This cellular modem kit is for use in applications that require monthly data usage approaching 50 MB or 250 MB with push intervals no more frequent than every 10 minutes. This modem is only for use in the European region within those coun- tries that are members of the EU/EEA and adopt RED/CE compliant products. Please visit our support site for more details on coverage areas and cellular plan pricing. |

## DXM700 Documentation

- DXM Wireless Controller Sell Sheet, p/n 194063
- DXM700-B1 and DXM700-B2 Wireless Controller Datasheet, p/n 207893
- DXM700-Bx Wireless Controller Instruction Manual, p/n 207894
- DXM ScriptBasic Instruction Manual, p/n 191745
- DXM Controller Configuration Quick Start, p/n 191247
- DXM Configuration Software v4 (p/n b_4496867)

- DXM Configuration Software Instruction Manual, p/n 209933
- DXM EDS Configuration file for Allen-Bradley PLCs
- EIP Configuration File for DXM7xx-BxR1 and R3 models (p/n 209068)
- Activating a Cellular Modem (p/n b_4419353)
- Additional technical notes and videos

For more information about the DXM700 family of products, including technical notes, configuration examples, and ScriptBasic program ex- amples, please refer to the Banner website: www.bannerengineering.com

## DXM700-Bx System Overview

Banner's DXM Logic Controller integrates Banner's wireless radio, cellular connectivity, and local I/O to provide a platform for the Industrial Internet of Things (IIoT

Modbus registers for internal local registers (Modbus ID 199)

Wireless Connectivity

Sure Cross Wireless Radio: DX80 900 MHz, DX80 2.4 GHz, MultiHop 900 MHz, or MultiHop 2.4 GHz

Cellular modem: LTE-M (United States) or LTE-M/NB-IoT (outside the United States)

| DXM700 System Overview | | | |
|---|---|---|---|
| Inputs and Outputs | Connectivity | Logic Controller | User Interface |
| Discrete outputs | Cellular | Action rules | LCD screen |
| | Sure Cross® radios | Programming language | LED indicators |
| | Ethernet | Scheduler | |
| | RS-485 client and server | Push to the cloud | |
| | | Data logging | |

| Local Registers | Type | Description |
|---|---|---|
| 1–845 | 32-bit integer | Local data registers |
| 846–849 | 32-bit integer | Reset, Constant, Timer |
| 851–900 | 32-bit non-volatile integer | Data flash, non-volatile |
| 901–1000 | | Reserved for internal use |
| 1001–5000 | Floating point | Floating point registers, local data registers |
| 5001–7000 | 32-bit integer | Local data registers |
| 7001–8000 | 32-bit non-volatile integer | Data flash, non-volatile |
| > 10000 | | Read-only virtual registers, system-level data |

Outputs—Four discrete PNP outputs (supply voltage minus 2 V, 100mA maximum at 30 V DC)

Connectivity—The DXM700's wired and wireless connectivity options make it easy to share data between local and remote equipment. The cellular modem option eliminates the need for IT infrastructures to connect remote equipment for sensing and control to IIoT cloud services. The integrated Sure Cross® wireless radio enables Modbus connectivity to remote sensors, indicators, and control equipment.Wired Connectivity

Ethernet: Modbus TCP (Client/Server) or Ethernet/IP Field Bus: Modbus RS-485 Client/Server

Logic Controller—Program the DXM700's logic controller using action rules and/or ScriptBasic language, which can execute concurrently. The control functions allow freedom when creating custom sensing and control sequences. The logic controller supports the Modbus protocol standards for data management, ensuring seamless integration with existing automation systems. File and LCD password protection is an option.

Register Mapping

Cyclical read rules from wireless devices or local wired Mod- bus devices that include optional scaling, error conditions, and the ability to activate a read rule

Cyclical or Change of State write rules to wireless devices or local wired Modbus devices with scaling

Modbus TCP Client read or write rules for external devices on the network

Action Rules

Thresholds (IF/THEN/ELSE) with timers, minimum on/off time, and logging options

Math/Logic Rules (arithmetic and bitwise operators) Control Logic (logical operators and SR/T/D/JK flip flops) Trending (multiple averaging filters) Tracking (counts, on/off times) Push data on condition

User programmable LCD Bind

Sure Cross radiZConduct a site survey to evaluate the radio signal integrity of radios within the network

View register and output information View system status and configuration

API Interface

Host Initiated control Web service integration

User Defined LED indicators

Indicates the status of the DXM700, processes, or equipment

## Applications Overvie

The DXM is ideal for smart factory and facilities applications, including:

- Productivity solutions, such as
  - Call for parts, service, or maintenance
  - Pick-to-light
  - OEE Tower light monitoring
- Predictive maintenance and continuous monitoring using
  - Vibration and temperature monitoring
  - Tank level monitoring
  - Non-contact condition monitoring
- Environmental monitoring and control, such as temperature and humidity monitoring

The DXM can provide visual indication using indicator lights, collect data, and interface with automation systems.

## Specifications

# Radio Specifications for Performance and MultiHop

Supplied Antenna

A 2 dB antenna ships with this device. High-gain antennas are available, but the transmit power and range depends on the antenna gain, environment, and line of sight. Always verify your wireless network's range by performing a Site Survey.

Radio Transmit Power (900 MHz, 1 Watt radios)

Conducted: 30 dBm (1 W)

EIRP with the supplied 2 dB antenna: < 36 dBm

Radio Transmit Power (2.4 GHz radios) Conducted: < 18 dBm (65 mW)

EIRP with the supplied 2 dB antenna: < 20 dBm (100 mW)

Radio Range

900 MHz (in 1 Watt mode): Up to 9.6 km (6 miles) with the supplied 2 dB antenna

2.4 GHz: Up to 3.2 km (2 miles) with the supplied 2 dB antenna

Antenna Minimum Separation Distance

900 MHz (transmitting at 150 mW and 250 mW): 2 m (6 ft) with the supplied 2 dB antenna

900 MHz (transmitting at 1 Watt): 4.57 m (15 ft) with the supplied 2 dB antenna

2.4 GHz: 0.3 m (1 ft) with the supplied 2 dB antenna

Antenna Connection

Ext. Reverse Polarity SMA, 50 Ohms

Max Tightening Torque: 0.45 N·m (4 lbf·in)

Spread Spectrum Technology

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

Link Timeout (Performance)

Gateway: Configurable via User Configuration Software Node: Defined by Gateway

Radio Packet Size (MultiHop)

900 MHz: 175 bytes (85 Modbus registers)

2.4 GHz: 75 bytes (37 Modbus registers)

900 MHz Compliance (SX7023 Radio Module)

Radio module is indicated by the product label marking

Contains FCC ID: UE3SX7023EXT: FCC Part 15, Subpart C, 15.247

Contains IC: 7044A-SX7023EXT

900 MHz Compliance (RM1809 Radio Module)

Radio module is indicated by the product label marking

Contains FCC ID: UE3RM1809: FCC Part 15, Subpart C, 15.247

Contains IC: 7044A-RM1809 IFT: RCPBARM13-2283

NOM NYCE

2.4 GHz Compliance (DX80-2400 Radio Module)

Radio module is indicated by the product label marking

Contains FCC ID: UE300DX80-2400: FCC Part 15, Subpart C, 15.247

Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EU Contains IC: 7044A-DX8024

ANATEL: 15966-21-04042

ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações

2.4 GHz Compliance (SX243 Radio Module)

Radio module is indicated by the product label marking

Contains FCC ID: UE3SX243: FCC Part 15, Subpart C, 15.247

Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EU

ETSI/EN: EN 300 328 V2.2.2 (2019-07) [RED HarmStds]

Contains IC: 7044A-SX243

ANATEL: 03737-22-04042

ANATEL Agência Nacional de Telecomunicações

## Environmental Specifications for the DXM700

Operating Conditions

–20 °C to +60 °C (–4 °F to +140 °F)

95% maximum relative humidity (non-condensing)

Radiated Immunity: 10 V/m (EN 61000-4-3)

Operating the devices at the maximum operating conditions for extended periods can shorten the life of the device.

Shock and Vibration

All models meet IEC 60068-2-6 and IEC 60068-2-27 testing criteria

Shock: 30G 11 ms duration, half sine wave per IEC 60068-2-27

Vibration: 10 Hz to 55 Hz, 0.5 mm peak-to-peak amplitude per IEC 60068-2-6

Environmental Rating

IP20

## RS-485 Communication Specifications

Communication Hardware (MultiHop RS-485)

Interface: 2-wire half-duplex RS-485

Baud rates: 9.6k, 19.2k (default), or 38.4k via DIP switches; 1200 and 2400 via the MultiHop Configuration Software

Data format: 8 data bits, no parity, 1 stop bit

## DXM700-B1 and B2 Power and IO Specifications

Supply Voltage

12 to 30 V DC (use only with a suitable Class 2 power supply (UL) or a Limited Power Source (LPS) (CE) power supply)

Power Consumption

35 mA average at 12 Volts (exclusive of load)

Logging

8 GB maximum; removable Micro SD card format

Security Protocols

VPN, SSL, and HTTPS

Power Connections

DXM700-B1: Wiring terminals

DXM700-B2: Barrel jack

Construction

Polycarbonate; DIN rail mount option

Communication Protocols

Modbus RTU Client/Server, Modbus TCP, and Ethernet/IP

Discrete Outputs

Four, PNP/Sourcing

Update Rate: 125 milliseconds ON

Condition: Supply minus 2 V OFF

Condition: Less than 2 V

Discrete Output Rating (PNP)

100 mA max current at 30 V DC

ON-State Saturation: Less than 3 V at 100 mA

OFF-state Leakage: Less than 10 µA

Required Overcurrent Protection

Certifications

Banner Engineering BV

Park Lane, Culliganlaan 2F bus 3
1831 Diegem, BELGIUM

WARNING: Electrical connections must be made by qualified personnel in ac- cordance with local and national electri- cal codes and regulations.

Turck Banner LTD Blenheim House
Blenheim Court
Wickford, Essex SS11 8YT
GREAT BRITAIN

(CE/UKCA approval only applies to 2.4 GHz models)

Overcurrent protection is required to be provided by end prod- uct application per the supplied table.

Overcurrent protection may be provided with external fusing or via Current Limiting, Class 2 Power Supply.

Supply wiring leads < 24 AWG shall not be spliced.

For additional product support, go to www.bannerengineering.com.

| Supply Wiring (AWG) | Required Overcurrent Protection (A) | Supply Wiring (AWG) | Required Overcurrent Protection (A) |
|---|---|---|---|
| 20 | 5.0 | 26 | 1.0 |
| 22 | 3.0 | 28 | 0.8 |
| 24 | 1.0 | 30 | 0.5 |




เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์นี้มีความสอดคล้องตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดทางเทคนิคของ กสทช.

(Approval only applies to the DXM700-B1R4 model)

Modbus® is a registered trademark of Schneider Electric USA, Inc.

## FCC Part 15 Class A for Intentional Radiators

This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environ- ment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruc- tion manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.

## Industry Canada Statement for Intentional Radiators

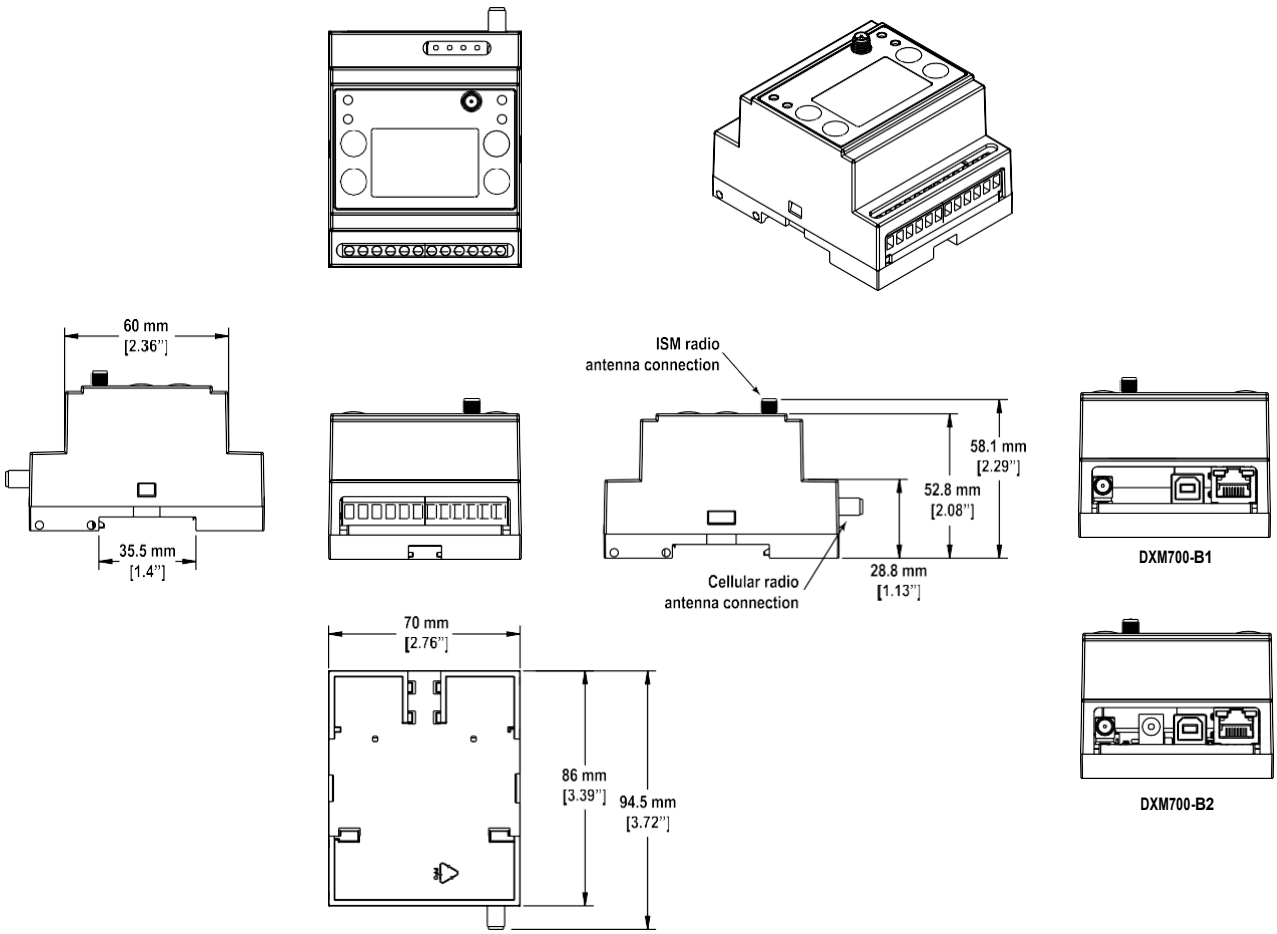
This device contains licence-exempt transmitters(s)/receiver(s) that comply with Innovation, Science and Economic Development Canada's licence-exempt RSS(s). Operation is subject to the following two conditions:

1. This device may not cause interference.
2. This device must accept any interference, including interference that may cause undesired operation of the device.

Cet appareil contient des émetteurs/récepteurs exemptés de licence conformes à la norme Innovation, Sciences, et Développement économique Canada. L'exploitation est autorisée aux deux conditions suivantes:

1. L'appareil ne doit pas produire de brouillage.
2. L'utilisateur de l'appareil doit accepter tout brouillage radioélectrique subi, même si le brouillage est susceptible d'en compromettre le fonctionnement.

## DXM700 Dimensions




All measurements are listed in millimeters [inches], unless noted otherwise.

## DXM700 Accessories

For a complete list of all the accessories for the Sure Cross wireless product line, please download the Accessories List (p/n b_3147091).

| | |
|---|---|
| Cordsets<br>MQDC1-506—5-pin M12, straight, single-ended, 6 ft<br>MQDC1-530—5-pin M12, straight, single-ended, 30 ft<br>MQDC1-506RA—5-pin M12, right-angle, single-ended, 6 ft<br>MQDC1-530RA—5-pin M12, right-angle, single-ended, 30 ft | Misc Accessories<br>BWA-CG.5-3X5.6-10—Cable Gland Pack: 1/2-inch NPT, Cordgrip for 3 holes of 2.8 to 5.6 mm diam, 10 pack<br>BWA-HW-052— Cable Gland and Vent Plug Pack: includes 1/2-inch NPT gland, 1/2-inch NPT multi-cable gland, and 1/2-inch NPT vent plug, one each |
| Static and Surge Suppressor<br>BWC-PRC827-DC—Surge Suppressor, bulkhead, DC Blocking, N-Type Female, N-Type Male | Antenna Cables<br>BWC-1MRSMN05—LMR200 RP-SMA to N-Type Male, 0.5 m<br>BWC-2MRSFRS6—LMR200, RP-SMA Male to RP-SMA Female Bulkhead, 6 m<br>BWC-4MNFN6—LMR400 N-Type Male to N-Type Female, 6 m |

Continued on page 7

Continued from page 6

Short-Range Omni Antennas
- BWA-2O2-D—Antenna, Dome, 2.4 GHz, 2 dBi, RP-SMA Box Mount
- BWA-9O2-D—Antenna, Dome, 900 MHz, 2 dBi, RP-SMA Box Mount
- BWA-9O2-RA—Antenna, Rubber Fixed Right Angle, 900 MHz, 2 dBi, RP-SMA Male Connector

Medium-Range Omni Antennas
- BWA-9O5-C—Antenna, Rubber Swivel, 900 MHz 5 dBi, RP-SMA Male Connector
- BWA-2O5-C—Antenna, Rubber Swivel, 2.4 GHz 5 dBi, RP-SMA Male Connector

Long-Range Omni Antennas
- BWA-9O8-AS—Antenna, Fiberglass, 3/4 Wave, 900 MHz, 8 dBi, N-Type Female Connector
- BWA-2O8-A—Antenna, Fiberglass, 2.4 GHz, 8 dBi, N-Type Female Connector

Long-Range Yagi Antennas
- BWA-9Y10-A—Antenna, 900 MHz, 10 dBd, N-Type Female Connector

Cellular Antenna
- BWA-CELLA-002—Cellular multiband, 2 dBi, RP-SMA male connection, 6.3 inch blade style. Datasheet: b_4475176

Enclosures and DIN Rail Kits
- BWA-AH864—Enclosure, Polycarbonate, with Opaque Cover, 8 × 6 × 4
- BWA-AH1084—Enclosure, Polycarbonate, with Opaque Cover, 10 × 8 × 4
- BWA-AH12106—Enclosure, Polycarbonate, with Opaque Cover, 12 × 10 × 6
- BWA-AH8DR—DIN Rail Kit, 8", 2 trilobular/self-threading screws
- BWA-AH10DR—DIN Rail Kit, 10", 2 trilobular/self-threading screws
- BWA-AH12DR—DIN Rail Kit, 12", 2 trilobular/self-threading screws

Power Supplies
- PSD-24-4—DC Power Supply, Desktop style, 3.9 A, 24 V DC, Class 2, 4-pin M12 quick disconnect (QD)
- PSDINP-24-06—DC power supply, 0.63 Amps, 24 V DC, with DIN Rail Mount, Class I Division 2 (Groups A, B, C, D) Rated
- PSDINP-24-13 —DC power supply, 1.3 Amps, 24 V DC, with DIN Rail Mount, Class I Division 2 (Groups A, B, C, D) Rated
- PSDINP-24-25 — DC power supply, 2.5 Amps, 24 V DC, with DIN Rail Mount, Class I Division 2 (Groups A, B, C, D) Rated
- PSW-24-1—DC power supply with multi-blade wall plug, 100–240 V AC 50/60 Hz input, 24 V DC 1 A output, UL Listed Class 2, 4-pin female M12 connector
- PSWB-24-1—DC power supply with multi-blade wall plug,100–240 V AC 50/60 Hz input, 24 V DC 1 A output, UL Listed Class 2, barrel jack connector

## Warnings

WARNING:

- Do not use this device for personnel protection
- Using this device for personnel protection could result in serious injury or death.
- This device does not include the self-checking redundant circuitry necessary to allow its use in personnel safe- ty applications. A device failure or malfunction can cause either an energized (on) or de-energized (off) output condition.

IMPORTANT: Please download the complete DXM700-Bx Wireless Controller technical documentation, available in multiple languages, from www.bannerengineering.com for details on the proper use, applications, Warnings, and instal- lation instructions of this device.

IMPORTANT: Por favor descargue desde www.bannerengineering.com toda la documentación técnica de los DXM700- Bx Wireless Controller, disponibles en múltiples idiomas, para detalles del uso adecuado, aplicaciones, advertencias, y las instrucciones de instalación de estos dispositivos.

IMPORTANT: Veuillez télécharger la documentation technique complète des DXM700-Bx Wireless Controller sur notre site www.bannerengineering.com pour les détails sur leur utilisation correcte, les applications, les notes de sécurité et les instructions de montage.

Install and properly ground a qualified surge suppressor when installing a remote antenna system. Remote antenna configurations installed without surge suppressors invalidate the manufacturer's warranty. Keep the ground wire as short as possible and make all ground connec- tions to a single-point ground system to ensure no ground loops are created. No surge suppressor can absorb all lightning strikes; do not touch the Sure Cross® device or any equipment connected to the Sure Cross® device during a thunderstorm.

Exporting Sure Cross® Radios. It is our intent to fully comply with all national and regional regulations regarding radio frequency emis- sions. Customers who want to re-export this product to a country other than that to which it was sold must ensure the device is approved in the destination country. The Sure Cross wireless products were certified for use in these countries using the antenna that ships with the prod- uct. When using other antennas, verify you are not exceeding the transmit power levels allowed by local governing agencies. This device has been designed to operate with the antennas listed on Banner Engineering's website and having a maximum gain of 9 dBm. Antennas not in- cluded in this list or having a gain greater than 9 dBm are strictly prohibited for use with this device. The required antenna impedance is 50 ohms. To reduce potential radio interference to other users, the antenna type and its gain should be so chosen such that the equivalent isotropically radiated power (EIRP) is not more than that permitted for successful communication. Consult with Banner Engineering Corp. if the destination country is not on this list.

IMPORTANT:

- Never operate a 1 Watt radio without connecting an antenna
- Operating 1 Watt radios without an antenna connected will damage the radio circuitry.
- To avoid damaging the radio circuitry, never apply power to a Sure Cross® Performance or Sure Cross Multi-Hop (1 Watt) radio without an antenna connected.

IMPORTANT:

- Electrostatic discharge (ESD) sensitive device
- ESD can damage the device. Damage from inappropriate handling is not covered by warranty.
- Use proper handling procedures to prevent ESD damage. Proper handling procedures include leaving devices in their anti-static packaging until ready for use; wearing anti-static wrist straps; and assembling units on a grounded, static-dissipative surface.

## Banner Engineering Corp Limited Warranty

Banner Engineering Corp. warrants its products to be free from defects in material and workmanship for one year following the date of shipment. Banner Engineering Corp. will repair or replace, free of charge, any product of its manufacture which, at the time it is returned to the factory, is found to have been defective during the warranty period. This warranty does not cover damage or liability for misuse, abuse, or the improper application or installation of the Banner product.

THIS LIMITED WARRANTY IS EXCLUSIVE AND IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES WHETHER EXPRESS OR IMPLIED (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE), AND WHETHER ARISING UNDER COURSE OF PERFORMANCE, COURSE OF DEALING OR TRADE USAGE.

This Warranty is exclusive and limited to repair or, at the discretion of Banner Engineering Corp., replacement. IN NO EVENT SHALL BANNER ENGINEERING CORP. BE LIABLE TO BUYER OR ANY OTHER PERSON OR ENTITY FOR ANY EXTRA COSTS, EXPENSES, LOSSES, LOSS OF PROFITS, OR ANY INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR SPECIAL DAMAGES RESULTING FROM ANY PRODUCT DEFECT OR FROM THE USE OR INABILITY TO USE THE PRODUCT, WHETHER ARISING IN CONTRACT OR WARRANTY, STATUTE, TORT, STRICT LIABILITY, NEGLIGENCE, OR OTHERWISE.

Banner Engineering Corp. reserves the right to change, modify or improve the design of the product without assuming any obligations or liabilities relating to any product previously manufactured by Banner Engineering Corp. Any misuse, abuse, or improper application or installation of this product or use of the product for personal protection applications when the product is identified as not intended for such purposes will void the product warranty. Any modifications to this product without prior express approval by Banner Engineering Corp will void the product warranties. All specifications published in this document are subject to change; Banner reserves the right to modify product specifications or update documentation at any time. Specifications and product information in English supersede that which is provided in any other language. For the most recent version of any documentation, refer to: www.bannerengineering.com.

For patent information, see www.bannerengineering.com/patents.

## Notas Adicionales (con Antena)

Información México: La operación de este equipo está sujeta a las siguientes dos condiciones: 1) es posible que este equipo o dispositivo no cause interferencia perjudicial y 2) este equipo debe aceptar cualquier interferencia, incluyendo la que pueda causar su operación no deseada.

Banner es una marca registrada de Banner Engineering Corp. y podrán ser utilizadas de manera indistinta para referirse al fabricante. "Este equipo ha sido diseñado para operar con las antenas tipo Omnidireccional para una ganancia máxima de antena de 6 dBd y Yagi para una ganancia máxima de antena 10 dBd que en seguida se enlistan. También se incluyen aquellas con aprobación ATEX tipo Omnidireccional siempre que no excedan una ganancia máxima de antena de 6dBd. El uso con este equipo de antenas no incluidas en esta lista o que tengan una ganancia mayor que 6 dBd en tipo omnidireccional y 10 dBd en tipo Yagi, quedan prohibidas. La impedancia requerida de la antena es de 50 ohms."

Approved Antennas

BWA-9O2-C--Antena, Omni 902-928 MHz, 2 dBd, junta de caucho, RP-SMA Macho BWA-9O5-C--Antena, Omni 902-928 MHz, 5 dBd, junta de caucho, RP-SMA Macho BWA-9O6-A--Antena, Omni 902-928 MHz, 6 dBd, fibra de vidrio, 1800mm, N Hembra BWA-9Y10-A--Antena, Yagi, 900 MHz, 10 dBd, N Hembra

## Mexican Importer

Banner Engineering de Mèxico, S. de R.L. de C.V. | David Alfaro Siqueiros 103 Piso 2 Valle oriente | San Pedro Garza Garcia Nuevo Leòn, C. P. 66269

81 8363.2714

Document title: DXM700-B1 and DXM700-B2 Wireless Controller
Datasheet Part number: 207893
Revision: M
© Banner Engineering Corp. All rights reserved.

207893

# ANEXO 3. DATASHEET DXM80

# Sure Cross® MultiHop H1 Data Radio

## Datasheet

The Sure Cross® wireless system is a radio frequency network with integrated I/O that operates in most environments to eliminate the need for wiring runs. Wireless MultiHop data radio networks are formed around a MultiHop master and one or more slaves andextend the range of a Modbus or other serial communication network.



900 MHz



900 MHz E Housing

- Wireless industrial I/O device with four sinking discrete inputs, two NMOS discrete outputs, two analog (0–20 mA) inputs, one thermistor input, one counter input, and two switch poweroutputs
- Selectable transmit power levels of 250 mW or 1 Watt for 900 MHz models and 65 mW for
  2.4 GHz models
- *Flex*Power® power options allow for 10 V DC to 30 V DC, solar, and battery power sourcesfor low power applications.
- Self-healing, auto-routing radio frequency network with multiple hops extends the network'srange and improves radio link performance
- Serial and I/O communication on a Modbus platform
- Message routing improves link performance
- DIP switches select operational modes: master, repeater, or slave
- Built-in site survey mode enables rapid assessment of a location's RF transmission properties
- Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) technology ensures reliable data delivery

## Models

| Model | Frequency | Power | Housing | I/O |
|---|---|---|---|---|
| **DX80DR9M-H1** | 900 MHz ISM Band | 10 to 30 V DC or battery supply module | IEC IP67; NEMA 6 | **Inputs**: Four sinking discrete, two 0 to 20 mA analog, one thermistor, one sinking counter<br>**Outputs**: Two NMOS discrete, two switch power<br>**Serial interface**: RS-485 |
| **DX80DR9M-H1E** | | 10 to 30 V DC or integrated battery | IP65, NEMA 4X | |
| **DX80DR2M-H1** | 2.4 GHz ISM Band | 10 to 30 V DC or battery supply module | IEC IP67; NEMA 6 | |
| **DX80DR2M-H1E** | | 10 to 30 V DC or integrated battery | IP65, NEMA 4X | |



DX80...C (IP20; NEMA 1) models are also available. To order this model with an IP20 housing, add a C to the end of the model number: DX80DR9M-H1C.

To order an integrated battery model without the battery, add a **-NB** to the model number. If you purchase a model without the battery, Banner Engineering recommends lithium D cell battery **BWA-BATT-001**.

## Configuration Instructions

## Setting Up Your MultiHop Network

To set up and install your wireless MultiHop network, follow these steps:

1. If your radios have DIP switches, configure the DIP switches of all devices.
2. Connect the sensors to the MultiHop radios if applicable.
3. Apply power to all devices.
4. If your MultiHop radio has rotary dials, set the MultiHop Radio (Slave) ID. If your MultiHop radio has no rotary dials, continueto the next step.
5. Form the wireless network by binding the slave and repeater radios to the master radio. If the binding instructions are notincluded in this datasheet, refer to the quick start guide or product manual.
6. Observe the LED behavior to verify the devices are communicating with each other.
7. Configure any I/O points to use the sensors connected to the Sure Cross devices.
8. Conduct a site survey between the MultiHop radios. If the site survey instructions are not included in this datasheet, refer tothe

product manual.

9. Install your wireless sensor network components. If the installation instructions are not included in this datasheet, refer to the product manual.

For additional information, refer to one of the following documents:

- MultiHop Data Radio Quick Start Guide: 152653
- MultiHop Data Radio Instruction Manual: 151317
- MultiHop Register Guide: 155289

## Configure the DIP Switches

Before changing DIP switch positions, disconnect the power. Any changes made to the DIP switches are not recognized until after power is cycled to the device.

For devices powered by batteries integrated into the housing, triple-click button 2, then double-click button 2 to reset the device without removing the battery.

For parameters not set using the DIP switches, use the configuration software to make configuration changes. For parameters setusing the DIP switches, the DIP switch positions override any changes made using the configuration software.

### Access the Internal DIP Switches

Follow these steps to access the internal DIP switches.



1. Unscrew the four screws that mount the cover to the bottom housing.
2. Remove the cover from the housing without damaging the ribbon cable or the pins the cable plugs into.
3. Gently unplug the ribbon cable from the board mounted into the bottom housing. Skip this step if there is no ribbon cable (integrated battery models) or the ribbon cable is glued down (C housing models).
4. Remove the black cover plate from the bottom of the device's cover.The DIP switches are located behind the rotary dials.
5. Make the necessary changes to the DIP switches.
6. Place the black cover plate back into position and gently push into place.
7. If necessary, plug the ribbon cable in after verifying that the blocked hole lines up with the missing pin.
8. Mount the cover back onto the housing.
9. DIP Switch Settings (MultiHop)

| | Switches | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Device Settings** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| Serial line baud rate 19200 OR User defined receiver slots | OFF [1] | OFF [1] | | | | | | |
| Serial line baud rate 38400 OR 32 receiver slots | OFF | ON | | | | | | |
| Serial line baud rate 9600 OR 128 receiver slots | ON | OFF | | | | | | |
| Serial line baud rate Custom OR 4 receiver slots | ON [2] | ON [2] | | | | | | |
| Parity: None | | | OFF [1] | OFF [1] | | | | |
| Parity: Even | | | OFF | ON | | | | |
| Parity: Odd | | | ON | OFF | | | | |
| Disable serial (low power mode) and enable the receiver slots select for switches 1-2 | | | ON [2] | ON [2] | | | | |
| Transmit power<br>900 MHz radios: 1.00 Watt (30 dBm)<br>2.4 GHz radios: 0.065 Watts (18 dBm) and 60 ms frame | | | | | OFF [1] | | | |
| Transmit power<br>900 MHz radios: 0.25 Watts (24 dBm)<br>2.4 GHz radios: 0.065 Watts (18 dBm) and 40 ms frame | | | | | ON | | | |
| Application mode: Modbus | | | | | | OFF [1] | | |
| Application mode: Transparent | | | | | | ON | | |
| MultiHop radio setting: Repeater | | | | | | | OFF [1] | OFF [1] |
| MultiHop radio setting: Master | | | | | | | OFF | ON |
| MultiHop radio setting: Slave | | | | | | | ON [2] | OFF [2] |
| MultiHop radio setting: Reserved | | | | | | | ON | ON |

10. [1] Default configuration
11. [2] Default configuration for the E housing models only

## Application Mode

The MultiHop radio operates in either Modbus mode or transparent mode. Use the internal DIP switches to select the mode ofoperation. All MultiHop

**Modbus** mode uses the Modbus protocol for routing packets. In Modbus mode, a routing table is stored in each parent device to optimize the radio traffic. This allows for point to point communication in a multiple data radio network and acknowledgement/retry of radio packets. To access a radio's I/O, the radios must be running in Modbus mode.

In **transparent** application mode, all incoming packets are stored, then broadcast to all connected data radios. The data communication is packet based and not specific to any protocol. The application layer is responsible for data integrity. For one to one data radios it is possible to enable broadcast acknowledgement of the data packets to provide better throughput. In transparent mode, there is no access to the radio's I/O.

## Baud Rate and Parity

The baud rate (bits per second) is the data transmission rate between the device and whatever it is physically wired to. Set the parity to match the parity of the device you are wired to.

## Disable Serial

Disable an unused local serial connection to reduce the power consumption of a data radio powered from the solar assembly or frombatteries. All radio communications remain operational.

## Receiver Slots

The number of receiver slots indicates the number of times out of 128 slots/frames the radio can transmit to its parent radio. Setting a slave's receiver slots to four reduces the total power consumption by establishing that the slave can only transmit to its parent fourtimes per 128 slots.

## Transmit Power Levels/Frame Size

The 900 MHz data radios can be operated at 1 watt (30 dBm) or 0.250 watt (24 dBm). For most models, the default transmit power is 1 watt.

For 2.4 GHz radios, the transmit power is fixed at 0.065 watt (18 dBm) and DIP switch 5 is used to set the frame timing. The default position (OFF) sets the frame timing to 60 milliseconds. To increase throughput, set the frame timing to 40 milliseconds. For battery-powered devices, increasing the throughput decreases battery life.

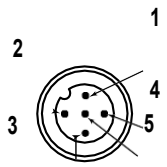
**Important:** Prior to date code 15341 and radio firmware version 3.6, the frame timing was 40 ms (OFF) or 20 ms(ON).

## Wire Your Sure Cross® Device

Use the following wiring diagrams to first wire the sensors and then apply power to the Sure Cross devices.

## Wiring Power and Ground

Connecting power to the communication pins will cause permanent damage. For *Flex*Power devices, do not apply more than 5.5 V to the gray wire. The FlexPower MultiHop radios operate equally well when powered from the brown or gray wire; it is not necessary to supply both. The power for the sensors can be supplied by the radio's SPx terminals or from the 10 to 30 V DC used to power theradio.

| 5-pin M12 Male Quick Disconnect Connector | Pin | Wire Color | Wiring Description |
|---|---|---|---|
|  | 1 | Brown (bn) | 10 to 30 V DC |
| | 2 | White (wh) | RS-485 / D1 / B / + |
| | 3 | Blue (bu) | DC common (GND) |
| | 4 | Black (bk) | RS-485 / D0 / A / - |
| | 5 | Gray (gy) | 3.6 to 5.5 V DC |

## Wiring for DX80...M-HxC Models for Power and Ground

Connecting power to the communication pins will cause permanent damage. For *Flex*Power devices, do not apply more than 5.5 V to the gray wire. The FlexPower MultiHop radios operate equally well when powered from the brown or gray wire; it is not necessary to supply both. The power for the sensors can be supplied by the radio's SPx terminals or from the 10 to 30 V DC used to power theradio.

| Terminal | Wiring Description | Terminal | Wiring Description |
|---|---|---|---|
| V+ | 10 to 30 V DC | Rx/- | RS-485 / D0 / A / - |
| Tx/+ | RS-485 / D1 / B / + | B+ | 3.6 to 5.5 V DC |
| V- | DC common (GND) | | |

## Wiring for DX80...E Radios

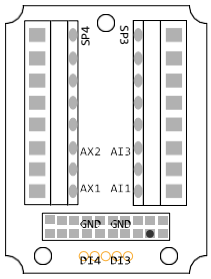
Connecting power to the communication pins will cause permanent damage. The integrated battery DX80...E radios may also be powered by 10 V DC to 30 V DC. The power for the sensors can be supplied by the radio's SPx terminals or from the 10 V DC to 30V DC used to power the radio. The BAT connection is a low voltage connection to the internal battery. Remove the internal battery if a low voltage source is connected to the BAT terminal. When powering the device from the integrated battery, the BAT connection must remain open.

| | | Integrated battery (RS-485) for P1E, M-H1E, M-H12E, and P16E Models | Integrated battery (RS-232) for P3E, P4E, M-H3E, and M-H4E Models |
|---|---|---|---|
| 1 2 3 4 BAT   | 1 | 10 V DC to 30 V DC (optional) | 10 V DC to 30 V DC (optional) |
| | 2 | RS-485 / D1 / B / + | RS-232 Tx |
| | 3 | dc common (GND) | dc common (GND) |
| | 4 | RS-485 / D0 / A / - | RS-232 Rx |

## Terminal Blocks and Wiring for M-H1 Models

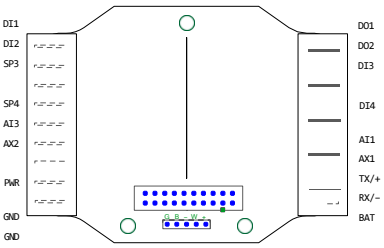
Connecting power to the communication pins will cause permanent damage. For the DX8*x*...C models, PWR in the wiring diagram refers to V+ on the wiring board and GND in the wiring diagram refers to V- on the wiring board. Do not exceed analog input ratings for analog inputs. Only connect sensor outputs to analog inputs. Refer to the Class I Division 2/Zone 2 control drawings (p/n 143086)for wiring specifications and limitations.

*Figure 1. M-H1*




AI*x* or A*x*. Analog IN *x*
AX1. Counter IN. AX2. Thermistor IN. DI*x*.
Discrete IN *x* DO*x*.
Discrete OUT *x*

*Figure 2. M-H1C*

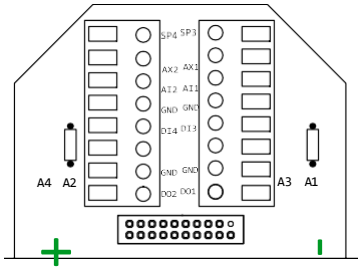



B+. 3.6 V DC to 5.5 V DC (use for batterypowered models only)

RX/-. Serial communication line for the Gateway.No connection for Nodes

TX/+. Serial communication line for the Gateway;no connection for Nodes

*Figure 3. M-H1E*




GND. Ground/DC common connectionPWR. 10 V DC to 30 V DC power connection

SP*x*. Switch Power; provides variable power sources for external devices

*Figure 4. Discrete Input Wiring for PNP Sensors*

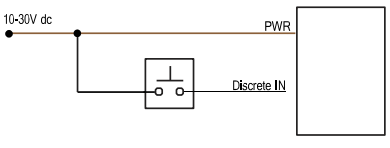



*Figure 5. Discrete Input Wiring for NPN Sensors*

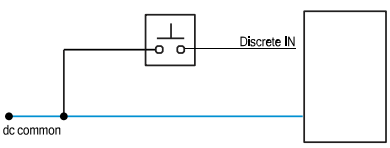



*Figure 6. Discrete Output Wiring (NPN or NMOS)*

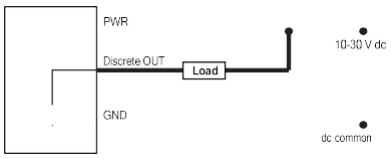



*Figure 7. Analog Input Wiring (10–30 V DC Power)*

*Figure 8. Analog Input Wiring (4–20 mA, 2-Wire, Externally-Powered Sensors)*

*Figure 9. Analog Input Wiring (4–20 mA, 2-Wire, Switch-Powered Sensors)*

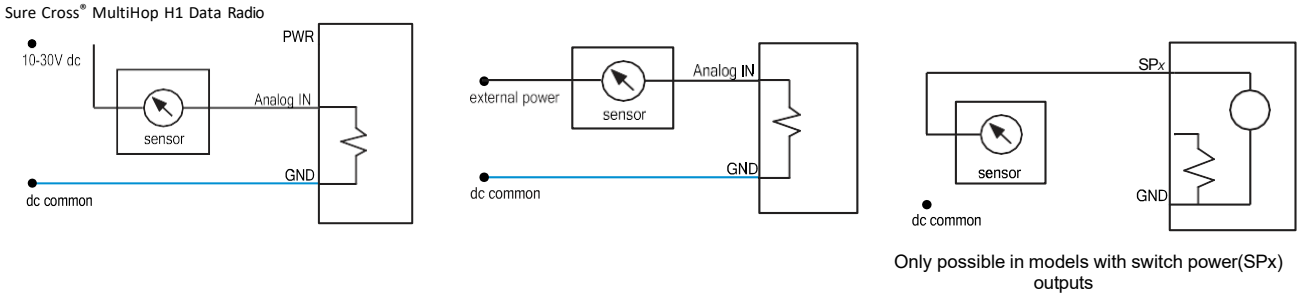
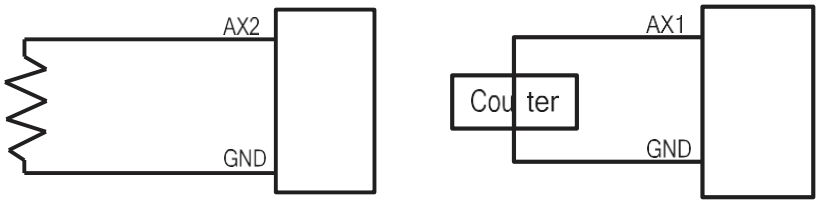



*Figure 10. Thermistor Inputs*

*Figure 11. Counter Inputs*




## Set the MultiHop Radio (Slave) ID

The slave ID is an identifying number used for devices within a Modbus system. When using more than one Modbus slave, assign each slave a unique ID number.

For MultiHop radios with rotary dials, use the rotary dials to set the device's MultiHop Radio ID. The left dial sets the left digit and theright dial sets the right digit.

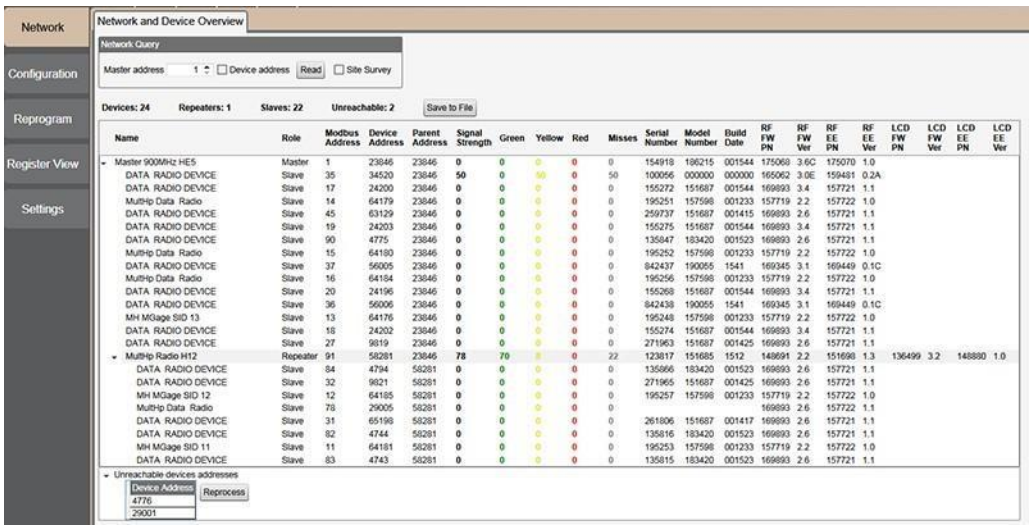
- Modbus Slave IDs 01 through 10—Reserved for slaves directly connected to the host (local I/O). Polling messagesaddressed to these devices are not relayed over the wireless link.
- Modbus Slave IDs 11 through 60—Use for MultiHop master, repeater, and slave radios. Up to 50 devices (local slaves andremote slaves) may be used in this system.

If your MultiHop radio does not have rotary dials, you must use the master radio to set the Slave ID during the binding process.

## MultiHop Configuration Software

Use Banner's MultiHop Configuration Software to view your MultiHop radio network and configure the radio and its I/O.

*Figure 12. MultiHop Configuration Software Network and Device Overview screen*




The software connects to a MultiHop master radio using one of four methods.

- Serial; using a USB to RS-485 (for RS-485 radios) or a USB to RS-232 (for RS-232 radios) converter cable.
- Modbus TCP; using an Ethernet connection to an Ethernet radio master.
- Serial DXM; using a USB cable to a DXM Controller to access a MultiHop master radio.

- TCP DXM: using an Ethernet connection to a DXM Controller to access a MultiHop master radio.

For MultiHop DX80DR9* models, Banner recommends using **BWA-UCT-900**, an RS-485 to USB adapter cable with a wall plug thatcan power your 900 MHz 1 Watt MultiHop radio while you configure it. The adapter cable is not required when connecting to a DXMController.

Download the most recent software revision from the Wireless Reference Library on Banner Engineering's website: www.bannerengineering.com.

## Installing Your Sure Cross® Radios

Please refer to one of these instruction manuals to install your wireless network components.

- Performance Wireless I/O Network Instruction Manual: 132607
- MultiHop Data Radio Instruction Manual: 151317

## Modbus Registers

| Register (4xxxx) | Input # | Input Type | Units | I/O Range | | Holding Register Representation | | Terminal Block Labels |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Min. Value | Max. Value | Min. (Dec.) | Max. (Dec.) | |
| 1 | 1 | Discrete IN 1 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DI1 |
| 2 | 2 | Discrete IN 2 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DI2 |
| 3 | 3 | Discrete IN 3 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DI3 |
| 4 | 4 | Discrete IN 4 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DI4 |
| 5 | 5 | Analog IN 1 | mA | 0.0 | 20.0 | 0 | 65535 | AI1 |
| 6 | 6 | | | | | | | |
| 7 | 7 | Analog IN 3 | mA | 0.0 | 20.0 | 0 | 65535 | AI3 |
| 8 | 8 | Thermistor | °F | -1638.3 | +1638.4 | -32768 | 32767 | AX2 |
| 9 | 9 | Counter IN 1 | MSW | 0 | 65535 | 0 | 65535 | AX1 |
| 10 | | | LSW | 0 | 65535 | 0 | 65535 | |

| Register (4xxxx) | Output # | Output Type | Units | I/O Range | | Holding Register Representation | | Terminal Block Labels |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Min. Value | Max. Value | Min. (Dec.) | Max. (Dec.) | |
| 501 | 1 | Discrete OUT 1 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DO1 |
| 502 | 2 | Discrete OUT 2 | - | 0 | 1 | 0 | 1 | DO2 |
| 503 | 3 | | | | | | | |
| 504 | 4 | | | | | | | |
| 505 | 5 | Switch Power 3 | | | | | | SP3 |
| 506 | 6 | Switch Power 4 | | | | | | SP4 |

## Modbus Addressing Convention

All Modbus addresses refer to Modbus holding registers. When writing your own Modbus scripts, use the appropriate commands forinterfacing to holding registers. Parameter description headings refer to addresses in the range of 40000 as is customary with Modbus convention.

## Modbus Register Configuration

Change the factory default settings for the inputs, outputs, and device operations using the device Modbus registers. To changeparameters, set the data radio network to Modbus mode and assign the data radio a valid Modbus slave ID.

Generic input or output parameters are grouped together based on the device input or output number: input 1, input 2, output 1 etc. Operation type specific parameters (discrete, counter, analog 4 to 20 mA) are grouped together based on the I/O type number: analog 1, analog 2, counter 1, etc. Not all inputs or outputs may be available for all models. To determine which specific I/O is available on your model, refer to the Modbus Input/Output Register Maps listed in the device's datasheet. For more information about registers, refer to the MultiHop Product Instruction Manual (p/n 151317).

## Factory Default Configuration

## Discrete Inputs (NPN)

| Enable | Sample | Boost Enable | Boost Warmup | Boost Voltage | Extended Input Read | NPN/PNP | Sample High | Sample Low |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ON | 40 ms | OFF | OFF | OFF | OFF | NPN | OFF | OFF |

### Analog Inputs

| Enable | Sample | Boost Enable | Boost Warmup | Boost Voltage | Extended Input Read | Analog Max | Analog Min | Enable Fullscale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ON | 1 sec | OFF | OFF | OFF | OFF | 20000 | 0 | ON |

## Thermistor Inputs

| Enable | Sample | Boost Enable | Boost Warmup | Boost Voltage | Extended Input Read | Analog Max | Analog Min | Enable Fullscale | Enable Deg F | Temp Scaling |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ON | 1 sec | OFF | OFF | OFF | OFF | 32767 | -32768 | OFF | Deg F | × 20 |

### Counter Inputs

| Enable | Sample | Boost Enable | Boost Warmup | Boost Voltage | Extended Input Read | Freq or Event Counter |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ON | 1 sec | OFF | OFF | OFF | OFF | Event |

## Discrete Outputs

| Enable | Flash Enable |
|---|---|
| ON | OFF |

### Switch Power

| I/O Group | Continuous Voltage | Default Output Voltage | Hold Last Voltage Enable |
|---|---|---|---|
| Switch Power (all) | 0 | 0 | OFF |

## Storage and Sleep Modes

**Storage Mode** (applies to battery-powered models only)—While in **storage mode**, the radio does not operate. To put any integratedbattery Sure Cross® radio into storage mode, press and hold button 1 for five seconds. To wake the device, press and hold button 1 for five seconds. The radio is in storage mode when the LEDs stop blinking, but in some models, the LCD remains on for an additional minute after the radio enters storage mode. After a device has entered storage mode, you must wait one minute before waking it.

**Sleep Mode** (applies to both battery and 10–30 V DC powered models)—During normal operation, the Sure Cross radio devices enter **sleep mode** after 15 minutes of operation. The radio continues to function, but the LCD goes blank. To wake the device, pressany button.

## Install or Replace the Battery on a DX80E Model

To replace the lithium "D" cell battery or batteries in any DX80E model, follow these steps.

1. Remove the four screws mounting the face plate to the housing and remove the face plate. If there is a radio cover on thefaceplate, do not remove the radio cover from the face plate.
2. If applicable, remove the discharged battery or batteries.
3. Install the new battery or batteries.
4. Verify the positive and negative terminals align to the positive and negative terminals of the battery holder mounted withinthe case.
5. Allow up to 60 seconds for the device to power up.
6. Properly dispose of used batteries according to local regulations by taking it to a hazardous waste collection site, an e-waste disposal center, or other facility qualified to accept lithium batteries.



**CAUTION:** There is a risk of explosion if the battery is replaced incorrectly.

For outside or high humidity environments, dielectric grease may be applied to the battery terminals to prevent moisture and corrosion buildup.

As with all batteries, these are a fire, explosion, and severe burn hazard. Do not burn or expose them to high temperatures. Do not recharge, crush, disassemble, or expose the contents to water.

For non-hazardous locations, the replacement battery is model **BWA-BATT-011**. For non-hazardous orhazardous locations, the replacement battery is Xeno model XL-205F, Banner model **BWA-BATT-001**.For pricing and availability, contact Banner Engineering.

# Specifications

## MultiHop Radio Specifications

**Radio Range** [3]

900 MHz, 1 Watt: Up to 9.6 km (6 miles)

2.4 GHz, 65 mW: Up to 3.2 km (2 miles)

**Antenna Minimum Separation Distance**

900 MHz, 150 mW and 250 mW: 2 m (6 ft)

900 MHz, 1 Watt: 4.57 m (15 ft)

2.4 GHz, 65 mW: 0.3 m (1 ft)

**Radio Transmit Power**

900 MHz, 1 Watt: 30 dBm (1 W) conducted (up to 36 dBm EIRP)

2.4 GHz, 65 mW: 18 dBm (65 mW) conducted, less than or equal to 20 dBm(100 mW) EIRP

**Spread Spectrum Technology**

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

**Antenna Connection**

Ext. Reverse Polarity SMA, 50 Ohms

Max Tightening Torque: 0.45 N·m (4 lbf·in)

**Radio Packet Size (MultiHop)**

900 MHz: 175 bytes (85 Modbus registers)

2.4 GHz: 75 bytes (37 Modbus registers)

**900 MHz Compliance (1 Watt)**

FCC ID UE3RM1809: FCC Part 15, Subpart C, 15.247IC: 7044A-RM1809

IFT: RCPBARM13-2283

(NOM approval only applies to 900 MHz models)

**2.4 GHz Compliance (MultiHop)**

FCC ID UE300DX80-2400: FCC Part 15, Subpart C, 15.247

Radio Equipment Directive (RED) 2014/53/EUIC: 7044A-DX8024

ANATEL: 15966-21-04042 Este equipamento não tem direito à proteção contra interferência prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados. Para maiores informações, consulte o site da ANATEL www.gov.br/anatel/pt-br/

## RS-485 Communication Specifications

**Communication Hardware (MultiHop RS-485)**

Interface: 2-wire half-duplex RS-485

Baud rates: 9.6k, 19.2k (default), or 38.4k via DIP switches; 1200 and 2400 via the MultiHop Configuration Software Data format: 8 data bits, no parity, 1 stop bit

## MultiHop H1 Specifications

**Supply Voltage**

FlexPower models: 10 V DC to 30 V DC (Outside the USA: 12 V DC to 24 VDC, ±10%) on the brown wire, or 3.6 V DC to 5.5 V DC low power option onthe gray wire [4]

Integrated battery models: 3.6 V DC (internal battery) or 10 V DC to 30 V DC

**Power Consumption**

Master radio consumption (900 MHz): Maximum current draw is < 100 mAand typical current draw is < 30 mA at 24 V DC. (2.4 GHz consumption is less.)

Repeater/slave radio consumption (900 MHz): Maximum current draw is < 40mA and typical current draw is < 20 mA at 24 V DC. (2.4 GHz consumption isless.)

### Housing

Polycarbonate housing and rotary dial cover; polyester labels; EDPM rubbercover gasket; nitrile rubber, non-sulphur cured button covers

Weight: 0.26 kg (0.57 lbs)

M-Hx and M-HxC models: Mounting: #10 or M5 (SS M5 hardware included)M-HxE models: Mounting: 1/4-inch or M7 (SS M7 hardware included)

Max. Tightening Torque: 0.56 N·m (5 lbf·in)

### Interface

Two bi-color LED indicators, Two buttons, Six character LCD

### Wiring Access

M-Hx models: Four PG-7, one 1/2-inch NPT, one 5-pin M12 male quick-disconnect connector

M-HxC models: External terminals

M-HxE models: Two 1/2-inch NPT ports

[3] Radio range is with the 2 dB antenna that ships with the product. High-gain antennas are available, but the range depends on the environment and line of sight. Always verify your wireless network's range by performing a Site Survey.

[4] For European applications, power this device from a Limited Power Source as defined in EN 60950-1.

### Discrete Inputs

Rating: 3 mA max current at 30 V DC
Sample Rate: 40 milliseconds

ON Condition (NPN): Less than 0.7 V

OFF Condition (NPN): Greater than 2 V or open

### Counter Inputs

Event counter: Input rating 1 Hz to 10 kHz (For battery powered devices, the recommended input rating is less than 1 kHz)

Rate (frequency) counter: 1 Hz to 25 kHz
Threshold: 1.7 V

### Analog Inputs

Rating: 24 mA

Impedance: Approximately 22 Ohms [5]

Sample Rate: 1 second

Accuracy: 0.1% of full scale +0.01% per °C
Resolution: 12-bit

### Certifications for DX8x...C (External Wiring Terminal) and DX8x...E Models

CSA: Class I Division 2 Groups ABCD, Class I Zone 2 AEx/Ex nA II T4 — Certificate: 1921239

ATEX: II 3 G Ex nA IIC T4 Gc (Group IIC Zone 2) — Certificate LCIE 10ATEX 1012 X

Refer to the Class I Division 2/Zone 2 control drawings (p/n 143086) for wiring specifications and limitations. Install the device in a suitable enclosure with provision for connection of Division 2 / Zone 2 wiring methods in accordance with local codes, as acceptable to the local inspection authorityhaving jurisdiction. All battery-powered devices must only use the lithium battery manufactured by Xeno, model XL-205F (Banner model number **BWA-BATT-001**).

### Certifications

**Banner Engineering Europe** Park Lane, Culliganlaan 2F bus 3, 1831 Diegem, BELGIUM

(CE approval only applies to 2.4 GHz models)

### Thermistor Input (MultiHop)

Model: Omega's 44006 or 44031 family of 10 kOhm thermistorsSample Rate: 1 second

Accuracy: 0.4 °C (10 °C to 50 °C); Up to 0.8 °C (−40 °C to 85 °C)

### Discrete Output Rating (MultiHop NMOS)

Less than 1 A max current at 30 V DC

ON-State Saturation: Less than 0.7 V at 20 mA

### Discrete Output ON Condition

Less than 0.7 V

### Discrete Output OFF Condition

Open

### Required Overcurrent Protection

**WARNING:** Electrical connections must be made by qualified personnel in accordance withlocal and national electrical codes and regulations.

Overcurrent protection is required to be provided by end product application per the supplied table.

Overcurrent protection may be provided with external fusing or via Current Limiting, Class 2 Power Supply.

Supply wiring leads < 24 AWG shall not be spliced.

For additional product support, go to www.bannerengineering.com.

| Supply Wiring (AWG) | Required Overcurrent Protection (Amps) |
|---|---|
| 20 | 5.0 |
| 22 | 3.0 |
| 24 | 2.0 |
| 26 | 1.0 |
| 28 | 0.8 |
| 30 | 0.5 |

## Environmental Specifications

### Operating Conditions

–40 °C to +85 °C (–40 °F to +185 °F) (Electronics); –20 °C to +80 °C (–4 °Fto +176 °F) (LCD)

95% maximum relative humidity (non-condensing)
Radiated Immunity: 10 V/m (EN 61000-4-3)

### Shock and Vibration

All models meet IEC 60068-2-6 and IEC 60068-2-27 testing criteriaShock: 30G 11 ms duration, half sine wave per IEC 60068-2-27 Vibration: 10 Hz to 55 Hz, 0.5 mm peak-to-peak amplitude per IEC60068-2-6

### Environmental Ratings

IEC IP67; NEMA 6

For installation and waterproofing instructions, go to www.bannerengineering.com and search for the complete instruction manual(p/n 151317)

Operating the devices at the maximum operating conditions forextended periods can shorten the life of the device.

## Environmental Specifications for the C Housings

| | |
|---|---|
| **Operating Conditions** | –40 °C to +85 °C (–40 °F to +185 °F) (Electronics); –20 °C to +80 °C (–4 °Fto +176 °F) (LCD) |

Sure Cross® MultiHop H1 Data Radio

95% maximum relative humidity (non-condensing)
Radiated Immunity: 10 V/m (EN 61000-4-3)

### Shock and Vibration

All models meet IEC 60068-2-6 and IEC 60068-2-27 testing criteriaShock: 30G 11 ms duration, half sine wave per IEC 60068-2-27 Vibration: 10 Hz to 55 Hz, 0.5 mm peak-to-peak amplitude per IEC60068-2-6

### Operating Conditions

–40 °C to +85 °C (–40 °F to +185 °F) (Electronics); –20 °C to +80 °C (–4 °Fto +176 °F) (LCD)

95% maximum relative humidity (non-condensing)
Radiated Immunity: 10 V/m (EN 61000-4-3)

### Shock and Vibration

All models meet IEC 60068-2-6 and IEC 60068-2-27 testing criteriaShock: 30G 11 ms duration, half sine wave per IEC 60068-2-27 Vibration: 10 Hz to 55 Hz, 0.5 mm peak-to-peak amplitude per IEC60068-2-6

### Environmental Ratings

"C" Housing Models/External wiring terminals: IEC IP20; NEMA 1

Refer to the Sure Cross® Wireless I/O Networks Instruction Manual (p/n132607) for installation and waterproofing instructions.

Operating the devices at the maximum operating conditions forextended periods can shorten the life of the device.

### Environmental Ratings

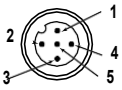
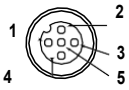
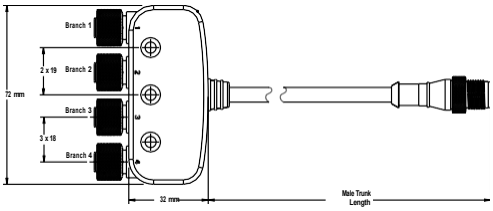
IP65

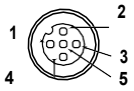
Refer to the Sure Cross® MultiHop Product Instruction Manual (p/n 151317)for installation and waterproofing instructions.

Operating the devices at the maximum operating conditions forextended periods can shorten the life of the

# Accessories

## Splitter Cordsets

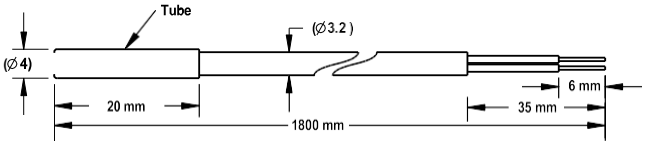
| 5-Pin Threaded M12 Splitter Cordset with Flat Junction—Double Ended | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Model** | **Trunk (Male)** | **Branches (Female)** | **Pinout (Male)** | **Pinout (Female)** |
| **CSB4-M1251M1250** | 0.3 m (0.98 ft) | Four (no cable) |  |  |
|  | | | 1 = Brown<br>2 = White<br>3 = Blue | 4 = Black<br>5 = Gray |

| 5-Pin Threaded M12 Splitter Tee | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Model** | **Description** | | **Pinout (Male)** | **Pinout (Female)** |
| **CSB-M1250M1250-T** | Female trunk, 1 female branch, 1 male branch |  | <br>1 = Brown<br>2 = White<br>3 = Blue | <br>4 = Black<br>5 = Green/Yellow |

## Thermistor Probes

**BWA-THERMISTOR-PROBE-003**

- Temperature sensor with thermistor **PS103G2**
- Beta Value(K) 0–50°C: 3575
- Base thermistor accuracy of 0.2%
- Operating Temperature Range: –20 °C to +105 °C (–4 °F to +221 °F)
- Maximum Power Rating: 30 mW at 25 °C; derated to 1 mW at 125 °C
- Dissipation Constant: 1 mW/°C
- 316 stainless steel finish; PVC insulation




## Included with the DX80 and DX80...C Models

**BWA-HW-002**: DX80 Access Hardware Kit, containing four PG-7 plastic threaded plugs, four PG-7 nylon gland fittings, fourP

- nuts, one 1/2-inch NPT plug, and one 1/2-inch nylon gland fitting. (Not included with IP20 DX80...C models)
- **BWA-HW-001**: Mounting Hardware Kit, containing four M5-0.8 × 25mm SS screws, four M5-0.8 × 16 mm SS screws, fourM5-0.8 mm SS hex nuts, and four #8-32 × 3/4" SS bolts
- **BWA-HW-003**: PTFE tape
- **BWA-9O2-C** (900 MHz) or **BWA-2O2-C** (2.4 GHz): Antenna, 2 dBd Omni, Rubber Swivel RP-SMA Male (not included withinternal antenna models)
- **MQDC1-506**: 5-pin M12 (single ended) straight cordset, 2 m (not included with FlexPower devices)
- **BWA-HW-011**: IP20 Screw Terminal Headers (2 pack) (included only with the IP20 DX80...C models)
- Product datasheet and product family Quick Start Guide (128185 for Performance models or 152653 for MultiHop models)

## Included with the DX80..E Models

- Mounting hardware kit
- BWA-HW-003: PTFE tape
- BWA-9O2-C (900 MHz) or BWA-2O2-C (2.4 GHz): Antenna, 2 dBd Omni, Rubber Swivel RP-SMA Male. (Not included withInternal antenna models)
- BWA-BATT-001: Replacement battery, 3.6 Volt, "D" Lithium Cell
- BWA-HW-032: Access Hardware for "E" Housing (One each of 1/2-inch plug, 1/2-inch gland)
- Product datasheet and product family Quick Start Guide (128185 for DX80 Gateways or 152653 for MultiHop models)

## Warnings

**Install and properly ground a qualified surge suppressor when installing a remote antenna system.** Remote antenna configurations installed without surge suppressors invalidate the manufacturer's warranty. Keep the ground wire as short as possible and make all ground connections to a single-point ground system to ensure no ground loops are created. No surge suppressor can absorb all lightning strikes; do not touch the Sure Cross® device or any equipment connected to the Sure Cross device during a thunderstorm.

**Exporting Sure Cross® Radios.** It is our intent to fully comply with all national and regional regulations regarding radio frequency emissions. **Customers who want to re-export this product to a country other than that to which it was sold must ensure the device is approved in the destination country.** The Sure Cross wireless products were certified for use in these countries using the antenna that ships with the product. When using other antennas, verify you are not exceeding the transmit power levels allowed by local governing agencies. This device has been designed to operate with the antennas listed on Banner Engineering's website and having a maximum gain of 9 dBm. Antennas not included in this list or having a gain greater that 9 dBm are strictly prohibited foruse with this device. The required antenna impedance is 50 ohms. To reduce potential radio interference to other users, the antennatype and its gain should be so chosen such that the equivalent isotropically radiated power (EIRP) is not more than that permitted forsuccessful communication. Consult with Banner Engineering Corp. if the destination country is not on this list.

**Important:** Please download the complete Sure Cross® MultiHop Data Radio technical documentation, available in multiple languages, from www.bannerengineering.com for details on the proper use, applications, Warnings, and installation instructions of this device.

**Important:** Por favor descargue desde www.bannerengineering.com toda la documentación técnica de los Sure Cross® MultiHop Data Radio, disponibles en múltiples idiomas, para detalles del uso adecuado, aplicaciones, advertencias, y las instrucciones de instalación de estos dispositivos.

**Important:** Veuillez télécharger la documentation technique complète des Sure Cross® MultiHop Data Radio sur notre site www.bannerengineering.com pour les détails sur leur utilisation correcte, les applications, les notes de sécurité et les instructions de montage.

**WARNING:**

- **Do not use this device for personnel protection**
- Using this device for personnel protection could result in serious injury or death.
- This device does not include the self-checking redundant circuitry necessary to allow its use in personnel safety applications. A device failure or malfunction can cause either an energized (on) or de-energized (off) output condition.

**Important:**

- **Never operate a 1 Watt radio without connecting an antenna**
- Operating 1 Watt radios without an antenna connected will damage the radio circuitry.
- To avoid damaging the radio circuitry, never apply power to a Sure Cross® Performance or Sure Cross MultiHop (1 Watt) radio without an antenna connected.

**Important:**

- **Electrostatic discharge (ESD) sensitive device**
- ESD can damage the device. Damage from inappropriate handling is not covered by warranty.

## Banner Engineering Corp. Limited Warranty

Banner Engineering Corp. warrants its products to be free from defects in material and workmanship for one year following the date of shipment. Banner Engineering Corp. will repair or replace, free of charge, any product of its manufacture which, at the time it is returned to the factory, is found to have been defective during the warranty period. This warranty does not cover damage or liability for misuse, abuse, or the improper application or installation of the Banner product.

**THIS LIMITED WARRANTY IS EXCLUSIVE AND IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES WHETHER EXPRESS OR IMPLIED (INCLUDING, WITHOUT LIMITATION, ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE), AND WHETHER ARISING UNDER COURSE OF PERFORMANCE, COURSE OF DEALING OR TRADE USAGE.**

This Warranty is exclusive and limited to repair or, at the discretion of Banner Engineering Corp., replacement. **IN NO EVENT SHALL BANNER ENGINEERING CORP. BE LIABLE TO BUYER OR ANY OTHER PERSON OR ENTITY FOR ANY EXTRA COSTS, EXPENSES, LOSSES, LOSS OF PROFITS, OR ANY INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR SPECIAL DAMAGES RESULTING FROM ANY PRODUCT DEFECT OR FROM THE USE OR INABILITY TO USE THE PRODUCT, WHETHER ARISING IN CONTRACT OR WARRANTY, STATUTE, TORT, STRICT LIABILITY, NEGLIGENCE, OR OTHERWISE.**

Banner Engineering Corp. reserves the right to change, modify or improve the design of the product without assuming any obligations or liabilities relating to any product previously manufactured by Banner Engineering Corp. Any misuse, abuse, or improper application or installation of this product or use of the product for personal protection applications when the product is identified as not intended for such purposes will void the product warranty. Any modifications to this product without prior express approval by Banner Engineering Corp will void the product warranties. All specifications published in this document are subject to change; Banner reserves the right to modify product specifications or update documentation at any time. Specifications and product information in English supersede that which is provided in any other language. For the most recent version of any documentation, refer to: www.bannerengineering.com.

For patent information, see www.bannerengineering.com/patents.

prejudicial e não pode causar interferência em sistemas devidamente autorizados. Para maiores informações, consulte o site da ANATEL www.gov.br/anatel/pt-br/

# ANEXO 4. DATASHEET SENSOR RFID

## SI-RF Non-Contact RF Safety Switch

BANNER
more sensors, more solutions

## Product Overview



For complete technical information about this product, including installation instructions, application requirements and guidelines, technical specifications, and accessories, go to www.bannerengineering.com and search for the instruction manual, p/n 208885.

- Sensor - Actuator pair with Unique, High and Low code options
- One SI-RF Safety Switch will meet Cat 4, PL e, or SIL CL 3 safety ratings
- Series connection of up to 32 sensors, maintaining the highest levels of safety
- Diagnostic options include In-Series Diagnostic (ISD) bussed signals and on-sensor LED codes
- PNP auxiliary outputs on select models indicate door status
- Protection class rating of IP69

## Models

| Model | Device | SI-RF Models | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Coding | Diagnostics | Reset | Connector |
| **SI-RFST-UP8** | Sensor | Unique | Series PNP | Automatic | 250 mm cable with an 8-pin M12 quick disconnect |
| **SI-RFST-HP8** | | High | | | |
| **SI-RFST-LP8** | | Low | | | |
| **SI-RFSL-UP8** | | Unique | | Manual | |
| **SI-RFSL-HP8** | | High | | | |
| **SI-RFSL-LP8** | | Low | | | |
| **SI-RFDT-UP8** | | Unique | In-Series Diagnostic (ISD) | Automatic | |
| **SI-RFDT-HP8** | | High | | | |
| **SI-RFDT-LP8** | | Low | | | |
| **SI-RFDL-UP8** | | Unique | | Manual | |
| **SI-RFDL-HP8** | | High | | | |
| **SI-RFDL-LP8** | | Low | | | |
| **SI-RFPT-U2M** | | Unique | Single PNP | Automatic | 2 m cable |
| **SI-RFPT-H2M** | | High | | | |
| **SI-RFPT-L2M** | | Low | | | |
| **SI-RFPT-UP5** | | Unique | | | 250 mm cable with an 5-pin M12 quick disconnect |
| **SI-RFPT-HP5** | | High | | | |
| **SI-RFPT-LP5** | | Low | | | |
| **SI-RF-A** | Actuator | Actuator/target for all switches | | | |
| **SI-RF-A2** | | Low Profile Actuator/target for all switches | | | |

In addition to the SI-RF sensor, a basic SI-RF system requires an actuator, a cable, and a safety monitoring device.

To order a 250 mm cable unit with a stainless steel connector, add a **CR** after the **P8** or **P5**. For example, **SI-RFDT-UP8** becomes **SI-RFDT-UP8CR**.Contact Banner Engineering for availability.

# Anexo 5. Manual de seguridad para visitantes del parque.

## BIENVENIDOS

**¡Estamos encantados de que hayas elegido Six Flags para pasar tu día!**

**Nuestro objetivo** es hacerlo divertido y memorable. Esta guía incluye información importante para ayudar a los visitantes a planificar su visita al parque y disfrutar de sus diferentes Juegos Mecánicos, atracciones, servicios y comodidades.

En esta guía podrá encontrar información específica para personas con discapacidad, junto con las políticas y reglas generales de nuestras instalaciones.

Trabajamos de cerca con los fabricantes de cada uno de nuestros Juegos Mecánicos y Atracciones, por lo que nuestras políticas incorporan los lineamientos que ellos establecen. Esperamos que esta guía ayude a nuestros visitantes a tomar las mejores decisiones para garantizar una divertida, segura y confortable experiencia en el parque.

Si en cualquier momento, usted necesita ayuda adicional o una explicación más detallada de nuestras políticas y directrices, siéntase libre de preguntar a cualquier empleado de Juegos Mecánicos y Atracciones de Six Flags.

Nuestro objetivo es dar cabida de forma segura y eficiente a las necesidades de todos nuestros visitantes.

Esta guía, junto con la disponibilidad de nuestros empleados podrá responder a cualquier pregunta y ofrecer asistencia que permitirá a los visitantes tener un día emocionante y seguro en el parque.

## ADVERTENCIAS GENERALES

**Estamos comprometidos en proporcionar un ambiente seguro durante su visita a Six Flags México.** Existen riesgos inherentes al participar en cualquier juego o atracción, nuestro objetivo es el garantizar su seguridad con la incorporación de algunas medidas de seguridad. Por tu seguridad, debes estar en perfecta condición de salud para subir a un juego mecánico o atracción. Solo tú conoces tus condiciones físicas o limitaciones.

Nuestros Juegos Mecánicos y Atracciones incorporan sistemas de seguridad diseñados por el fabricante para ajustar a una persona promedio en estatura y proporción de cuerpo. Estos sistemas cuentan con medidas de seguridad para que un individuo experimente de forma segura el juego.

Personas muy altas o pequeñas, con problemas cardíacos, de cuello o espalda, mujeres embarazadas, con reciente cirugía, yesos, prótesis, férulas, dispositivos inmovilizadores o ciertas discapacidades no podrán ser aseguradas de manera apropiada por los sistemas de seguridad en los Juegos Mecánicos y Atracciones.

Por ejemplo, un requerimiento de estatura está basado en la medida necesaria para que el sistema de seguridad funcione adecuadamente.

**Si sospecha que su integridad puede estar en riesgo por cualquier motivo**, o que podría agravarse una condición preexistente de cualquier tipo, **¡POR NINGUN MOTIVO SUBA!** a nuestros juegos mecánicos. Las características específicas, requerimientos del usuario y restricciones de salud de cada juego se encuentran en esta guía.

Al momento de hacer uso del Juego Mecánico y/o Atracción los visitantes deberán mantenerse sentados y recargados por si solos al respaldo de su

asiento, además de poder sostenerse de los puntos de sujeción, manteniendo esta postura durante el recorrido del juego. Al subir deberán conocer los requerimientos del Juego Mecánico y/o Atracción y utilizar apropiadamente los sistemas de seguridad tales como: barras, chalecos, cinturones u otro dispositivo, de acuerdo a las instrucciones impresas a la entrada de cada Juego Mecánico/Atracción, así como las instrucciones de los operadores de Juegos Mecánicos y/o Atracciones. Todos los visitantes deben externar por si mismos su voluntad para hacer uso de los mismos, así como mostrar su capacidad para cumplir con todos los requerimientos verbales y escritos de los operadores de los Juegos Mecánicos y/o Atracciones.

Six Flags realizará la determinación final con respecto a la elegibilidad de un visitante para subir a un juego en particular basado en las medidas de seguridad y requerimientos físicos establecidos por el fabricante de cada juego o atracción. La información en esta guía está sujeta a cambios previo aviso.

## RESPONSABILIDADES DEL USUARIO

Existen riesgos inherentes en la participación de un juego mecánico o atracción, usted tiene la obligación de ejercer un buen juicio, actuar de manera responsable y obedecer todas las indicaciones escritas y verbales, antes o durante la participación en un juego mecánico o atracción. Usted tiene el deber de utilizar correctamente el sistema o equipo de seguridad que se le proporcione.

## ESTACIONAMIENTO ACCESIBLE

Hay lugares asignados para personas con discapacidad en el estacionamiento, estos se van ocupado conforme nuestros visitantes llegan al parque. Al momento de ingresar, puede preguntar a un empleado sobre las instrucciones para llegar a su área designada. Se proporciona un espacio accesible tanto para auto como para camioneta. La etiqueta o distintivo de persona con discapacidad debe estar visible en el vehículo en todo momento mientas está estacionado. Si la zona designada para estacionarse está llena al momento de su llegada, con ayuda de sus acompañantes podrán descender cerca de la entrada al parque. Favor de preguntar a un empleado del parque por las instrucciones y por las áreas adicionales para estacionarse.

## SILLAS DE RUEDAS Y CARROS ELÉCTRICOS

Las sillas de ruedas y carros eléctricos están disponibles para renta a un costado del juego Superman el Último Escape. Se requiere un depósito en efectivo para la renta del equipo.

Si usted necesita salir del parque (estacionamiento), para dirigirse a su vehículo con una silla o carro eléctrico, es necesario que un miembro del equipo lo acompañe hasta la ubicación. **Puede pedir por ayuda en la oficina de Centro de Información ubicada en el pueblo francés.**

Los visitantes también pueden usar sus propias sillas de ruedas o carros eléctricos. La recarga de batería está disponible en la oficina de Centro de Información. Los carros eléctricos deberán ser conducidos de manera segura, únicamente una persona podrá ir en el carro eléctrico mientras esté en movimiento, deberá contar con mínimo 3 ruedas y no puede exceder los 8 km/h mientras se mueve dentro del parque.

Los visitantes con sillas de ruedas o carros eléctricos podrán ingresar al parque por los accesos destinados para este fin. Nuestras tiendas, restaurantes y la mayoría de los Juegos Mecánicos y Atracciones son accesibles para sillas de ruedas. Si se requiere de un acceso alterno, estas entradas se encuentran generalmente en la salida del juego y están

## SANITARIOS

Dentro del parque encontrarán baños accesibles para sillas de ruedas, puede consultar un mapa para su localización. Los miembros del equipo o las oficinas de Atención al Visitante pueden proporcionar información para su ubicación.

## ACCESO ALTERNO

La mayoría de los teatros, atracciones, restaurantes y tiendas del parque son accesibles a sillas de ruedas.

La mayoría de los Juegos Mecánicos y/o Atracciones, requieren que se traslade de la silla de ruedas al asiento del juego. Las entradas especiales para el acceso están disponibles para auxiliar a visitantes con movilidad asistida y con animales de servicio.

Estas entradas especiales se encuentran generalmente a la salida del juego e identificadas con el símbolo universal para personas con discapacidad.

El acceso, salida y cambio de silla de ruedas al asiento, deben llevarse a cabo de forma independiente por el visitante o con la ayuda de un acompañante de su grupo. El personal de Six Flags no está capacitado para levantar o transportar personas con discapacidad y por lo tanto no se les permite ayudar a los visitantes dentro o fuera de los Juegos Mecánicos/Atracciones.

No todos los Juegos Mecánicos/Atracciones tienen un acceso alterno, si tienes alguna duda, favor de contactar al operador del juego o ***para mayor información acudir a las oficinas de Atención al Visitante o al Centro de Información.***

## PROGRAMA DE ACCESO A LAS ATRACCIONES

Nuestro objetivo es dar cabida a las necesidades de seguridad de todos nuestros visitantes, al proporcionar igualdad de acceso a los Juegos Mecánicos y/o Atracciones. Nuestras políticas están diseñadas para cumplir con ADA (American with Disabilities Act)

El Programa de Accesibilidad a los Juegos Mecánicos y/o Atracciones está destinado para personas con discapacidad con el fin de que puedan disfrutar de las instalaciones del parque.

Cada atracción en Six Flags ha sido evaluada según los criterios necesarios para que los visitantes las utilicen con seguridad. Nuestros criterios para usuarios se basan en los requerimientos establecidos por el fabricante de cada juego mecánico o atracción y en la habilidad de los visitantes para utilizar de manera correcta cualquier sistema de seguridad mientras mantienen una postura adecuada durante todo el recorrido del juego. Es nuestra política permitir el abordaje de cualquier persona que cumpla con todos estos requisitos y que no comprometa su seguridad o la de alguien más.

Nuestro Programa de Accesibilidad a las Atracciones contempla las características individuales de nuestros visitantes y los requerimientos de cada Juego Mecánico y Atracción.

El Programa de Acceso a Atracciones está diseñado con el fin de dar un trato igualitario para el acceso a Juegos Mecánicos y/o Atracciones y no para evitar o "saltarse" las filas o reducir los tiempos de espera en los juegos mecánicos.

**A continuación, se muestran los procedimientos a seguir para todas aquellas personas que deseen utilizar el Programa de Acceso a Atracciones:**

Los visitantes deberán acudir a nuestro Centro de Información para elaborar su registro y obtener el Pase de Acceso a Atracciones y la Guía de Seguridad y Accesibilidad en la cual podrán revisar los requisitos de cada Juego Mecánico o Atracción. Esta guía también está disponible en nuestro sitio web.

**La información necesaria para el registro incluye:**

- Nombre de la persona
- Número de acompañantes
- Número telefónico
- Si requiere alguna asistencia especial

**El Programa NO garantiza el acceso a los Juegos Mecánicos y/o Atracciones. Se deberá consultar esta Guía de Seguridad y Accesibilidad para ver los requerimientos de cada Juego Mecánico o Atracción.**

**No omitimos mencionar que toda su información se encuentra debidamente protegida, tal y como se establece en nuestro aviso de privacidad, mismo que se encuentra a su disposición para consulta en nuestras instalaciones o en nuestro sitio web en** https://www.sixflags.com.mx/mexico/privacy-policy

**PROCEDIMIENTO DE ENTREGA Y USO DEL PASE DE ACCESO A ATRACCIONES**

Después de realizar el registro de la información del visitante y conocer los lineamientos del programa, se entregará un brazalete y el Pase de Acceso a Atracciones. Para su uso se deberán seguir los siguientes pasos:

**PASO 1:** La hora para subir al primer Juego Mecánico o Atracción será designado por un miembro del equipo en la oficina de Centro de Información.

**PASO 2:** Diríjase al juego en el horario indicado y presente este pase al operador, después de colocar sus iniciales, el operador le indicará el momento para subir al juego. Habrá una breve espera mientras se coordina su abordaje. Si se solicita un lugar en específico se puede extender el tiempo de espera.

**PASO 3:** Para los Juegos Mecánicos y/o Atracciones subsecuentes deberá dirigirse con los operadores responsables en estos puntos y presentar el brazalete y Pase de Acceso a Atracciones para que se programe su hora de abordaje. La hora de abordaje se determinará con base en el tiempo de espera de cada juego y/o atracción. Cualquier miembro de su grupo puede realizar este paso.

Se puede acceder a los Juegos Mecánicos y/o Atracciones que no se enlisten en el pase a través del acceso para personas con discapacidad siempre y cuando se cumplan los requerimientos del juego o atracción. Deberá mostrar el brazalete y el Pase de Acceso a Atracciones. Habrá una breve espera mientras los operadores coordinan su abordaje.

En un esfuerzo por proporcionar un trato igualitario a todos nuestros visitantes, aquellos visitantes con discapacidad podrán ser acompañados por hasta 3 acompañantes. En caso de que el número de acompañantes sea mayor a 3, estos deberán formarse en la fila regular para hacer uso del Juego Mecánico o Atracción.

El titular del Pase de Acceso a Atracciones deberá ingresar al juego para que sus acompañantes puedan subir por el acceso para personas con discapacidad.

***Si la persona con el Pase de Acceso a Atracciones decide no subir, sus acompañantes deben hacer la fila regular.***

Puede esperar en un lugar cómodo mientras llega la hora de su acceso al Juego Mecánico o Atracción o cuando el resto de su grupo llegue a la zona de abordaje.

El Pase de Acceso a Atracciones está destinado para personas que requieran ayuda en su movilidad, con animales de servicio y/o alguna discapacidad que requiera un acceso alterno a los Juegos Mecánicos y/o Atracciones y que no pueda formarse en la fila.

Este pase no está diseñado para evitar o saltarse las filas. El periodo de espera será el tiempo promedio que se tenga en el juego mecánico o atracción seleccionado en ese momento.

Las personas que utilicen de forma incorrecta el Pase de Acceso a Atracciones estarán expuestas a que se les retire el pase y se le expulse de las instalaciones de Six Flags México sin derecho a reembolso.

Nuestros procedimientos se han desarrollado teniendo en cuenta su seguridad y comodidad ya que nos esforzamos por brindar un trato justo y equitativo para todos nuestros visitantes.

Los accesos para sillas de ruedas varían por juego. Por favor guíese en la señalización.

## YESOS, PROTESIS, FERULAS, DISPOSITIVOS INMOVILIZADORES U OTROS DISPOSITIVOS MEDICOS PARA AYUDA DE MOVILIDAD

Para su seguridad y la seguridad de los demás, se les podrá pedir a los usuarios retirarse cualquier dispositivo médico, incluidos: muletas, bastones, prótesis y cualquier otro tipo de dispositivo de asistencia médica para evitar daños o pérdidas derivado de los movimientos bruscos del juego.

Estos dispositivos evitan que los sistemas de seguridad trabajen adecuadamente, que el usuario mantenga una postura correcta durante el funcionamiento del Juego Mecánico y/o Atracción, además de representar un riesgo para él mismo u otras personas. Si tiene dudas sobre las medidas de seguridad para experimentar un Juego Mecánico y/o Atracción, consulte los letreros de restricciones ubicados en las entradas de los mismos. También puede consultarlo con un operador del Juego Mecánico y/o Atracción.

Puede consultar la sección "Información de Juegos Mecánicos" de esta guía para obtener información específica sobre los dispositivos médicos y de ayuda de movilidad permitidos en cada Juego Mecánico y/o Atracción. Si tiene alguna duda, consulte a un operador de Juegos Mecánicos o acuda a la oficina de ***Centro de información ubicado en Pueblo Francés.***

## COMPLEXIÓN ROBUSTA O PERSONAS MUY ALTAS

Nuestros Juegos Mecánicos y/o Atracciones incorporan sistemas de seguridad diseñados por el fabricante para ajustar a una persona promedio en estatura y proporción de cuerpo. Estos sistemas pueden poner restricciones para que un individuo experimente de forma segura el Juego Mecánico y/o Atracción.

De esta manera todos los sistemas de seguridad como cinturones, barras, chalecos u otros deben estar posicionados y asegurados correctamente. Debido a los requerimientos de los sistemas de seguridad, visitantes muy altos o robustos podrían no subir en algunos Juegos Mecánicos y/o Atracciones.

## SUPERMAN EL ÚLTIMO ESCAPE

**Híper montaña rusa de gran velocidad con caídas libres, vueltas rápidas, paradas repentinas.**

**Restricción de estatura: A partir de 1.30 m podrán ingresar solos.**

**Requerimientos Físicos**: Todos los usuarios deberán, por si solos, permanecer sentados y con una postura erguida recargando su espalda en el asiento del juego durante su funcionamiento, manteniendo brazos, manos y piernas dentro del vehículo del juego en todo momento.

Todos los sistemas de seguridad deberán ajustarse al invitado de manera correcta. Debido al diseño de los sistemas de seguridad y de los asientos, es posible que algunos invitados de complexión muy robusta o muy altos no puedan hacer uso del juego.

Para su seguridad y la seguridad de los demás, los usuarios deberán retirarse cualquier dispositivo médico, incluidos, muletas, bastones, prótesis y cualquier otro tipo de dispositivo de asistencia médica para evitar daños o pérdidas derivado de los movimientos bruscos del juego.

**Se deberá contar con al menos un (1) brazo completo con mano funcional capaz de sujetarse y dos (2) piernas completas.**

No se permiten yesos, prótesis ni férulas en brazos y piernas

Personas en sillas de ruedas deberán pasar de la silla al asiento del juego con ayuda de un acompañante

**Acceso al juego:** Los invitados podrán usar la salida y presentar su Pase de Acceso a Atracciones para que un operador le anote el tiempo de espera o en caso de ser la hora de acceso poder ingresar.

**Política de artículos perdidos:** Artículos como teléfonos celulares, llaves, carteras u objetos pequeños deben ser asegurados ya que ningún miembro del equipo de Six Flags se hace responsable por perdida o daño.

Todos aquellos artículos que no puedan ser asegurados deberán ser resguardados en algún locker del parque o se deberán dejar bajo el cuidado de algún acompañante que no haga uso del Juego Mecánico y/o Atracción.

## SUPERMAN KRYPTON COASTER

**Montaña familiar con ligeras caídas y vueltas rápidas.**

**Restricción de estatura: 0.90 m acompañados de un adulto, a partir de 1.20 m podrán ingresar solos.**

**Requerimientos Físicos**: Todos los usuarios deberán, por si solos, permanecer sentados y con una postura erguida recargando su espalda en el asiento del juego durante su funcionamiento, manteniendo brazos, manos y piernas dentro del vehículo del juego en todo momento.

Todos los sistemas de seguridad deberán ajustarse al invitado de manera correcta. Debido al diseño de los sistemas de seguridad y de los asientos, es posible que algunos invitados de complexión muy robusta o muy altos no puedan hacer uso del juego.

**Se deberá contar con al menos un (1) brazo completo con mano funcional capaz de sujetarse y dos (2) piernas completas o Dos (2) brazos completos con manos funcionales capaz de sujetarse y una (1) pierna completa.**

No se permite el uso de férulas ni yesos en piernas.

Férulas y yesos en brazos siempre y cuando se tenga flexibilidad en el codo y no obstaculicen el correcto funcionamiento de los sistemas de seguridad.

Personas en sillas de ruedas deberán pasar de la silla al asiento del juego con ayuda de un acompañante

**Acceso al juego:** Los invitados podrán usar la salida y presentar su brazalete para que el operador le de acceso al juego en el ciclo siguiente.

**Política de artículos perdidos:** Artículos como teléfonos celulares, llaves, carteras u objetos pequeños deben ser asegurados ya que ningún miembro del equipo de Six Flags se hace responsable por perdida o daño.

Todos aquellos artículos que no puedan ser asegurados deberán ser resguardados en algún locker del parque o se deberán dejar bajo el cuidado de algún acompañante que no haga uso del Juego Mecánico y/o Atracción.