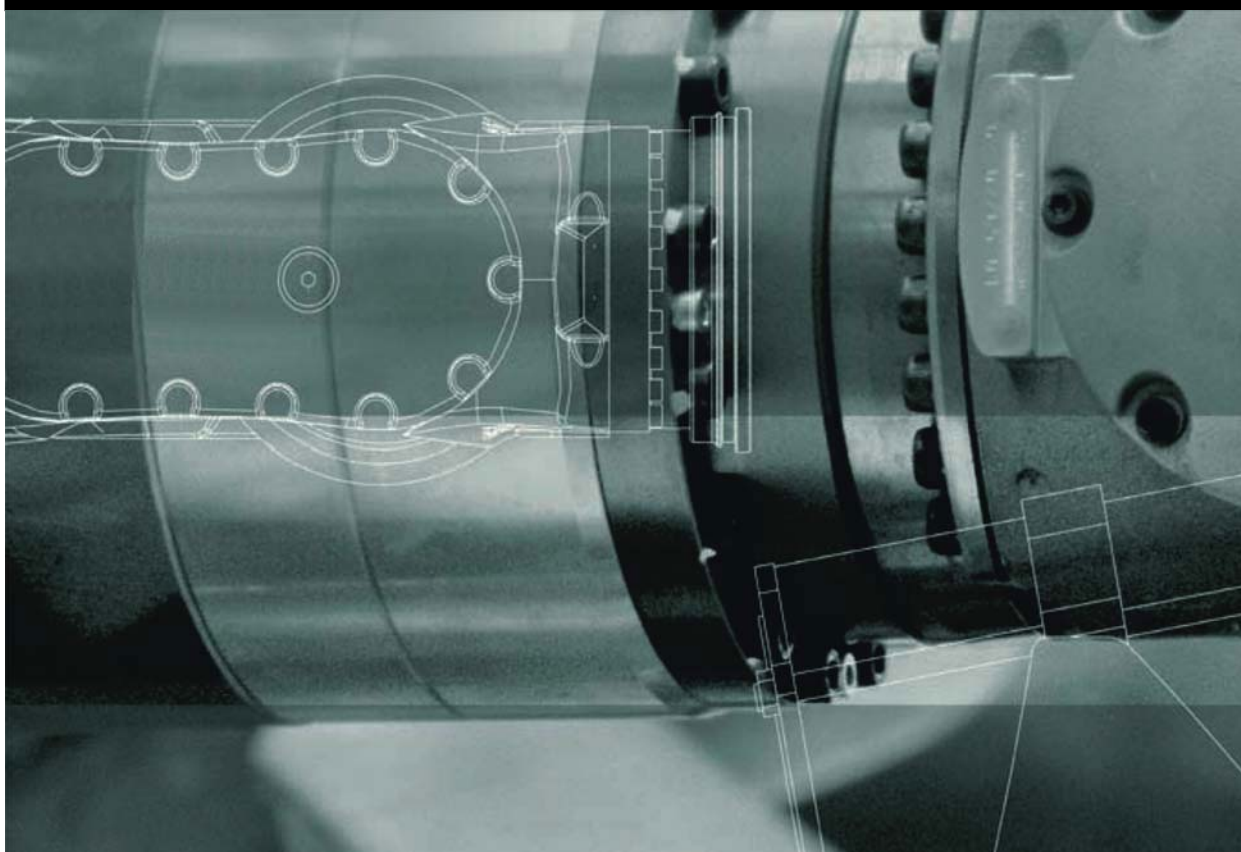


**Controller**

KUKA Roboter GmbH

## **KRC 4 compact**

**Instrucciones de montaje**



Edición: 24.05.2016

Versión: MA KR C4 compact V9



© Copyright 2016

KUKA Roboter GmbH  
Zugspitzstraße 140  
D-86165 Augsburg  
Alemania

La reproducción de esta documentación – o parte de ella – o su facilitación a terceros solamente está permitida con expresa autorización del KUKA Roboter GmbH.

Además del volumen descrito en esta documentación, pueden existir funciones en condiciones de funcionamiento. El usuario no adquiere el derecho sobre estas funciones en la entrega de un aparato nuevo, ni en casos de servicio.

Hemos controlado el contenido del presente escrito en cuanto a la concordancia con la descripción del hardware y el software. Aún así, no pueden excluirse totalmente todas las divergencias, de modo tal, que no aceptamos responsabilidades respecto a la concordancia total. Pero el contenido de estos escritos es controlado periódicamente, y en casos de divergencia, éstas son enmendadas y presentadas correctamente en la edición siguiente.

Reservados los derechos a modificaciones técnicas que no tengan influencia en el funcionamiento.

Traducción de la documentación original

KIM-PS5-DOC

Publicación: Pub MA KR C4 compact (PDF) es

Estructura de libro: MA KR C4 compact V10.1

Versión: MA KR C4 compact V9

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>7</b>
1.1	Documentación del robot industrial	7
1.2	Representación de observaciones	7
1.3	Marcas	7
1.4	Términos utilizados	8
<b>2</b>	<b>Destinación</b>	<b>9</b>
2.1	Grupo destinatario	9
2.2	Utilización conforme a los fines previstos	9
<b>3</b>	<b>Descripción del producto</b>	<b>11</b>
3.1	Descripción del robot industrial	11
3.2	Resumen de la unidad de control del robot	11
3.3	Caja de mando	12
3.3.1	PC de control	13
3.3.2	Cabinet Control Unit Small Robot	13
3.3.3	Fuente de alimentación de baja tensión	14
3.3.4	Acumuladores	14
3.3.5	Filtro de red	14
3.4	Caja de accionamiento (Drive Configuration (DC))	14
3.5	Descripción de las interfaces	15
3.5.1	Interfaces del PC de control	16
3.5.1.1	Interfaces del PC de la placa base D3076-K	17
3.5.1.2	Interfaces del PC de la placa base D3236-K	18
3.6	Refrigeración	19
<b>4</b>	<b>Datos técnicos</b>	<b>21</b>
4.1	Dimensiones	23
4.2	Cabinet Interface Board Small Robot	23
4.3	Medidas del soporte del smartPAD (opción)	24
4.4	Dimensiones escuadra del asidero	25
4.5	Carteles	25
4.6	REACH Deber de información según el art. 33 de la normativa (CE) 1907/2006	26
<b>5</b>	<b>Seguridad</b>	<b>27</b>
5.1	Generalidades	27
5.1.1	Observaciones sobre responsabilidades	27
5.1.2	Uso conforme a lo previsto del robot industrial	27
5.1.3	Declaración de conformidad de la CE y declaración de montaje	28
5.1.4	Términos utilizados	28
5.2	Personal	30
5.3	Campos y zonas de trabajo, protección y de peligro	32
5.3.1	Determinación de las distancias de parada	32
5.4	Causa de reacciones de parada	32
5.5	Funciones de seguridad	33
5.5.1	Resumen de las funciones de seguridad	33
5.5.2	Control de seguridad	34
5.5.3	Selección de modos de servicio	34

5.5.4	Señal "Protección del operario" .....	35
5.5.5	Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA .....	36
5.5.6	Cerrar la sesión del control de seguridad superior .....	36
5.5.7	Dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA .....	37
5.5.8	Dispositivo de validación .....	37
5.5.9	Dispositivo de validación externo .....	38
5.5.10	Parada de servicio externa segura .....	38
5.5.11	Parada de seguridad externa 1 y parada de seguridad externa 2 .....	38
5.5.12	Control de velocidad en T1 .....	38
5.6	Equipamiento de protección adicional .....	38
5.6.1	Modo paso a paso .....	38
5.6.2	Interruptor de final de carrera de software .....	38
5.6.3	Topes finales mecánicos .....	39
5.6.4	Limitación mecánica de la zona del eje (opción) .....	39
5.6.5	Control del campo del eje (opción) .....	39
5.6.6	Posibilidades de mover el manipulador sin energía impulsora .....	40
5.6.7	Identificaciones en el robot industrial .....	40
5.6.8	Dispositivos de seguridad externos .....	40
5.7	Resumen de los modos de servicio y de las funciones de protección .....	41
5.8	Medidas de seguridad .....	42
5.8.1	Medidas generales de seguridad .....	42
5.8.2	Transporte .....	43
5.8.3	Puesta en servicio y reanudación del servicio .....	43
5.8.3.1	Comprobación de los datos de la máquina y la configuración de seguridad ..	45
5.8.3.2	Modo de puesta en servicio .....	46
5.8.4	Modo de servicio manual .....	47
5.8.5	Simulación .....	48
5.8.6	Modo de servicio automático .....	48
5.8.7	Mantenimiento y reparación .....	49
5.8.8	Cese del servicio, almacenamiento y eliminación de residuos .....	50
5.8.9	Medidas de seguridad para el "Single Point of Control" .....	50
5.9	Normas y prescripciones aplicadas .....	52
<b>6</b>	<b>Planificación .....</b>	<b>55</b>
6.1	Resumen Planificación .....	55
6.2	Compatibilidad electromagnética (CEM) .....	55
6.3	Condiciones de colocación y montaje .....	55
6.4	Condiciones para la conexión .....	56
6.5	Conexión a la red .....	57
6.6	Interfaz de seguridad X11 .....	58
6.6.1	Interfaz de seguridad X11 .....	58
6.6.2	Ejemplo de conexión del circuito de PARADA DE EMERGENCIA y del dispositivo de seguridad .....	61
6.6.3	Ejemplos de circuitos para entradas y salidas seguras .....	63
6.7	Funciones de seguridad a través de la interfaz de seguridad Ethernet .....	65
6.7.1	Pulsador de validación, circuito básico .....	69
6.7.2	SafeOperation a través de la interfaz de seguridad Ethernet (opción) .....	70
6.7.3	Interfaz Ethernet X66 (RJ45) .....	74
6.8	Test de ajuste .....	74

6.9	X65 Interfaz EtherCAT .....	74
6.10	KUKA Service Interface X69 .....	75
6.11	Conexión equipotencial PE .....	76
6.12	Nivel de eficiencia .....	77
6.12.1	Valores PFH de las funciones de seguridad .....	77
<b>7</b>	<b>Transporte .....</b>	<b>79</b>
7.1	Transporte de la unidad de control del robot .....	79
<b>8</b>	<b>Puesta en servicio y reanudación del servicio .....</b>	<b>81</b>
8.1	Resumen Puesta en servicio .....	81
8.2	Instalación de la unidad de control del robot .....	82
8.3	Conexión de los cables de unión .....	82
8.3.1	X20 Conector del motor .....	82
8.3.2	Cable de datos X21 .....	83
8.4	Enchufar el KUKA smartPAD .....	83
8.5	Conectar la conexión equipotencial (puesta a tierra) .....	84
8.6	Cancelar la protección contra la descarga de los acumuladores .....	84
8.7	Conexión de la unidad de control del robot a la red .....	85
8.7.1	Conexión a la red de la unidad de control del robot con el conector de red .....	85
8.7.2	Conectar a la red la unidad de control del robot sin el conector de red .....	85
8.8	Configurar y enchufar el conector X11 .....	86
8.9	Conectar la unidad de control del robot .....	86
<b>9</b>	<b>Servicio técnico de KUKA .....</b>	<b>87</b>
9.1	Requerimiento de asistencia técnica .....	87
9.2	KUKA Customer Support .....	87
	<b>Índice .....</b>	<b>95</b>



# 1 Introducción

## 1.1 Documentación del robot industrial

La documentación del robot industrial consta de las siguientes partes:


- Documentación para la mecánica del robot
- Documentación para la unidad de control del robot
- Instrucciones de servicio y programación para los software de sistema
- Instrucciones para opciones y accesorios
- Catálogo de piezas en el soporte de datos


Cada manual de instrucciones es un documento por sí mismo.


## 1.2 Representación de observaciones


### Seguridad


Estas observaciones son de seguridad y se **deben** tener en cuenta.

 **PELIGRO** Estas observaciones indican que, si no se toman las medidas de precaución, es probable o completamente seguro que **se produzcan** lesiones graves o incluso la muerte.


 **ADVERTENCIA** Estas observaciones indican que, si no se toman las medidas de precaución, **pueden** producirse lesiones graves o incluso la muerte.

 **ATENCIÓN** Estas observaciones indican que, si no se toman las medidas de precaución, **pueden** producirse lesiones leves.

 **AVISO** Estas observaciones indican que, si no se toman las medidas de precaución, **pueden** producirse daños materiales.


 Estas observaciones remiten a información relevante para la seguridad o a medidas de seguridad generales.  
Estas indicaciones no hacen referencia a peligros o medidas de precaución concretos.

Esta observación llama la atención acerca de procedimientos que sirven para evitar o eliminar casos de emergencia o avería:

 **INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD** Los procedimientos señalados con esta observación **tienen que** respetarse rigurosamente.

### Observaciones

Estas indicaciones sirven para facilitar el trabajo o contienen remisiones a información que aparece más adelante.

 Observación que sirve para facilitar el trabajo o remite a información que aparece más adelante.

## 1.3 Marcas

- **Windows** es una marca de Microsoft Corporation.



■ **EtherCAT®** es una marca registrada y una tecnología patentada, con licencia de Beckhoff Automation GmbH, Alemania.



■ **CIP Safety®** es una marca de ODVA.

## 1.4 Términos utilizados

Término	Descripción
CIP Safety	<b>Common Industrial Protocol Safety</b> CIP Safety es una interfaz de seguridad basada en Ethernet/IP para enlazar un PLC de seguridad a la unidad de control del robot. (PLC = maestro, unidad de control del robot = esclavo)
CCU_SR	<b>Cabinet Control Unit Small Robot</b>
CIB_SR	<b>Cabinet Interface Board Small Robot</b>
Tarjeta Dual NIC	Tarjeta de red dual
EDS	<b>Electronic Data Storage</b> (tarjeta de memoria)
EMD	<b>Electronic Mastering Device</b>
CEM	Compatibilidad electromagnética
KCB	<b>KUKA Controller Bus</b>
KEB	<b>KUKA Extension Bus</b>
KEI	<b>KUKA Extension Interface</b>
KLI	<b>KUKA Line Interface</b> Enlace a una infraestructura de control superior (PLC, archivo)
KOI	<b>KUKA Option Interface</b>
KONI	<b>KUKA Option Network Interface</b>
KPC	PC de control
KPP_SR	<b>KUKA Power-Pack Small Robot</b>
KRL	Lenguaje de programación de KUKA Roboter ( <b>KUKA Robot Language</b> )
KSB	<b>KUKA System Bus</b> . Bus KUKA interno para interconectar internamente las unidades de control
KSI	<b>KUKA Service Interface</b>
KSP_SR	<b>KUKA Servo-Pack Small Robot</b>
KSS	<b>KUKA System Software</b>
Manipulador	El sistema mecánico del robot y la instalación eléctrica pertinente
PMB_SR	<b>Power Management Board Small Robot</b>
RDC	<b>Resolver Digital Converter</b> .
Conexiones SATA	Bus de datos para intercambio de datos entre procesador y disco duro
USB	<b>Universal Serial Bus</b> . Sistema de bus para la unión de un ordenador con los dispositivos adicionales
ZA	Eje adicional (unidad lineal, Posiflex)



## 2 Destinación

### 2.1 Grupo destinatario

Esta documentación está destinada a usuarios con los siguientes conocimientos:

- Conocimientos avanzados en electrotecnia
- Conocimientos adelantados de la unidad de control del robot
- Conocimientos adelantados en el sistema operativo Windows



Para una utilización óptima de nuestros productos, recomendamos a nuestros clientes que asistan a un curso de formación en el KUKA College. Puede encontrar más información sobre nuestro programa de formación en [www.kuka.com](http://www.kuka.com) o directamente en nuestras sucursales.

### 2.2 Utilización conforme a los fines previstos

**Uso** La unidad de control del robot KR C4 está diseñada única y exclusivamente para el servicio de los componentes siguientes:

- Robot industrial KUKA

**Uso incorrecto** Todos los usos que difieran de la utilización conforme a los fines previstos se consideran incorrectos y no están permitidos. Entre ellos, se encuentran, p. ej.:

- Utilización como medio auxiliar de elevación
- Uso fuera de los límites de servicio permitidos
- Uso en ambientes potencialmente explosivos
- Utilización en áreas subterráneas

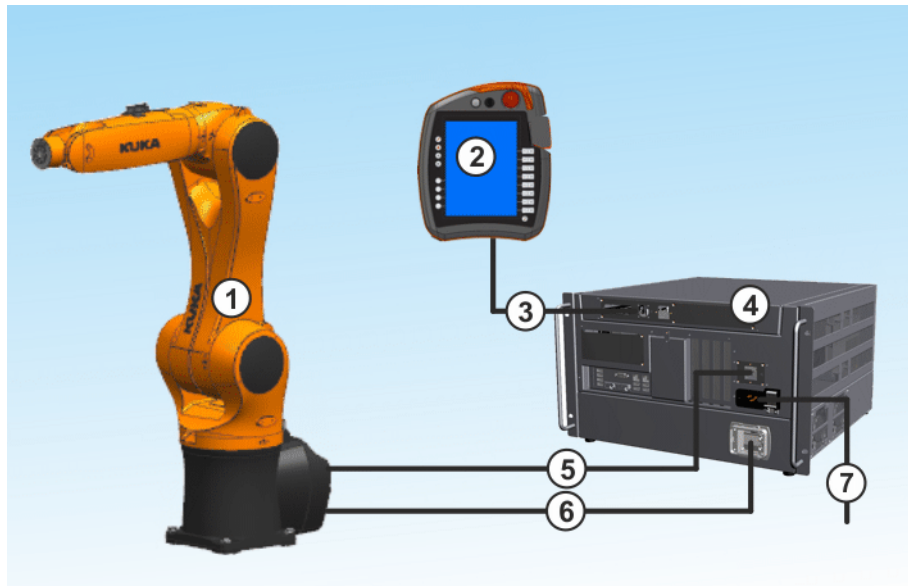


## 3 Descripción del producto

### 3.1 Descripción del robot industrial

El robot industrial consta de los siguientes componentes:

- Manipulador
- Unidad de control del robot
- Unidad manual de programación smartPAD
- Cables de unión
- Software
- Opciones, accesorios



**Fig. 3-1: Ejemplo de robot industrial**

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1 | Manipulador                   |
| 2 | Unidad manual de programación |
| 3 | Cable de conexión/smartPAD    |
| 4 | Unidad de control del robot   |
| 5 | Cable de conexión/datos       |
| 6 | Cable de unión/cable de motor |
| 7 | Cable de conexión de aparato  |

### 3.2 Resumen de la unidad de control del robot

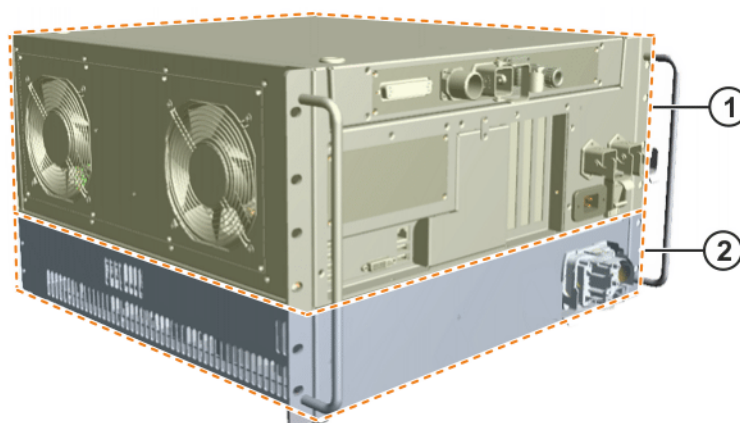
La unidad de control del robot se utiliza para el control de los siguientes sistemas:

- Robots pequeños de KUKA

La unidad de control del robot está formada por los siguientes componentes:

- PC de control
- Sección de potencia
- Lógica de seguridad
- Unidad manual de programación smartPAD
- Panel de conexiones

La unidad de control del robot puede montarse en un rack de 19".

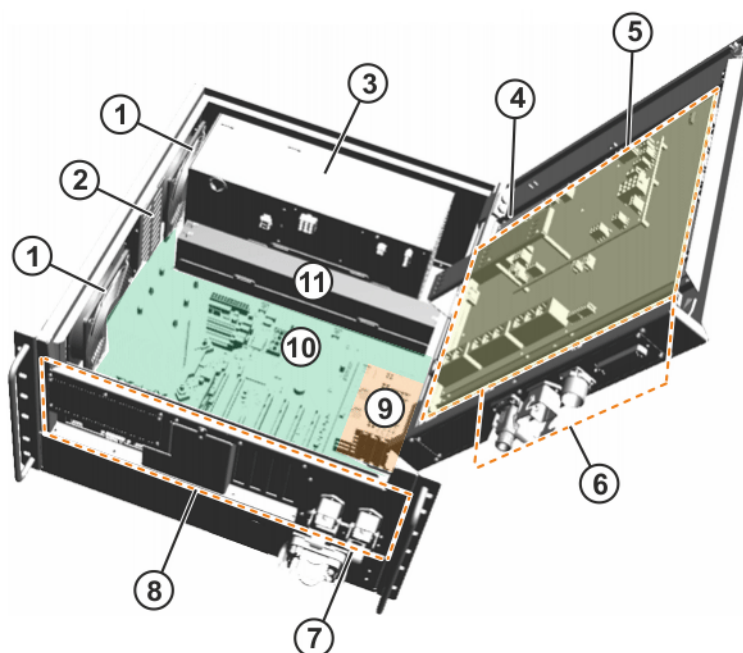


**Fig. 3-2: Vista general KR C4 compact**

- 1 Sección de control (caja de mando)
- 2 Sección de potencia (caja de accionamiento)

### 3.3 Caja de mando

La caja de mando consta de los siguientes componentes:



**Fig. 3-3: Resumen de la caja de mando**

- |   |                         |
|---|-------------------------|
| 1 Ventiladores                              | 7 Interruptor principal |
| 2 Disco duro                                | 8 Interfaces            |
| 3 Fuente de alimentación de baja tensión    | 9 Opciones              |
| 4 Tarjeta de memoria (EDS)                  | 10 Placa base           |
| 5 Cabinet Control Unit Small Robot (CCU_SR) | 11 Acumuladores         |
| 6 Interfaces en la tapa                     |                         |

### 3.3.1 PC de control

<b>Componentes</b>	<p>El PC de control (KPC) contiene los siguientes componentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Placa base</li> <li>■ Procesador</li> <li>■ Disipador de calor</li> <li>■ Módulos de almacenamiento</li> <li>■ Disco duro</li> <li>■ Tarjeta de red LAN-Dual-NIC (no disponible en todas las variantes de placa base)</li> <li>■ Grupos constructivos opcionales, p. ej. tarjetas de bus de campo</li> </ul>
<b>Funciones</b>	<p>El PC de control (KPC) asume las siguientes funciones de la unidad el control del robot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Superficie de operación</li> <li>■ Creación, corrección, archivo y mantenimiento de programas</li> <li>■ Control de proceso</li> <li>■ Planificación de la trayectoria</li> <li>■ Mando del circuito de accionamientos</li> <li>■ Control</li> <li>■ Técnica de seguridad</li> <li>■ Comunicación con los periféricos externos (otras unidades de control, ordenador principal, PC, red)</li> </ul>

### 3.3.2 Cabinet Control Unit Small Robot

<b>Descripción</b>	<p>La Cabinet Control Unit Small Robot (CCU_SR) es la distribución central de corriente y la interfaz de comunicación para todos los componentes de la unidad de control del robot. La CCU_SR se compone de la Cabinet Interface Board Small Robot (CIB_SR-) y del Power Management Board Small Robot (PMB_SR). Todos los datos se transmiten a través de la comunicación interna a la unidad de control, donde continúan tratándose. En caso de fallo de la tensión de red, unos acumuladores se encargan de suministrar corriente a la unidad de control hasta que se hayan guardado los datos de posición y se haya desconectado la unidad de control. Por medio de una prueba de carga se comprueba el estado de carga y la calidad de los acumuladores.</p> <p>La CCU_SR también tiene funciones de detección, control y conmutación. Para las señales de salida se dispone de salidas con aislamiento galvanizado.</p>
<b>Funciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Interfaz de comunicación para los componentes de la unidad de control del robot</li> <li>■ Salidas y entradas seguras <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Activación contactor</li> <li>■ 4 salidas libres de potencial</li> <li>■ 9 entradas seguras</li> <li>■ Consola de operación BHG enchufada</li> <li>■ Test de ajuste</li> </ul> </li> <li>■ 6 entradas de medición rápidas para aplicaciones de clientes</li> <li>■ Control de la fuente de alimentación del ventilador</li> <li>■ Registro de la temperatura: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Temperatura interior de la caja de mando</li> </ul> </li> <li>■ El KUKA Controller Bus conecta los componentes siguientes con el KPC:</li> </ul>

- Caja de accionamiento
- Resolver Digital Converter
- El KUKA System Bus conecta los siguientes aparatos de mando y servicio con el PC de control:
  - KUKA Operator Panel Interface
- LED de diagnóstico
- Interfaz para Electronic Data Storage

#### **Alimentación de corriente tamponada**

- Caja de accionamiento
- KUKA smartPAD
- PC de control Multicore
- Resolver Digital Converter (RDC)

#### **Alimentación de corriente no tamponada**

- Frenos de los motores
- Interfaz del cliente

### **3.3.3 Fuente de alimentación de baja tensión**

**Descripción** La fuente de alimentación de baja tensión suministra tensión a los componentes de la unidad de control del robot.

Una LED verde muestra el estado de servicio de la fuente de alimentación de baja tensión.

### **3.3.4 Acumuladores**

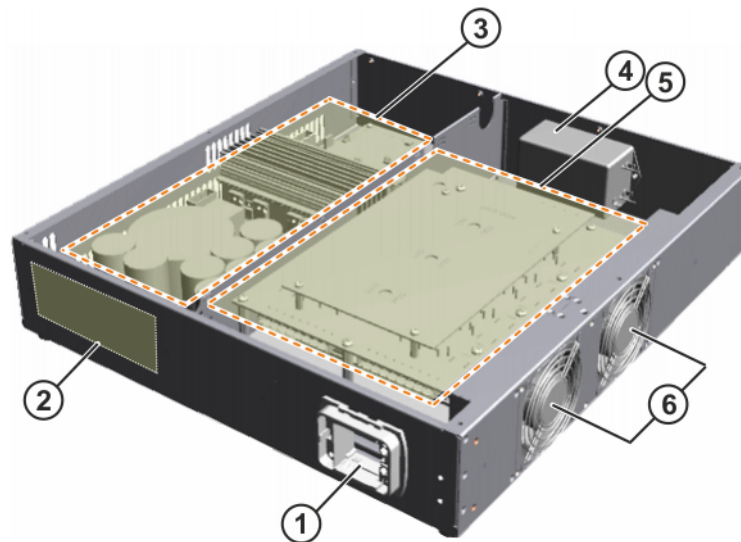
**Descripción** En caso de fallo de la red o de desconexión de la corriente, unos acumuladores se encargan de apagar la unidad de control del robot de modo controlado. La CCU carga estos acumuladores y constantemente se comprueba y visualiza su estado de carga.

### **3.3.5 Filtro de red**

**Descripción** El filtro de red (filtro de supresión) suprime las posibles tensiones de perturbación del cable de red.

## **3.4 Caja de accionamiento (Drive Configuration (DC))**

La caja de accionamiento consta de los siguientes componentes:



**Fig. 3-4: Resumen de la caja de accionamiento**

1	Conector de motor X20	4	Filtro de red
2	Resistencia al frenado	5	KUKA Servo-Pack Small Robot (KSP_SR)
3	KUKA Power-Pack Small Robot (KPP_SR)	6	Ventilador

## Funciones

La caja de accionamiento se encarga de las siguientes funciones:

- Generación de la tensión de circuito intermedio
- Accionamiento de los motores
- Accionamiento de los frenos
- Comprobación de la tensión del circuito intermedio en el servicio de frenado

## 3.5 Descripción de las interfaces

### Vista general

De forma estándar, el panel de conexiones de la unidad de control de robot consta de conexiones para los siguientes cables:

- Cable de conexión del aparato
- Cable de motor/cable de datos
- Cable del smartPAD
- Cables periféricos

De acuerdo con cada opción y variante del usuario, en el cuadro de conexiones se encuentra equipado de forma distinta.

### Indicación

Es posible configurar las siguientes interfaces de seguridad en la Unidad de control del robot:

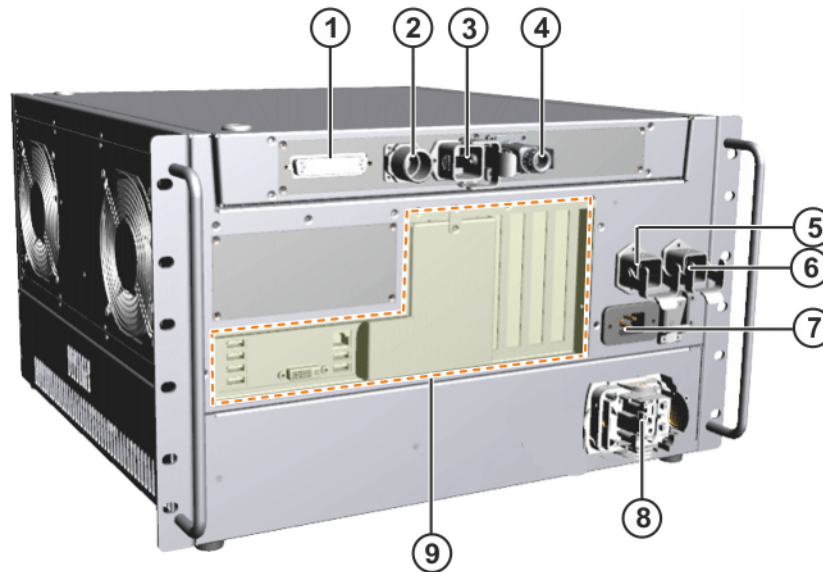
- Interfaz discreta de seguridad X11
- Interfaz de seguridad Ethernet X66
  - PROFIsafe KLI o
  - CIP Safety KLI



La interfaz discreta de seguridad X11 y la interfaz de seguridad Ethernet X66 no se pueden conectar y utilizar al mismo tiempo. Únicamente es posible utilizar una interfaz de seguridad cada vez.

En función de cada opción y de las especificaciones del cliente, el panel de conexiones se encuentra equipado de forma distinta. En la presente documentación se describe la unidad de control del robot con el equipamiento máximo.

#### Panel de conexiones



**Fig. 3-5: Interfaces KR C4 compact**

- 1 Interfaz de seguridad X11 (opción)
- 2 X19, conexión smartPAD
- 3 Extension Interface X65
- 4 Service Interface X69
- 5 Interfaz del manipulador X21
- 6 X66, interfaz de seguridad Ethernet
- 7 Conexión de red X1
- 8 X20, conector de motor
- 9 Interfaces del PC de control



Únicamente se puede configurar la interfaz de seguridad X11 o la interfaz de seguridad Ethernet X66 (PROFIsafe/CIP Safety).



Todas las bobinas de los contactores, relés y válvulas electromagnéticas del lado del cliente, que se encuentran en comunicación con la unidad de control del robot, deben estar previstos de diodos supresores adecuados. Los elementos RC y las resistencias VRC no son adecuados.



KUKA Roboter GmbH ha equipado, comprobado y suministrado la placa base de forma óptima. No se asume garantía alguna por cualquier modificación en el equipamiento no efectuada por KUKA Roboter GmbH.

#### 3.5.1 Interfaces del PC de control

##### Placas base

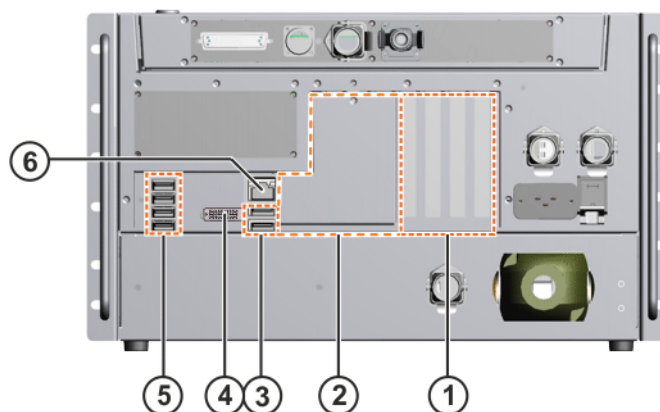
Pueden montarse las siguientes placas base en el PC de control:

- D3076-K
- D3236-K



### 3.5.1.1 Interfaces del PC de la placa base D3076-K

#### Vista general



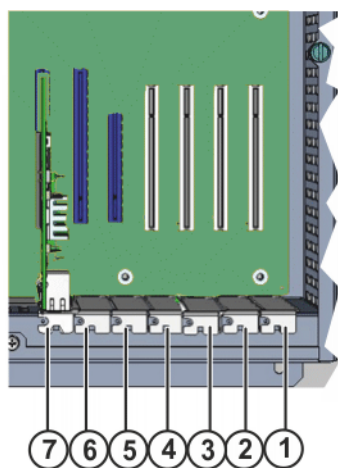
**Fig. 3-6: Interfaces de la placa base D3076-K**

- 1 Tarjetas de bus de campo, ranuras de conexión 1 a 4
- 2 Cubierta tarjetas del bus de campo
- 3 2 puertos USB 2.0
- 4 DVI-I
- 5 4 puertos USB 2.0
- 6 LAN Onboard KUKA Option Network Interface



KUKA Roboter GmbH ha equipado, comprobado y suministrado la placa base de forma óptima. No se asume garantía alguna por cualquier modificación en el equipamiento no efectuada por KUKA Roboter GmbH.

#### Asignación de ranuras de conexión



**Fig. 3-7: Placa base asignación de ranuras de conexión**

Los ranuras de conexión del PC pueden ocuparse con las siguientes tarjetas enchufables:

Ranura	Tipo	Tarjeta enchufable
1	PCI	Bus de campo
2	PCI	Bus de campo
3	PCI	Bus de campo
4	PCI	Bus de campo
5	PCIe	No disponible

Ranura	Tipo	Tarjeta enchufable
6	PCIe	No disponible
7	PCIe	Tarjeta de red LAN-Dual-NIC

3.5.1.2 Interfaces del PC de la placa base D3236-K

Vista general

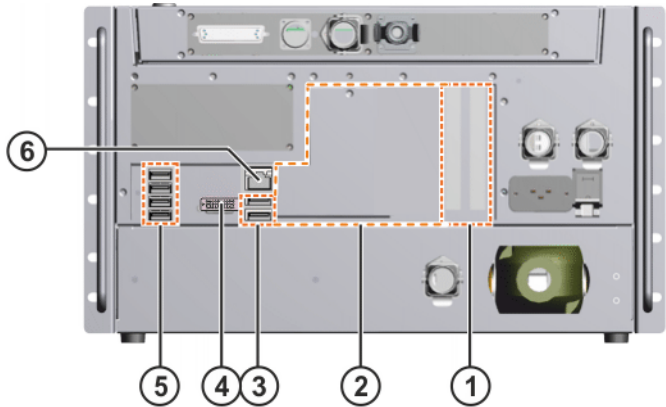


Fig. 3-8: Interfaces de la placa base D3236-K

- 1 Tarjetas de bus de campo, ranuras de conexión 1 a 2
- 2 Cubierta tarjetas del bus de campo
- 3 2 puertos USB 3.0
- 4 DVI-I
- 5 4 puertos USB 2.0
- 6 LAN Onboard KUKA Option Network Interface

KUKA Roboter GmbH ha equipado, comprobado y suministrado la placa base de forma óptima. No se asume garantía alguna por cualquier modificación en el equipamiento no efectuada por KUKA Roboter GmbH.

Asignación de ranuras de conexión

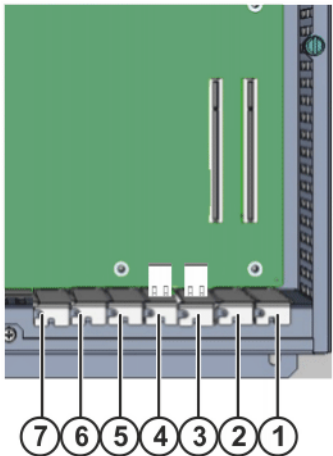


Fig. 3-9: Placa base asignación de ranuras de conexión

Los ranuras de conexión del PC pueden ocuparse con las siguientes tarjetas enchufables:

Ranura	Tipo	Tarjeta enchufable
1	PCI	Bus de campo
2	PCI	Bus de campo

Ranura	Tipo	Tarjeta enchufable
3	-	no disponible
4	-	no disponible
5	-	no disponible
6	-	no disponible
7	-	no disponible

### 3.6 Refrigeración

#### Descripción

La refrigeración del sistema electrónico de control y de potencia se efectúa con el aire exterior mediante 2 ventiladores.

#### AVISO

Los filtros de fieltro antepuestos en las rejillas de ventilación causan un calentamiento excesivo y, con ello, una reducción de la vida útil de los aparatos instalados.

#### Circuito de refrigeración de la caja de mando

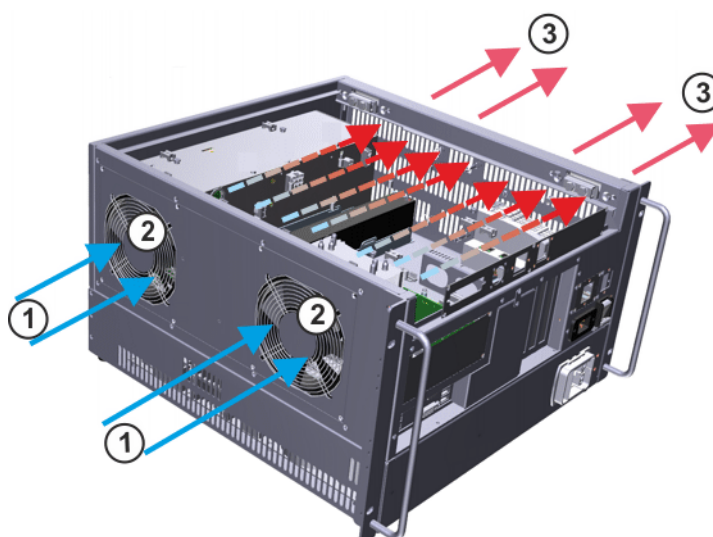


Fig. 3-10: Circuito de refrigeración de la caja de mando

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1 Entrada de aire | 3 Salida de aire |
| 2 Ventiladores    |                  |

#### Circuito de refrigeración de la caja de accionamiento



Fig. 3-11: Circuito de refrigeración de la caja de accionamiento

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1 Entrada de aire | 3 Salida de aire |
| 2 Ventiladores    |                  |



## 4 Datos técnicos

### Datos básicos

Tipo de armario	19" carcasa
Color	RAL 7016
Número de ejes	máx. 6
Peso	33 kg
Tipo de protección	IP 20
Nivel de ruido según DIN 45635-1	Valor medio 54 dB (A)

### Conexión a la red

La unidad de control del robot solo puede conectarse a una red con punto de estrella puesto a tierra.

Tensión de conexión nominal	AC 200 V - 230 V, monofásica, bifásica (con punto de estrella -a ser posible simétrica- puesto a tierra) entre las fases utilizadas
Tolerancia permitida de la tensión de conexión nominal	Tensión nominal de conexión $\pm 10\%$
Frecuencia de la red	50 Hz $\pm 1$ Hz o 60 Hz $\pm 1$ Hz
Potencia de entrada nominal	2 kVA, ver placa de características
Capacidad de pérdida de calor	máx. 400 W
Protección por fusible de la red	2 x 16 A lento, (1 (2)x fase; 1 x conductor neutro (opcional))
Conexión equipotencial	Para los cables de equipotenciales y todos los cables de puesta a tierra, el punto de estrella común es la barra de referencia de la sección de potencia.

### Condiciones climáticas

Temperatura ambiente durante el servicio	+5 ... 45 °C (278 ... 318 K)
Temperatura ambiente en caso de almacenamiento y transporte con acumuladores	-25 ... +40 °C (248 ... 313 K)
Temperatura ambiente en caso de almacenamiento y transporte sin acumuladores	-25 ... +70 °C (248 ... 343 K)
Cambios de temperatura	máx. 1,1 K/min
Clase de humedad	3k3 según la norma DIN EN 60721-3-3; 1995
Altura de instalación	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ hasta 1000 m sobre el nivel del mar sin reducción del rendimiento</li> <li>■ 1000 m ... 4000 m sobre el nivel del mar con una pérdida de rendimiento del 5%/1000 m</li> </ul>

**AVISO**

Para evitar una descarga completa de los acumuladores, estos deben cargarse regularmente en función de la temperatura de almacenamiento.

Con una temperatura de almacenamiento de +20 °C o menos, los acumuladores deben cargarse cada 9 meses.

Con una temperatura de almacenamiento entre +30 °C y +40 °C, los acumuladores deben cargarse cada 6 meses.

Con una temperatura de almacenamiento entre +30 °C y +40 °C, los acumuladores deben cargarse cada 3 meses.

**Resistencia a las vibraciones**

Tipo de carga	En el transporte	En servicio continuo
Valor efectivo de aceleración (oscilación permanente)	0,37 g	0,1 g
Margen de frecuencia (oscilación permanente)	4...120 Hz	
Aceleración (choque en dirección X/Y/Z)	10 g	2,5 g
Duración forma de la curva (choque en dirección X/Y/Z)	Semiseno/11 ms	

Si se esperan cargas mecánicas mayores, la unidad de control debe montarse sobre elementos amortiguadores.

**Sección de control**

Tensión de alimentación	27,1 V ± 0,1 V CC
-------------------------	-------------------

**PC de control**

Procesador principal	ver versión de suministro
Módulos de memoria DIMM	ver versión de suministro (mín. 2 GB)
Disco duro	ver versión de suministro

**KUKA smartPAD**

Tensión de alimentación	CC 20...27,1 V
Dimensiones (an x al x prof)	aprox. 24x29x5 cm <sup>3</sup>
Pantalla	Pantalla táctil en color 600 x 800 puntos
Tamaño de la pantalla	8,4"
Interfaces	USB
Peso	1,1 kg
Tipo de protección (sin memoria USB y conexión USB cerrada con tapón de cierre)	IP 54

**Longitudes de cables**

Las denominaciones de cables, las longitudes de cables (estándar) y las longitudes especiales se deben consultar en las instrucciones de servicio o de montaje del manipulador y/o en las instrucciones de montaje del cableado externo de KR C4 para unidades de control.



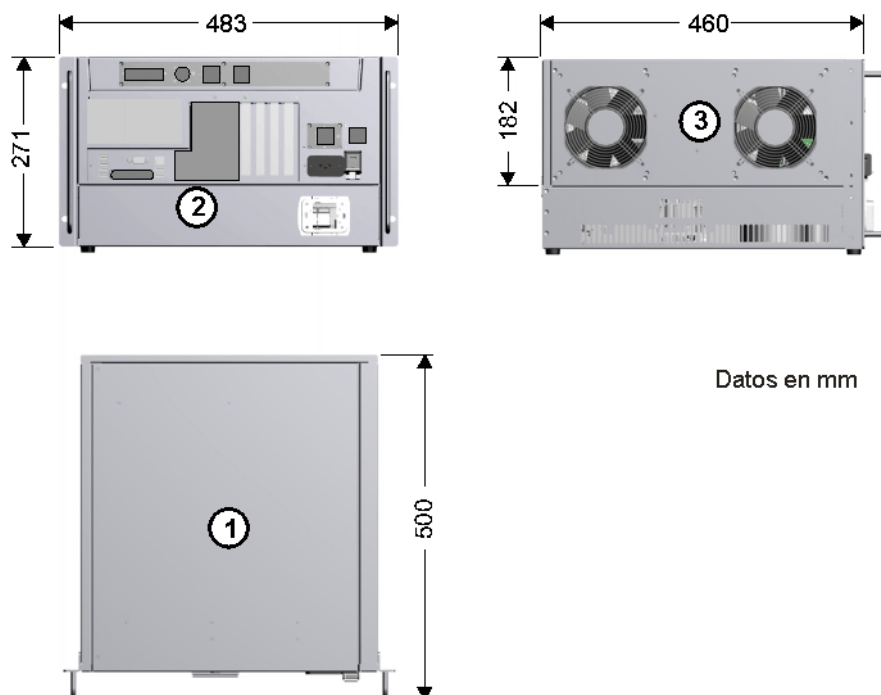
Si se usan las prolongaciones de cable smartPAD solo se pueden utilizar dos prolongaciones. No se debe superar la longitud total de cable de 50 m.



La diferencia de las longitudes de cable entre los canales individuales de la caja RDC debe ser como máximo 10 m.

## 4.1 Dimensiones

La imagen (>>> Fig. 4-1 ) muestra las dimensiones de la unidad de control del robot.



**Fig. 4-1: Dimensiones**

- 1 Vista en planta
- 2 Vista frontal
- 3 Vista lateral

## 4.2 Cabinet Interface Board Small Robot

### Salidas CIB\_SR

Tensión de servicio de los contactos de carga	$\leq 30 \text{ V}$
Corriente a través de los contactos de carga	mín. 10 mA < 750 mA
Longitudes de cable (conexión de actuadores)	< 50 m de longitudes de cable < 100 m de longitud de hilo (cable de ida y vuelta)
Sección de cable (conexión de actuadores)	$\geq 1 \text{ mm}^2$
Ciclos de conmutación CIB_SR	Vida en servicio, 20 años < 100.000 (se corresponde con 13 ciclos de conmutación diarios)

Tras producirse los ciclos de conmutación debe cambiarse el grupo constructivo.

**Entradas CIB\_SR**

Nivel de conmutación de las entradas	<p>El estado de las entradas para el rango de tensión de 5 V ... 11 V (zona de transición) no está definido. Se asume o bien el estado conectado o bien el desconectado.</p> <p>Estado desconectado para el rango de tensión de -3 V...5 V (zona de desconexión)</p> <p>Estado conectado para el rango de tensión de 11 V...30 V (zona de conexión)</p>
Corriente de carga para tensión de alimentación 24 V	> 10 mA
Corriente de carga para tensión de alimentación 18 V	> 6,5 mA
Corriente máxima de carga	< 15 mA
Longitudes de cable para el sensor de bornes de conexión	< 50 m o < 100 m longitud de hilo (cable de ida y vuelta)
Sección de cable de la conexión para entrada/salida de prueba	> 0,5 mm <sup>2</sup>
Carga capacitiva para las salidas de prueba de cada canal	< 200 nF
Carga óhmica para las salidas de prueba de cada canal	< 33 Ω

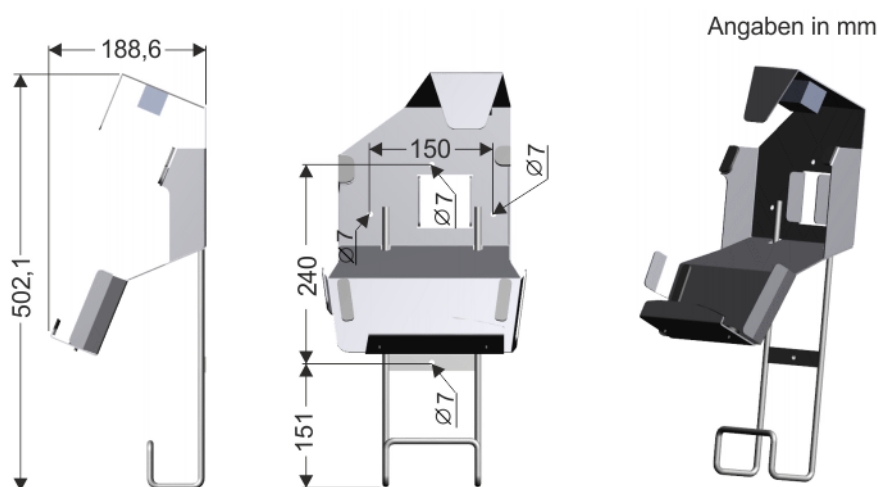


Las salidas de prueba A y B son resistentes al cortocircuito sostenido.

Las corrientes indicadas fluyen por la entrada del elemento de contacto conectado. Debe estar adecuada a la corriente máxima de 15 mA.

### 4.3 Medidas del soporte del smartPAD (opción)

La imagen (>>> Fig. 4-2 ) muestra las medidas y dimensiones de taladrado para la fijación a la valla de seguridad.



**Fig. 4-2: Medidas y cotas de barrenado para el soporte del smartPAD**



4.4 Dimensiones escuadra del asidero

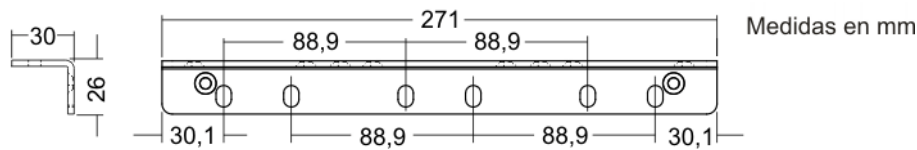


Fig. 4-3: Dimensiones de la escuadra del asidero

4.5 Carteles

**Vista general** La unidad de control del robot cuenta con los siguientes carteles y placas. Jamás se deben quitar ni dañar de tal manera que queden ilegibles. Los carteles y las placas ilegibles deben sustituirse.

Denominaciones

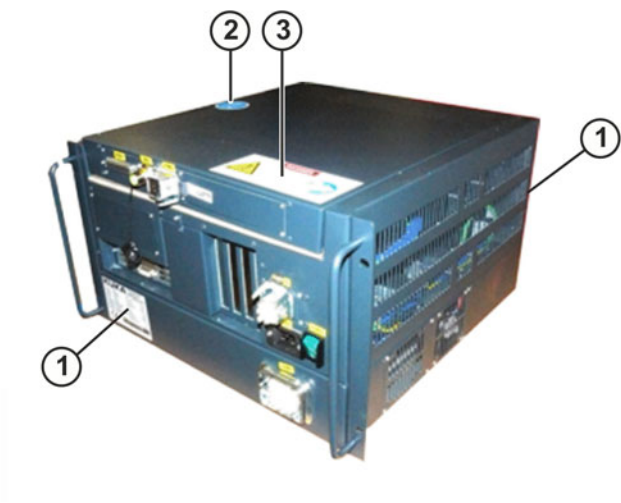


Fig. 4-4: Carteles

Pos.	Descripción
1	<div><p><b>Placa de características de la unidad de control del robot</b></p></div>

Pos.	Descripción
2	 <p><b>Extraer el conector de red</b> Antes de abrir la carcasa, extraer el conector de red</p>
3	 <p><b>Peligro por descarga eléctrica</b> Antes de trabajar en la unidad de control del robot, deben haberse leído y comprendido las instrucciones de servicio y prescripciones de seguridad.</p>



Los rótulos pueden diferir ligeramente con respecto a los de las figuras aquí mostradas en función del modelo de armario o por razones de actualización.

#### 4.6 REACH Deber de información según el art. 33 de la normativa (CE) 1907/2006

De acuerdo con la información proporcionada por nuestros proveedores, este producto contiene en los siguientes componentes (productos) homogéneos sustancias especialmente preocupantes (SVHC) en una concentración de más de 0,1 por ciento en masa referidas en la "lista de candidatos". En condiciones de utilización normales y razonablemente previsibles, no se libera ninguna de estas sustancias.

Artículo	Candidato REACH/Sustancia SVHC	Número CAS
Pila de botón CR 2032	1,2-dimetoxietano; éter dimetílico de etilenglicol (EGDME, por sus siglas en inglés)	110-71-4

## 5 Seguridad

### 5.1 Generalidades

#### 5.1.1 Observaciones sobre responsabilidades

El equipo descrito en el presente documento es un robot industrial o uno de sus componentes.

Componentes del robot industrial:

- Manipulador
- Unidad de control del robot
- Unidad manual de programación
- Cables de unión
- Ejes adicionales (opcional)  
p. ej. unidad lineal, mesa giratoria basculante, posicionador
- Software
- Opciones, accesorios

El robot industrial se ha construido de conformidad con el estado actual de la técnica y con las normas técnicas reconocidas en materia de seguridad. No obstante, un uso incorrecto puede ocasionar riesgo de lesiones o peligro de muerte, así como riesgo de daños materiales en el robot industrial o en otros bienes.

El robot industrial debe ser utilizado únicamente en perfecto estado técnico y para los fines previstos, respetando las normas de seguridad y teniendo en cuenta los peligros que entraña. La utilización debe realizarse bajo consideración del presente documento y de la declaración de montaje del robot industrial, que se adjunta en el suministro. Cualquier avería que pueda afectar a la seguridad deberá subsanarse de inmediato.

#### Información sobre la seguridad

Las indicaciones sobre seguridad no pueden ser interpretadas en contra de KUKA Roboter GmbH. Incluso cuando se hayan respetado todas las indicaciones sobre seguridad, no puede garantizarse que el robot industrial no provoque algún tipo de lesión o daño.

Sin la debida autorización de KUKA Roboter GmbH no deben efectuarse modificaciones en el robot industrial. Es posible integrar componentes adicionales (herramientas, software, etc.) en el sistema del robot industrial que no pertenezcan al volumen de suministro de KUKA Roboter GmbH. Si debido a la integración de dichos componentes el robot industrial u otros bienes materiales sufren daños, la responsabilidad es del usuario.

Además del capítulo sobre seguridad, la presente documentación contiene otras indicaciones de seguridad que deben respetarse obligatoriamente.

#### 5.1.2 Uso conforme a lo previsto del robot industrial

El robot industrial está diseñado única y exclusivamente para el uso descrito en el capítulo "Uso previsto" de las instrucciones de servicio o de montaje.

Todos los usos que difieran de la utilización conforme a los fines previstos se consideran incorrectos y no están permitidos. El fabricante no se hace responsable de los posibles daños causados por un uso incorrecto. El explotador será el único responsable y asumirá todos los riesgos.

Se considera también una utilización conforme a los fines previstos del robot industrial, el respetar las instrucciones de montaje y servicio de los compo-

nentes individuales, y, sobre todo, el cumplimiento de las condiciones de mantenimiento.

#### Uso incorrecto

Todos los usos que difieran de la utilización conforme a los fines previstos se consideran incorrectos y no están permitidos. Entre ellos, se encuentran, p. ej.:

- El transporte de personas o animales
- Utilización como medio auxiliar de elevación
- Utilización fuera de los límites de servicio especificados
- Uso en ambientes potencialmente explosivos
- Instalación de dispositivos de protección adicionales
- el uso en espacios exteriores;
- la utilización bajo tierra

### 5.1.3 Declaración de conformidad de la CE y declaración de montaje

El robot industrial se considera una máquina incompleta de conformidad con la Directiva CE relativa a las máquinas. El robot industrial sólo puede ponerse en servicio cuando se cumplen los requisitos siguientes:

- El robot industrial esté integrado en una instalación  
O bien: que el robot industrial conforma una instalación junto con otras máquinas  
O bien: que el robot industrial esté completado con todas las funciones de seguridad y dispositivos de protección necesarios para ser considerado una máquina completa de acuerdo con la directiva europea de construcción de maquinaria.
- La instalación cumple con los requisitos de la Directiva CE relativa a las máquinas, lo cual se ha comprobado mediante un proceso de evaluación de conformidad.

#### Declaración de conformidad

El integrador del sistema debe redactar una declaración de conformidad para toda la instalación de acuerdo con la normativa sobre construcción de máquinas. La declaración de conformidad es fundamental para la concesión de la marca CE para la instalación. El robot industrial debe operarse siempre de conformidad con las leyes, prescripciones y normas específicas del país.

La unidad de control del robot cuenta con una certificación CE de conformidad con la Directiva CEM y la Directiva de baja tensión.

#### Declaración de montaje

La máquina incompleta, se suministra con una declaración de montaje de acuerdo con el anexo II B de la Directiva CE relativa a las máquinas 2006/42/CE. En la declaración de montaje se incluye un listado con los requisitos básicos cumplidos según el anexo I y las instrucciones de montaje.

Mediante la declaración de montaje se declara que está prohibida la puesta en servicio de la máquina incompleta mientras no se monte en una máquina o se integre, con la ayuda de otras piezas, en una máquina que cumpla con las disposiciones de la Directiva CE relativa a las máquinas y con la declaración de conformidad CE según el anexo II A.

### 5.1.4 Términos utilizados

STOP 0, STOP 1 y STOP 2 son definiciones de parada según EN 60204-1:2006.

Término	Descripción
Campo del eje	Zona en grados o milímetros en la que se puede mover cada uno de los ejes. El campo del eje debe definirse para cada eje.
Distancia de parada	Distancia de parada = distancia de reacción + distancia de frenado La distancia de parada forma parte de la zona de peligro.
Zona de trabajo	Zona en la que se puede mover el manipulador. La zona de trabajo se obtiene a partir de la suma de cada uno de los campos del eje.
Explotador	El explotador de un robot industrial puede ser el empresario, el contratante o una persona delegada responsable de la utilización del robot industrial.
Zona de peligro	La zona de peligro está compuesta por el campo de trabajo y las carreras de detención del manipulador y de los ejes adicionales (opcionales).
Vida útil	La vida útil de un componente relevante para la seguridad comienza en el momento del suministro de la pieza al cliente.  La vida útil no se ve afectada por la utilización o no de la pieza, ya que los componentes relevantes para la seguridad también envejecen durante el almacenamiento.
KUKA smartPAD	Véase "smartPAD"
Manipulador	El sistema mecánico del robot y la instalación eléctrica pertinente
Zona de seguridad	La zona de seguridad se encuentra fuera de la zona de peligro.
Parada de servicio segura	La parada de servicio segura es un control de parada. No detiene el movimiento del robot, sino que controla si los ejes del robot se detienen. En caso de que se muevan durante la parada de servicio segura, se activa una parada de seguridad STOP 0.  La parada de servicio segura también se puede accionar desde el exterior.  Cuando se acciona una parada de servicio segura, la unidad de control del robot establece una salida para el bus de campo. Esta salida también se establece si en el momento en el que se acciona la parada de servicio segura no todos los ejes están parados y, por tanto, se activa una parada de seguridad STOP 0.
Parada de seguridad STOP 0	Una parada que se acciona y ejecuta desde el control de seguridad. El control de seguridad desconecta de inmediato los accionamientos y la alimentación de tensión de los frenos.  <b>Indicación:</b> Esta parada recibe el nombre de parada de seguridad 0.
Parada de seguridad STOP 1	Una parada que se acciona y controla desde el control de seguridad. El procedimiento de frenado se ejecuta con un componente de la unidad de control del robot no destinado a la seguridad y controlado a través del control de seguridad. En el momento en que el manipulador se detiene, el control de seguridad desconecta los accionamientos y la alimentación de tensión de los frenos.  Cuando se acciona una parada de seguridad STOP 1, la unidad de control del robot establece una salida para el bus de campo.  La parada de seguridad STOP 1 también se puede accionar de forma externa.  <b>Indicación:</b> Esta parada recibe el nombre de parada de seguridad 1.

Término	Descripción
Parada de seguridad STOP 2	<p>Una parada que se acciona y controla desde el control de seguridad. El procedimiento de frenado se ejecuta con un componente de la unidad de control del robot no destinado a la seguridad y controlado a través del control de seguridad. Los accionamientos se mantienen conectados y los frenos abiertos. En el momento en que el manipulador se para, se activa una parada de servicio segura.</p> <p>Cuando se acciona una parada de seguridad STOP 2, la unidad de control del robot establece una salida para el bus de campo.</p> <p>La parada de seguridad STOP 2 también se puede accionar de forma externa.</p> <p><b>Indicación:</b> Esta parada recibe el nombre de parada de seguridad 2.</p>
Opciones de seguridad	<p>Término genérico para las opciones que permiten configurar controles seguros adicionales, además de las funciones de seguridad estándar.</p> <p>Ejemplo: SafeOperation</p>
smartPAD	<p>Unidad manual de programación para la unidad de control del robot</p> <p>El smartPAD contiene todas las funciones de control e indicación necesarias para el manejo y la programación del robot industrial.</p>
Categoría de parada 0	<p>Los accionamientos se desconectan de inmediato y se activan los frenos. El manipulador y los ejes adicionales (opcional) frenan cerca de la trayectoria.</p> <p><b>Indicación:</b> Esta categoría de parada recibe en el documento el nombre de STOP 0.</p>
Categoría de parada 1	<p>El manipulador y los ejes adicionales (opcionales) frenan sobre la trayectoria.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Modo de servicio T1: los accionamientos se desconectan en cuanto se para el robot, a más tardar tras 680 ms.</li> <li>■ Modos de servicio T2, AUT (no está disponible con VKR C4), AUT EXT: Los accionamientos se desconectan transcurridos 1,5 s.</li> </ul> <p><b>Indicación:</b> Esta categoría de parada recibe en el documento el nombre de STOP 1.</p>
Categoría de parada 2	<p>Los accionamientos no se desconectan y no se activan los frenos. El manipulador y los ejes adicionales (opcional) frenan con una rampa de frenado sobre la trayectoria.</p> <p><b>Indicación:</b> Esta categoría de parada recibe en el documento el nombre de STOP 2.</p>
Integrador de sistemas (Integrador de la instalación)	<p>El integrador del sistema es la personas responsable de integrar el robot industrial de forma segura en una instalación y de ponerlo en servicio.</p>
T1	<p>Modo de servicio de prueba velocidad reducida manualmente (<math>\leq 250</math> mm/s)</p>
T2	<p>Modo de servicio Test Manual velocidad alta (<math>&gt; 250</math> mm/s admisible)</p>
Eje adicional	<p>Eje de movimiento que no forma parte del manipulador, pero que se controla mediante la unidad de control del robot. p. ej. unidad lineal KUKA, mesa basculante giratoria, Posiflex</p>

## 5.2 Personal

Para el uso del robot industrial se definen las personas o grupos de personas siguientes:

- Explotadores

- Personal



Todas las personas que trabajan con el robot industrial, deben haber leído y entendido la documentación con el capítulo sobre seguridad del robot industrial.

**Operador**

El operario debe respetar las normas legales de seguridad en el trabajo. Entre ellas, las siguientes:

- El operario debe cumplir sus obligaciones de vigilancia.
- El operador debe asistir periódicamente a cursos de formación.

**Personal**

Antes de comenzar a trabajar con la garra se deberá informar al personal implicado sobre la naturaleza y el alcance de los trabajos que se realizarán, así como sobre los posibles peligros. Periódicamente se deberán realizar cursos informativos. También será necesario organizar cursos informativos después de que hayan tenido lugar determinados sucesos o tras haber realizado modificaciones técnicas.

Se consideran miembros del personal:

- El integrador del sistema
- Los usuarios, que se dividen en:
  - Personal encargado de la puesta en servicio, el mantenimiento y el servicio técnico
  - Operario
  - Personal de limpieza



El montaje, reemplazo, ajuste, operación, mantenimiento y reparación sólo deben ser realizados atendiendo a las prescripciones del manual de servicio o montaje del correspondiente componente del robot industrial, y por personal especialmente entrenado para ello.

**Integrador del sistema**

El integrador del sistema es el encargado de integrar el robot industrial en la instalación respetando todas las medidas de seguridad pertinentes.

El integrador de sistemas es responsable de las siguientes tareas:

- Emplazamiento del robot industrial
- Conexión del robot industrial
- Evaluación de riesgos
- Instalación de las funciones de seguridad y de protección necesarias
- Emisión de la declaración de conformidad
- Colocación de la marca CE
- Elaboración de las instrucciones de servicio de la instalación

**Usuario**

El usuario debe cumplir las siguientes condiciones:

- El usuario deberá haber recibido la debida formación para desempeñar los trabajos que va a realizar.
- Los trabajos a ejecutar en el robot industrial sólo deben ser realizados por personal cualificado. Por personal cualificado entendemos aquellas personas que, de acuerdo a su formación, conocimientos y experiencia, y en conocimiento de las normas vigentes, son capaces de evaluar los trabajos que se han de llevar a cabo y de detectar posibles peligros.



Los trabajos en el sistema eléctrico y mecánico del robot industrial únicamente deben ejecutarse por parte de personal técnico especializado.

### 5.3 Campos y zonas de trabajo, protección y de peligro

Las zonas de trabajo deberán reducirse al mínimo necesario. Un campo de trabajo debe protegerse con dispositivos de seguridad.

En la zona de protección deben hallarse los dispositivos de protección (p. ej. puerta de protección). En una parada el manipulador y los ejes adicionales (opcional) frenan y se detienen en la zona de peligro.

La zona de peligro está compuesta por el campo de trabajo y las carreras de detención del manipulador y de los ejes adicionales (opcionales). Deben asegurarse por dispositivos seccionadores de protección para evitar peligros de lesiones o daños materiales.

#### 5.3.1 Determinación de las distancias de parada

La evaluación de riesgos del integrador de sistemas puede dar como resultado que para una aplicación se deban determinar las distancias de parada. Para la determinación de las distancias de parada, el integrador de sistemas debe identificar los puntos relevantes para la seguridad en la trayectoria programada.

Durante la determinación de los mismos, el robot debe ser desplazado con la herramienta y las cargas que se usarán en la aplicación. El robot debe tener la temperatura de servicio. Este es el caso después de aprox. 1 h en servicio normal.

Al ejecutar la aplicación, se debe parar el robot en el punto a partir del cual se vaya a determinar la distancia de parada. Este proceso se debe repetir varias veces con Parada de seguridad 0 y Parada de seguridad 1. La distancia de parada más desfavorable es determinante.

Una parada de seguridad 0 se puede desencadenar mediante una parada de servicio segura a través de la interfaz de seguridad. Si se encuentra instalada una opción de seguridad, se puede desencadenar, p. ej., a través de una violación de espacio (p. ej., el robot rebasa el límite de un campo de trabajo activado en el modo de servicio automático).

Una parada de seguridad 1 se puede desencadenar, por ejemplo, pulsando el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA en el smartPAD.

### 5.4 Causa de reacciones de parada

El robot industrial tiene reacciones de parada debido a operaciones realizadas o como reacción ante controles y mensajes de error. La siguiente tabla muestra reacciones de parada en función del modo de servicio seleccionado.

Causa	T1, T2	AUT, AUT EXT
Soltar la tecla de arranque	STOP 2	-
Pulsar la tecla STOP	STOP 2	
Accionamientos DESC.	STOP 1	
La entrada "Validación de marcha" se desactiva	STOP 2	
Desconectar la tensión mediante el interruptor principal o un corte de tensión	STOP 0	



Causa	T1, T2	AUT, AUT EXT
Error interno en la sección de la unidad de control del robot sin función de seguridad	STOP 0 o STOP 1 (depende de la causa del error)	
Cambiar el modo de servicio durante el servicio	Parada de seguridad 2	
Abrir la puerta de protección (protección del operario)	-	Parada de seguridad 1
Soltar la validación	Parada de seguridad 2	-
Pulsar el pulsador de validación o error	Parada de seguridad 1	-
Pulsar PARADA DE EMERGENCIA	Parada de seguridad 1	
Error en el control de seguridad o en los periféricos del control de seguridad	Parada de seguridad 0	

## 5.5 Funciones de seguridad

### 5.5.1 Resumen de las funciones de seguridad

El robot industrial tiene instaladas las siguientes funciones de seguridad:

- Selección de modos de servicio
- Protección del operario (= conexión para supervisar los dispositivos separadores de protección)
- Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA
- Dispositivo de validación
- Parada de servicio segura externa
- Parada de seguridad externa 1
- Parada de seguridad externa 2
- Control de velocidad en T1

Estas funciones de seguridad de los robots industriales satisfacen los siguientes requisitos:

- **categoría 3 y Performance Level d** según EN ISO 13849-1

No obstante, los requisitos se satisfacen únicamente en las siguientes condiciones:

- El dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA debe activarse, por lo menos, cada 12 meses.

En las funciones de seguridad intervienen los componentes siguientes:

- Control de seguridad en el PC de control
- KUKA smartPAD
- Cabinet Control Unit (CCU)
- Resolver Digital Converter (RDC)
- KUKA Power Pack (KPP)
- KUKA Servo Pack (KSP)
- Safety Interface Board (SIB) (si se utiliza)

Adicionalmente también hay interfaces para componentes de fuera del robot industrial y para otras unidades de control de robot.

**⚠ PELIGRO**

El robot industrial puede causar lesiones o daños materiales si las funciones o dispositivos de seguridad no están en servicio. En caso de que se hayan desmontado o desactivado las funciones y dispositivos de seguridad, no se debe hacer funcionar el robot industrial.



Durante la fase de planificación de la instalación también se deben planificar y diseñar las funciones de seguridad de toda la instalación. El robot industrial se debe integrar en este sistema de seguridad de toda la instalación.

## 5.5.2 Control de seguridad

El control de seguridad es una unidad dentro del PC de control. Enlaza las señales y los controles relevantes en materia de seguridad.

Tareas del control de seguridad:

- Desconectar accionamientos, activar frenos
- Control de la rampa de frenado
- Control de la detención (después de la parada)
- Control de velocidad en T1
- Evaluación de las señales relevantes en materia de seguridad
- Establecer salidas destinadas a seguridad

## 5.5.3 Selección de modos de servicio

### Modos de servicio

El robot industrial puede utilizarse en los siguientes modos de servicio:

- Manual velocidad reducida (T1)
- Manual velocidad alta (T2)
- Automático (AUT)
- Automático Externo (AUT EXT)



No cambiar el modo de operación mientras se esté ejecutando un programa. En caso de que se cambie el modo de servicio mientras esté funcionando un programa, el robot industrial se para con una parada de seguridad 2.

Modo de servicio	Utilización	Velocidades
T1	Para el modo de prueba, programación y programación por aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verificación del programa: Velocidad programada, máximo 250 mm/s</li> <li>■ Modo manual: velocidad de desplazamiento manual, máximo 250 mm/s</li> </ul>
T2	Para el modo de prueba	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Verificación del programa: velocidad programada</li> <li>■ Modo manual: no es posible</li> </ul>

Modo de servicio	Utilización	Velocidades
AUT	Para robots industriales sin unidad de control superior	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Servicio con programa: velocidad programada</li> <li>■ Modo manual: no es posible</li> </ul>
AUT EXT	Para robots industriales con unidad de control superior, p. ej. un PLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Servicio con programa: velocidad programada</li> <li>■ Modo manual: no es posible</li> </ul>

### Selector de modos de servicio

El usuario puede cambiar el modo de servicio mediante el gestor de conexiones. El gestor de conexiones es una pantalla que se visualiza mediante el selector del modo de servicio del smartPAD.

Existen diferentes versiones del selector del modo de servicio:

- Con llave  
Solo es posible cambiar el modo de servicio cuando la llave está introducida.
- Sin llave

**⚠ ADVERTENCIA** Cuando el smartPAD dispone de un interruptor sin llave: debe existir un dispositivo adicional que garantice que determinadas funcionalidades no son accesibles para todos los usuarios, sino solo para un grupo limitado. El dispositivo no debe provocar por sí solo ningún movimiento en el robot industrial ni otros peligros. Si falta el dispositivo pueden producirse lesiones graves o incluso la muerte.

El integrador de sistemas es el responsable de que se instale dicho dispositivo.

#### 5.5.4 Señal "Protección del operario"

La señal "Protección del operario" sirve para supervisar los distintos dispositivos separadores de protección, p. ej., las puertas de protección. Sin esta señal no es posible el servicio automático. Si se pierde la señal durante el servicio automático (p. ej. se abre una puerta de protección), el manipulador realiza una parada de seguridad 1.

Para los modos de servicio Manual Velocidad reducida (T1) y Manual Velocidad alta (T2), la protección del operario no se encuentra activa.

**⚠ ADVERTENCIA** Tras una pérdida de señal solo se podrá continuar el modo de servicio automático si el dispositivo de seguridad se ha cerrado de nuevo y si dicho cierre se ha confirmado. La confirmación debe evitar una reanudación del modo de servicio automático no intencionada hallándose personas dentro de la zona de peligro, como p. ej., en caso de una puerta de protección cerrada equivocadamente. La confirmación se debe implementar de forma que primero se pueda comprobar realmente la zona de peligro. Otras confirmaciones (p. ej. una confirmación que siga automáticamente al cierre del dispositivo de seguridad) no están permitidas. El integrador de sistemas es el responsable de que se cumplan estos requisitos. Si no se cumplen, pueden producirse daños materiales, lesiones graves o incluso la muerte.

### 5.5.5 Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA

El dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA del robot industrial es el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA del smartPAD. El dispositivo debe pulsarse en situaciones de peligro o en caso de emergencia.

Reacciones del robot industrial al pulsarse el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA:

- El manipulador y los ejes adicionales (opcionales) se detienen con una parada de seguridad 1.

Para poder proseguir con el servicio, debe desenchavarse el pulsador de PARADA DE EMERGENCIA girándolo.



#### ADVERTENCIA

Las herramientas y otros dispositivos unidos al manipulador que puedan suponer algún peligro deben estar conectados desde la instalación al circuito de PARADA DE EMERGENCIA.

Si no se respeta esta advertencia, pueden ocasionarse importantes daños materiales, lesiones graves e incluso la muerte.

Como mínimo debe instalarse siempre un dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA. Ello garantiza que se puede contar con un dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA aún estando el smartPAD desenchufado.

(>>> 5.5.7 "Dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA" Página 37)

### 5.5.6 Cerrar la sesión del control de seguridad superior

Si la unidad de control del robot está conectada con un control de seguridad superior, esta conexión se interrumpe obligatoriamente en los siguientes casos:

- Desconexión de la tensión mediante el interruptor principal de la unidad de control del robot  
O corte de tensión
- Apagado de la unidad de control del robot a través de la smartHMI.
- Activación de un proyecto WorkVisual con WorkVisual a través de o directamente en la unidad de control del robot
- Modificaciones en **Puesta en servicio > Configuración de red.**
- Modificaciones en **Configuración > Configuración de seguridad.**
- **Driver de E/S > Reconfigurar**
- Restauración de un archivo.

Efecto de una interrupción.

- Si se utiliza una interfaz de seguridad discreta, esta provoca una PARADA DE EMERGENCIA en toda la instalación.
- Cuando se utilice una interfaz de seguridad Ethernet, el control de seguridad de KUKA genera una señal que provoca que el sistema de control superior no provoque una PARADA DE EMERGENCIA en toda la instalación.



Si se utiliza la interfaz de seguridad Ethernet: A la hora de evaluar los riesgos, el integrador de sistemas debe tener en cuenta que el hecho de desconectar la unidad de control del robot no active la PARADA DE EMERGENCIA de toda la instalación, no suponga ningún peligro y la manera en cómo se debe contrarrestar cualquier posible peligro.

Si no se realiza esta observación, pueden producirse daños materiales, lesiones o incluso la muerte.

**⚠ ADVERTENCIA** Cuando una unidad de control del robot está desconectada, el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA del smartPAD no está operativo. La empresa explotadora de la máquina debe encargarse de que el smartPAD esté cubierto o alejado de la instalación. De este modo se consigue evitar cualquier confusión entre los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA efectivos y los no efectivos. Si no se respetan esta medida, pueden producirse daños materiales, lesiones o incluso la muerte.

### 5.5.7 Dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA

Cada estación de operación mediante la que pueda accionarse un movimiento del robot o crearse una situación susceptible de ser peligrosa, debe estar equipada con un dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA. El integrador de sistemas debe velar por ello.

Como mínimo debe haber instalado un dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA. Ello garantiza que se puede contar con un dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA aún estando el smartPAD desenchufado.

Los dispositivos externos de PARADA DE EMERGENCIA se conectan por medio de la interfaz del cliente. Los dispositivos externos de PARADA DE EMERGENCIA no se incluyen en el volumen de suministro del robot industrial.

### 5.5.8 Dispositivo de validación

El dispositivo de validación del robot industrial son los pulsadores de validación del smartPAD.

En el smartPAD se encuentran instalados 3 pulsadores de validación. Los pulsadores de validación tienen 3 posiciones:

- No pulsado
- Posición intermedia
- Pulsado a fondo (posición de pánico)

En los modos de servicio de test, el manipulador únicamente puede desplazarse si el pulsador de validación se mantiene en la posición intermedia.

- Al soltar el pulsador de validación, se produce una parada de seguridad 2.
- Al presionar el pulsador de validación se activa una parada de seguridad 1.
- Se pueden mantener pulsados al mismo tiempo 2 pulsadores de validación hasta 15 segundos en la posición intermedia. Esto permite cambiar de un pulsador de validación a otro. Si los pulsadores de validación se mantienen pulsados a la vez en la posición intermedia durante más de 15 segundos, esto activa una parada de seguridad 1.

Si el pulsador de validación (p. ej., bornes en posición intermedia) funciona incorrectamente, el robot industrial puede detenerse con los métodos siguientes:

- Presionar a fondo el pulsador de validación.
- Accionar el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA.
- Soltar la tecla de arranque.

**⚠ ADVERTENCIA** Los pulsadores de validación no deben sujetarse con cintas adhesivas o similares ni ser manipulados de cualquier otro modo. Pueden producirse daños materiales, lesiones graves e incluso la muerte.

### 5.5.9 Dispositivo de validación externo

Los dispositivos de confirmación externos son necesarios cuando deban situarse varias personas en la zona de peligro del robot industrial.

Los dispositivos externos de validación no pertenecen al volumen de suministro del robot industrial.



En el capítulo "Planificación" de las instrucciones de servicio y de montaje de la unidad de control del robot, se describe la interfaz a través de la cual se pueden conectar diferentes dispositivos de confirmación externos.

### 5.5.10 Parada de servicio externa segura

La parada de servicio segura también se puede accionar a través de una entrada de la interfaz de cliente. El estado se mantiene mientras la señal externa permanezca en FALSE. Cuando la señal externa cambia a TRUE, se puede volver a desplazar el manipulador. No es necesaria ninguna confirmación.

### 5.5.11 Parada de seguridad externa 1 y parada de seguridad externa 2

La parada de seguridad 1 y la parada de seguridad 2 se pueden accionar a través de una entrada de la interfaz de cliente. El estado se mantiene mientras la señal externa permanezca en FALSE. Cuando la señal externa cambia a TRUE, se puede volver a desplazar el manipulador. No es necesaria ninguna confirmación.

Si se selecciona como interfaz del cliente X11, solo está disponible la señal **Parada de seguridad 2**.

### 5.5.12 Control de velocidad en T1

En el modo de servicio T1 se controla la velocidad de la brida de acople. Si la velocidad supera 250 mm/s, se activa una parada de seguridad 0.

## 5.6 Equipamiento de protección adicional

### 5.6.1 Modo paso a paso

En los modos de servicio Manual Velocidad reducida (T1) y Manual Velocidad alta (T2) la unidad de control del robot sólo puede ejecutar un programa en el modo teclado. Esto significa: para ejecutar un programa, deben mantenerse pulsados un interruptor de validación y la tecla de arranque.

- Al soltar el pulsador de validación, se produce una parada de seguridad 2.
- Al presionar el pulsador de validación se activa una parada de seguridad 1.
- Al soltar la tecla de inicio se produce una parada 2.

### 5.6.2 Interruptor de final de carrera de software

Los campos de todos los ejes del manipulador y de posicionamiento se encuentran limitados por medio de límites de carrera software ajustables. Estos límites de carrera software sirven a efectos de protección de la máquina y deben ser ajustados de modo tal que el manipulador/posicionador no pueda chocar contra los topes finales mecánicos.

Los límites de carrera software se ajustan durante la puesta en servicio de un robot industrial.



Informaciones adicionales se encuentran en los manuales de servicio y programación del robot.

### 5.6.3 Topes finales mecánicos

Los rangos de movimiento de los ejes base y de la muñeca se encuentran limitados por medio de topes finales mecánicos dependiendo de la variante del robot.

Puede haber más topes finales mecánicos instalados en los ejes adicionales.



#### **ADVERTENCIA**

Si el manipulador o un eje adicional chocan contra un obstáculo o un tope mecánico o bien contra la limitación del campo del eje, el manipulador ya no podrá accionarse con seguridad. El manipulador deberá ponerse fuera de servicio y antes de repuesta en marcha es necesario una consulta con KUKA Roboter GmbH.

### 5.6.4 Limitación mecánica de la zona del eje (opción)

En algunos manipuladores pueden colocarse, en los ejes del A1 al A3, limitaciones mecánicas del campo del eje. Los límites desplazables de las zonas del eje limitan el campo de trabajo a un mínimo necesario. De este modo, se aumenta la protección de personas y de la instalación.

En los manipuladores que no disponen de limitaciones mecánicas del campo del eje, el campo de trabajo debe organizarse de forma que no pueda producirse ningún riesgo de lesiones o daños materiales a pesar de no disponer de dichas limitaciones.

Si ello no fuera posible, el campo de trabajo debe limitarse con barreras fotoeléctricas, cortinas luminosas o balizas. En las zonas de carga o transferencia de materiales no debe haber ningún punto con riesgo de sufrir cortes o magulladuras.



Esta opción no está disponible para todos los tipos de robot. Informaciones sobre determinados tipos de robot: consultar a KUKA Roboter GmbH.

### 5.6.5 Control del campo del eje (opción)

Algunos manipuladores pueden ser equipados, en los ejes principales A1 hasta A3, con controles bicanales del campo del eje. Los ejes de los posicionadores pueden estar equipados con controles adicionales del campo del eje. Con un control del campo del eje puede delimitarse y controlarse la zona de seguridad de un eje. De este modo, se aumenta la protección de personas y de la instalación.



Esta opción no está disponible para todos los tipos de robot. Informaciones sobre determinados tipos de robot: consultar a KUKA Roboter GmbH.

### 5.6.6 Posibilidades de mover el manipulador sin energía impulsora



El explotador debe asegurarse de que el personal sea debidamente instruido y capaz de desplazar el manipulador sin energía impulsora en casos de emergencia o situaciones excepcionales.

#### Descripción

Las siguientes posibilidades sirven para poder mover sin energía impulsora el manipulador tras un accidente o avería:

- Dispositivo de liberación (opcional)  
El dispositivo de liberación puede utilizarse para los motores de accionamiento de los ejes principales y, dependiendo de la variante del robot, también para los motores de accionamiento del eje de la muñeca.
- Dispositivo de apertura de frenos (opcional)  
El dispositivo de apertura de frenos está destinado a aquellas variantes de robot cuyos motores no sean accesibles.
- Mover directamente con la mano los ejes de la muñeca  
En el caso de aquellas variantes para cargas bajas, los ejes de la muñeca no disponen de un dispositivo de liberación. Este dispositivo no es necesario ya que los ejes de la muñeca se pueden mover directamente con la mano.



Información sobre las posibilidades que están disponibles para los diferentes modelos de robots y las aplicaciones posibles, se encuentra en las instrucciones de montaje o de servicio para el robot o bien se puede solicitar a KUKA Roboter GmbH más información.

#### AVISO

El desplazamiento del manipulador sin energía impulsora, puede dañar los frenos de motor de los ejes afectados. En caso de daños del freno se debe reemplazar el motor. Por ello, el manipulador solo debe desplazarse sin energía impulsora en casos de emergencia, p. ej. para liberar personas.

### 5.6.7 Identificaciones en el robot industrial

Todas las placas, indicaciones, símbolos y marcas son piezas integrantes del robot industrial relevantes para la seguridad. No deben modificarse ni quitarse en ningún caso.

Placas de identificación en el robot industrial son:

- Placas características
- Indicaciones de advertencia
- Símbolos de seguridad
- Rótulos
- Identificación de cables
- Placas de características



Puede encontrar más información en los datos técnicos de las instrucciones de servicio o de montaje de los componentes del robot industrial.

### 5.6.8 Dispositivos de seguridad externos

Los dispositivos de seguridad se encargan de impedir el acceso de personas a la zona de peligro del robot industrial. El integrador de sistemas debe velar por ello.



Los dispositivos separadores de protección deben cumplir los requisitos siguientes:

- Deben cumplir los requisitos de la norma EN 953.
- Evitan el acceso de personas a la zona de peligro y no pueden sortearse fácilmente.
- Están bien fijados y resisten las fuerzas mecánicas previsibles provenientes del servicio y del entorno.
- No suponen ningún peligro por sí solos ni pueden causar ningún peligro.
- Respetar la distancia mínima prescrita a la zona de peligro.

Las puertas de seguridad (puertas de mantenimiento) deben cumplir los requisitos siguientes:

- El número de puertas se limita al mínimo necesario.
- Los enclavamientos (p. ej. los interruptores de las puertas de protección) están unidos a la entrada de protección del usuario de la unidad de control del robot por medio de los dispositivos de conmutación de la puerta o de la SPS de seguridad.
- Los dispositivos de conmutación, los interruptores y el tipo de circuito cumplen los requisitos del nivel de eficiencia d y la categoría 3 de la norma EN 13849-1.
- En función del peligro, la puerta de seguridad se debe asegurar, además, con un cierre que solo permita abrir la puerta cuando el manipulador se haya parado de forma segura.
- El pulsador para confirmar la puerta de seguridad se encuentra montado fuera del vallado que delimita el área asegurada.



En las correspondientes normas y prescripciones puede encontrarse información adicional. Ésta incluye también la norma EN 953.

#### Otros dispositivos de protección

Otros dispositivos de protección deben ser integrados a la instalación en concordancia con las correspondientes normas y prescripciones.

## 5.7 Resumen de los modos de servicio y de las funciones de protección

La siguiente tabla muestra en qué modo de servicio están activadas las funciones de protección.

Funciones de protección	T1	T2	AUT	AUT EXT
Protección del operario	-	-	activa	activa
Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA	activa	activa	activa	activa
Dispositivo de validación	activa	activa	-	-
Velocidad reducida durante la verificación del programa	activa	-	-	-
Modo paso a paso	activa	activa	-	-
Interruptor de final de carrera de software	activa	activa	activa	activa

## 5.8 Medidas de seguridad

### 5.8.1 Medidas generales de seguridad

El robot industrial solo deberá utilizarse para los fines previstos y deberá encontrarse en un estado idóneo desde el punto de vista técnico respetando todas las medidas de seguridad. En caso de uso indebido pueden producirse daños personales o materiales.

Aún estando la unidad de control del robot desconectada y asegurada, el robot industrial puede efectuar movimientos inesperados. El manipulador o los ejes adicionales pueden descender a causa de haber efectuado un montaje incorrecto (p. ej. sobrecarga) o algún defecto mecánico (p. ej. freno defectuoso). Si se ha de trabajar con el robot industrial desconectado, el manipulador y los ejes adicionales deben desplazarse a una posición tal que no puedan moverse por sí mismos con o sin influencia de la carga montada. Si esto no fuese posible, deben asegurarse el manipulador y los ejes adicionales de forma adecuada.



#### PELIGRO

El robot industrial puede causar lesiones o daños materiales si las funciones o dispositivos de seguridad no están en servicio. En caso de que se hayan desmontado o desactivado las funciones y dispositivos de seguridad, no se debe hacer funcionar el robot industrial.



#### PELIGRO

Permanecer debajo del sistema mecánico del robot puede causar lesiones e incluso la muerte. Por este motivo queda terminantemente prohibido permanecer debajo del sistema mecánico del robot.



#### ATENCIÓN

Durante el servicio, los motores alcanzan temperaturas que pueden causar quemaduras a la piel. Debe evitarse cualquier contacto. Deben aplicarse medidas de protección adecuadas como, p. ej., llevar guantes.

### smartPAD

El explotador debe asegurarse de que únicamente las personas autorizadas manejen el robot industrial con el smartPAD.

Si en una instalación hay varios smartPADs, debe prestarse atención a que cada smartPAD esté asignado de forma unívoca al robot industrial pertinente. No deben producirse confusiones en las conexiones.



#### ADVERTENCIA

El explotador debe encargarse de retirar inmediatamente de la instalación los smartPADs desacoplados y de mantenerlos fuera del alcance y de la vista del personal que está trabajando en el robot industrial. De este modo se consigue evitar cualquier confusión entre los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA efectivos y los no efectivos.

Si no se respeta esta advertencia, pueden ocasionarse importantes daños materiales, lesiones graves e incluso la muerte.

### Modificaciones

Si se ha efectuado alguna modificación en el robot industrial, se debe comprobar que quede garantizado el nivel de seguridad necesario. Para esta comprobación se deben tener en cuenta las disposiciones vigentes nacionales y regionales en materia de protección laboral. Además, debe comprobarse también que todas las funciones de seguridad se activan correctamente.

Los programas nuevos o modificados siempre se deben probar primero en el modo de servicio Manual velocidad reducida (T1).

Tras efectuar alguna modificación en el robot industrial, los programas existentes siempre deben ser probados primero en el modo de servicio Manual Velocidad reducida (T1). Esto es válido para todos los componentes del robot industrial y también incluye las modificaciones de software y los ajustes de configuración.

#### Averías

En caso de avería en el robot industrial se debe proceder del modo siguiente:

- Desconectar la unidad de control del robot y asegurarla contra una reconexión indebida (p. ej., con un candado).
- Informar sobre la avería mediante un cartel con la indicación correspondiente.
- Llevar un registro de las averías.
- Subsanan la avería y verificar el funcionamiento.

### 5.8.2 Transporte

#### Manipulador

Debe respetarse la posición de transporte prescrita para el manipulador. El transporte debe realizarse conforme a las instrucciones de servicio o las instrucciones de montaje del manipulador.

Durante el transporte, evitar vibraciones o golpes para no dañar el sistema mecánico del robot.

#### Unidad de control del robot

Debe respetarse la posición de transporte prescrita para la unidad de control del robot. El transporte debe realizarse conforme a las instrucciones de servicio o las instrucciones de montaje de la unidad de control del robot.

Durante el transporte, evitar vibraciones o golpes para no dañar la unidad de control del robot.

#### Eje adicional (opcional)

Debe respetarse la posición de transporte prescrita para el eje adicional (por ejemplo, unidad lineal KUKA, mesa giratoria basculante, posicionador). El transporte debe realizarse conforme a las instrucciones de servicio o a las instrucciones de montaje del eje adicional.

### 5.8.3 Puesta en servicio y reanudación del servicio

Antes de la primera puesta en servicio de una instalación o un dispositivo, debe realizarse una comprobación para asegurarse de que la instalación o el dispositivo estén completos y en condiciones de funcionamiento, que pueden ser operados en condiciones de seguridad y que se pueden detectar posibles daños.

Para esta comprobación se deben tener en cuenta las disposiciones vigentes nacionales y regionales en materia de protección laboral. Además, debe comprobarse también que todas las funciones de seguridad se activan correctamente.



Antes de la puesta en servicio, se deben modificar las contraseñas para los grupos de usuarios en el KUKA System Software. Las contraseñas solo se deben comunicar al personal autorizado.



**ADVERTENCIA** La unidad de control del robot se encuentra preconfigurada para el robot industrial correspondiente. En caso de que se intercambien los cables, el manipulador y los ejes adicionales (opción) pueden recibir datos erróneos y, por tanto, provocar daños personales o materiales. Si una instalación se compone de varios manipuladores, conectar siempre los cables de unión al manipulador y a la correspondiente unidad de control del robot.



Cuando se integran componentes adicionales (p. ej. cables) en el sistema del robot industrial que no pertenecen al volumen de suministro de KUKA Roboter GmbH, el usuario se hace responsable de que dichos componentes no interfieran en las funciones de seguridad del robot o lo pongan fuera de servicio.

### AVISO

Cuando la temperatura interior del armario de la unidad de control del robot difiere demasiado de la temperatura ambiente, se puede formar agua de condensación, lo que podría causar daños en la parte eléctrica. La unidad de control del robot debe ser puesta en servicio cuando la temperatura interior del armario se haya aproximado a la temperatura ambiente.

## Prueba de funcionamiento

Antes de la puesta en servicio o de la reanudación del servicio deben realizarse las siguientes comprobaciones:

### Prueba general:

Asegurarse de que:

- El robot industrial está correctamente colocado y fijado conforme a las indicaciones incluidas en la documentación.
- No se han producido daños en el robot que dejen entrever los efectos de fuerzas extrañas. Ejemplos: Abolladuras o desgastes en el color que puedan haberse producido por un golpe o una colisión.



### ADVERTENCIA

En caso de que se produzca un daño de tal naturaleza, será necesario sustituir los componentes afectados. Es necesario prestar especial atención al motor y a la compensación de peso.

Las fuerzas externas pueden provocar daños no visibles. Por ejemplo, en el motor puede producirse una pérdida paulatina de la transmisión de fuerza. Dicha pérdida puede provocar que el manipulador realice movimientos inesperados. Si no se toman las medidas adecuadas, pueden producirse daños materiales considerables, lesiones o la muerte.

- Sobre el robot industrial no hay cuerpos extraños, ni piezas sueltas o defectuosas.
- Todos los dispositivos de seguridad necesarios están correctamente instalados y en condiciones de funcionamiento.
- Los valores de conexión del robot industrial coinciden con la tensión y la estructura de la red local.
- El cable de puesta a tierra y el cable de conexión equipotencial están bien tendidos y se han conectado correctamente.
- Los cables de unión están conectados correctamente y los conectores están bloqueados.

### Comprobación de las funciones de seguridad:

Mediante una prueba de funcionamiento se debe asegurar que las siguientes funciones de seguridad trabajan correctamente:

- Dispositivo local de PARADA DE EMERGENCIA
- Dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA (entrada y salida)
- Dispositivo de validación (en los modos de servicio de prueba)
- Protección del operario
- Todas las demás entradas y salidas utilizadas y relevantes en materia de seguridad
- Otras funciones de seguridad externas

### 5.8.3.1 Comprobación de los datos de la máquina y la configuración de seguridad

**⚠ ADVERTENCIA** Si se han cargado los datos de máquina incorrectos o una configuración incorrecta de la unidad de control, el robot industrial no se debe desplazar. De lo contrario podrían producirse daños materiales, lesiones graves e incluso la muerte. Deben estar cargados los datos correctos.

- Debe asegurarse que la placa de características de la unidad de control del robot contenga los mismos datos de máquina registrados en la declaración de montaje. Los datos de máquina de la placa característica del manipulador y de los ejes adicionales (opcionales) deben ser declarados en la puesta en servicio.
- Durante la puesta en servicio deben ser llevadas a cabo las pruebas prácticas para los datos de máquina.
- Después de modificar algún dato de la máquina se debe comprobar la configuración de seguridad.
- Tras la activación de un proyecto de WorkVisual en la unidad de control del robot se debe comprobar la configuración de seguridad.
- Si durante la comprobación de la configuración de seguridad se han aceptado los datos de máquina (independientemente de cuál haya sido la razón por la que se ha comprobado la configuración de seguridad) se deben llevar a cabo las pruebas prácticas para los datos de máquina.
- A partir de System Software 8.3: Si la suma de comprobación de la configuración de seguridad ha cambiado, se deberá comprobar los controles seguros de los ejes.

**i** Para más información para comprobar la configuración de seguridad y los controles de ejes seguros, consultar las instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas.

Si no se superan con éxito las pruebas prácticas durante una primera puesta en servicio, se deberá contactar con KUKA Roboter GmbH.

Si no se superan con éxito las pruebas prácticas en una ejecución posterior, se deben comprobar y corregir los datos de máquina y la configuración relevante para la seguridad de la unidad de control.

#### Prueba práctica general:

Si se requieren pruebas prácticas para los datos de máquina, se debe efectuar siempre esta prueba.

La prueba práctica general se puede llevar a cabo de las siguientes formas:

- Calibración del TCP con el método XYZ de 4 puntos  
La prueba práctica se considera superada cuando se ha podido calibrar con éxito el TCP.

O bien:

1. Orientar el TCP hacia cualquier punto seleccionado.  
Este servirá como punto de referencia. Debe estar situado de tal manera que no pueda ser reorientado.
2. Desplazar manualmente el TCP 45° en las direcciones A, B y C una vez como mínimo.  
No es necesario sumar los movimientos, es decir, si se ha desplazado el TCP en una dirección, se puede retroceder antes de desplazarlo a la siguiente dirección.  
La prueba práctica se considera superada cuando el TCP no se desvía en total más de 2 cm del punto de referencia.

**Prueba práctica para ejes no acoplados matemáticamente:**

Si se requieren pruebas prácticas para los datos de máquina, se debe efectuar esta prueba cuando los ejes disponibles no estén acoplados matemáticamente.

1. Marcar la posición de salida del eje no acoplado matemáticamente.
2. Mover manualmente el eje recorriendo una trayectoria cualquiera seleccionada. Determinar la trayectoria en la smartHMI a través de la indicación **Posición real**.
  - Desplazar los ejes lineales un recorrido concreto.
  - Desplazar los ejes rotacionales un ángulo concreto.
3. Medir el trayecto cubierto y comparar con el trayecto recorrido según la smartHMI.  
La prueba práctica se considera superada cuando los valores difieren entre sí un máximo de 10 %.
4. Repetir la prueba en todos los ejes no acoplados matemáticamente.

**Prueba práctica para ejes acoplables:**

Si se requieren pruebas prácticas para los datos de máquina, esta prueba se debe efectuar cuando estén disponibles ejes físicamente acoplables/desacoplables, p. ej. una servopinza.

1. Desacoplar los ejes acoplables físicamente.
2. Desplazar de forma individual todos los ejes restantes.

La prueba práctica se considera superada cuando todos los ejes restantes pueden ser desplazados.

**5.8.3.2 Modo de puesta en servicio****Descripción**

El robot industrial se puede colocar en un modo de puesta en servicio a través de la interfaz de usuario smartHMI. En este modo es posible desplazar el manipulador a T1 sin que estén en servicio los dispositivos de seguridad externos.

Dependiendo de la interfaz de seguridad utilizada, se determinará cuándo está disponible el modo de puesta en servicio.

**Interfaz de seguridad discreta**

- System Software 8.2 y versiones anteriores:

El modo de puesta en servicio es posible una vez que todas las señales de entrada de la interfaz de seguridad discreta tengan el estado "cero lógico". De lo contrario, la unidad de control del robot impide o finaliza el modo de puesta en servicio.

Si además se utiliza una interfaz de seguridad discreta para opciones de seguridad, en ella todas las entradas deberán ser también "cero lógico".


- System Software 8.3 y superior:

El modo de puesta en servicio es posible siempre. Esto significa también que es independiente del estado de las entradas de la interfaz de seguridad discreta.

Si adicionalmente se utiliza una interfaz de seguridad discreta para opciones de seguridad: los estados de estas entradas tampoco tienen relevancia.

**Interfaz de seguridad Ethernet**

Si existe o se establece una conexión con un sistema de seguridad superior, la unidad de control del robot impide o finaliza el modo de puesta en servicio.

<b>Efecto</b>	<p>Cuando se activa el modo de puesta en servicio, todas las salidas pasan automáticamente al estado "cero lógico".</p> <p>Si la unidad de control del robot dispone de un contactor de periferia (US2) y se ha establecido que la configuración de seguridad lo conmute en función de la validación de marcha, esta conmutación se aplicará igualmente durante el modo de puesta en servicio. Esto es, la tensión US2 se conecta con la validación de la marcha, incluso en el modo de puesta en servicio.</p>
<b>Peligros</b>	<p>Posibles peligros y riesgos durante la utilización del modo de puesta en servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Una persona transitando por la zona de peligro del manipulador.</li> <li>■ En caso de peligro, se acciona un dispositivo externo de PARADA DE EMERGENCIA inactivo y el manipulador no se desconecta.</li> </ul> <p>Medidas adicionales para la prevención de riesgos en el modo de puesta en servicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ No cubrir los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA que no estén operativos o indicar mediante un cartel de advertencia qué dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA no está operativo.</li> <li>■ Si no se dispone de valla de seguridad, se debe evitar el acceso de personas a la zona de peligro del manipulador aplicando otras medidas, p. ej., con una cinta.</li> </ul>
<b>Utilización</b>	<p>Utilización del modo puesta en servicio conforme a los fines previstos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Para la puesta en servicio en el modo T1 cuando los dispositivos de seguridad externos todavía no están instalados o puestos en servicio. La zona de peligro debe delimitarse, como mínimo, con una cinta.</li> <li>■ Para delimitar un error (error en los periféricos).</li> <li>■ El uso del modo de puesta en servicio debe mantener al mínimo posible.</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p> <b>ADVERTENCIA</b> Al utilizar el modo de puesta en servicio, todos los dispositivos de seguridad externos se encuentran fuera de servicio. El personal del servicio técnico debe asegurarse de que no hay nadie dentro o en las inmediaciones de la zona de peligro del manipulador mientras los dispositivos de seguridad estén fuera de servicio. Si no se respeta esta medida, pueden producirse daños materiales, lesiones o incluso la muerte.</p> </div>
<b>Uso incorrecto</b>	<p>Todos los usos que difieran de la utilización conforme a los fines previstos se consideran incorrectos y no están permitidos. La empresa KUKA Roboter GmbH no se responsabiliza de los daños ocasionados como consecuencia de un uso incorrecto. El explotador será el único responsable y asumirá todos los riesgos.</p>

#### 5.8.4 Modo de servicio manual

El servicio manual es el modo de servicio indicado para realizar los trabajos de ajuste. Se consideran trabajos de ajuste todos los trabajos que deban llevarse a cabo en el robot industrial para poder ser operado en el modo automático. Son trabajos de ajuste:

- Servicio en modo tecleado
- Programación por aprendizaje
- Programación
- Verificación del programa

En el modo de servicio manual deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:



- Los programas nuevos o modificados siempre se deben probar primero en el modo de servicio Manual Velocidad Reducida (T1).
- Las herramientas, el manipulador o los ejes adicionales (opcional) no deben tocar nunca el vallado de seguridad o sobresalir del mismo.
- Las piezas de trabajo, herramientas u otros objetos no deben quedar apretados por el desplazamiento del robot industrial, ni tampoco provocar cortocircuitos o caerse.
- Todos los trabajos de ajuste deben realizarse, en la medida de lo posible, fuera del espacio delimitado por los dispositivos de seguridad.

En caso de que los trabajos de ajuste deban realizarse dentro del espacio delimitado con dispositivos de seguridad, se deberán tener en cuenta los siguientes puntos.

En el modo de servicio **Manual Velocidad Reducida (T1)**:

- Si se puede evitar, no debe hallarse ninguna otra persona dentro de la zona delimitada por los dispositivos de seguridad.  
Si es imprescindible que varias personas permanezcan dentro de la zona delimitada por los dispositivos de seguridad, se debe tener en cuenta lo siguiente:
  - Todas las personas deben tener a su disposición un dispositivo de validación.
  - Todas las personas deben tener un contacto visual sin obstáculos con el robot industrial.
  - Debe existir contacto visual entre todas las personas implicadas.
- El operario debe situarse en una posición desde la cual pueda visualizar la zona de peligro y, así, poder evitar posibles peligros.

En el modo de servicio **Manual Velocidad Alta (T2)**:

- Este modo de servicio sólo puede utilizarse cuando se requiere la aplicación de una prueba con velocidad, que es mayor que posible en modo de servicio T1.
- Este modo de servicio no permite la programación ni la programación por aprendizaje.
- Antes de iniciar la prueba, el operario debe asegurarse de que los dispositivos de validación están en condiciones de funcionamiento.
- El operario debe colocarse fuera de la zona de peligro.
- No debe haber ninguna otra persona dentro de la zona delimitada por los dispositivos de seguridad. El operario debe encargarse de ello.

### 5.8.5 Simulación

Los programas de simulación no corresponden exactamente con la realidad. Los programas de robot creados con programas de simulación deben probarse en la instalación en modo de servicio **Manual Velocidad reducida (T1)**. En caso necesario, debe corregirse el programa correspondientemente.

### 5.8.6 Modo de servicio automático

El modo de servicio automático solo es posible si se cumplen las siguientes medidas de seguridad:

- Todos los dispositivos de seguridad y protección están debidamente montados y en condiciones de funcionamiento.
- En la instalación no se encuentra ninguna persona.
- Se cumplen los procedimientos definidos para la ejecución de los trabajos.



Cuando el manipulador o un eje adicional (opcional) se detiene sin motivo aparente, sólo se puede acceder a la zona de peligro después de haber accionado una PARADA DE EMERGENCIA.

### 5.8.7 Mantenimiento y reparación

Tras haber realizado trabajos de mantenimiento o reparación, comprobar si el nivel de seguridad necesario está garantizado. Para esta comprobación se deben tener en cuenta las disposiciones vigentes nacionales y regionales en materia de protección laboral. Además, debe comprobarse también que todas las funciones de seguridad se activan correctamente.

El mantenimiento y las reparaciones tienen la finalidad de asegurar que se mantiene el estado funcional o que se restablece en caso de avería. La reparación comprende la localización de averías y su subsanación.

Las medidas de seguridad que se deben tomar al realizar trabajos en el robot industrial son:

- Efectuar los trabajos fuera de la zona de peligro. En caso de que se deban efectuar trabajos dentro de la zona de peligro, el explotador debe implementar medidas adicionales de seguridad para garantizar la seguridad de las personas.
- Desconectar el robot industrial y asegurarlo contra una reconexión indebida (p. ej. con un candado). En caso de que se deban realizar trabajos con la unidad de control del robot conectada, el explotador debe implementar medidas de seguridad adicionales para garantizar la seguridad de las personas.
- En caso de que los trabajos deban realizarse con la unidad de control del robot conectada, deberán realizarse exclusivamente en el modo de servicio T1.
- Informar por medio de un cartel de que se están realizando trabajos en la instalación. Este cartel deberá mantenerse también si se interrumpen temporalmente las tareas.
- Los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA deben mantenerse activos. Si para realizar los trabajos de mantenimiento o de reparación es necesario desactivar alguna función o dispositivo de seguridad, deberá restablecerse de inmediato la protección.

#### PELIGRO

Antes de realizar trabajos en componentes del sistema de robot que estén bajo tensión, debe desconectarse el interruptor principal y asegurarse contra una reconexión. A continuación debe controlarse que los componentes no estén bajo tensión. Antes de realizar trabajos en componentes bajo tensión, no basta con activar una PARADA DE EMERGENCIA/parada de seguridad o con desconectar los accionamientos, ya que el sistema de robot no es desconectado de la red. Hay componentes que aún siguen estando bajo tensión y que podrían causar graves lesiones o incluso la muerte.

Los componentes defectuosos deben sustituirse por componentes nuevos con el mismo número de artículo o por componentes que KUKA Roboter GmbH considere equivalentes.

Los trabajos de limpieza y mantenimiento deben efectuarse de conformidad con las instrucciones de servicio.

#### Unidad de control del robot

Aún con la unidad de control del robot desconectada, pueden encontrarse partes bajo tensión conectadas a la periferia del equipo. Por consiguiente, las fuentes externas se deben desconectar cuando haya que efectuar trabajos en la unidad de control del robot.

Al efectuar cualquier tarea en los componentes de la unidad de control del robot, se deben respetar las prescripciones relativas a componentes sometidos a riesgos electrostáticos.

Después de desconectar la unidad de control del robot, los distintos componentes pueden contener, durante varios minutos, tensiones superiores a 50 V (hasta 780 V). Para evitar lesiones con peligro de muerte, durante ese lapso de tiempo no deben efectuarse tareas en el robot industrial.

Debe evitarse la penetración de restos de agua y polvo en la unidad de control del robot.

### Compensación de peso

Algunos tipos de robot se encuentran equipados con una compensación de peso hidroneumática, por muelle o cilindro de gas.

Las compensaciones de peso hidroneumáticas por cilindro de gas son aparatos de presión. Forman parte de las instalaciones que deben ser supervisadas y sometidas a la Directiva sobre equipos a presión.

El explotador debe respetar las leyes, prescripciones y normas específicas del país para aparatos de presión.

Plazos de control en Alemania según el Reglamento relativo a la seguridad operativa, artículos 14 y 15. Control antes de puesta en servicio en el lugar de instalación por el explotador.

Las medidas de seguridad que se deben tomar al realizar trabajos en el sistema de compensación de peso son:

- Los grupos constructivos del manipulador compatibles con los sistemas de compensación de peso deben asegurarse.
- Los trabajos en sistemas de compensación de peso solo deben ser realizados por personal cualificado.

### Materiales peligrosos

Medidas de seguridad en el trato con materiales peligrosos son:

- Evitar el contacto intensivo, prolongado y reiterado con la piel.
- Evitar en lo posible, aspirar neblinas o vapores de aceite.
- Disponer lo necesario para limpieza y cuidado de la piel.



Para una utilización segura de nuestros productos recomendamos a nuestros clientes requerir regularmente de los fabricantes de materiales peligrosos las hojas de datos de seguridad más actualizados.

## 5.8.8 Cese del servicio, almacenamiento y eliminación de residuos

El cese de servicio, el almacenamiento y la eliminación de residuos deberán llevarse a cabo de conformidad con las leyes, prescripciones y normas específicas del país.

## 5.8.9 Medidas de seguridad para el "Single Point of Control"

### Vista general

Cuando el robot industrial utiliza determinados componentes, deben aplicarse medidas de seguridad para poner en práctica por completo el principio del "Single Point of Control" (SPOC).

Los componentes relevantes son:

- Interpretador Submit
- PLC
- Servidor OPC
- Remote Control Tools
- Herramientas para configurar los sistemas de bus con función online

### ■ KUKA.RobotSensorInterface



Puede que sea necesaria la aplicación de otras medidas de seguridad. Esto debe aclararse en función del caso y es responsabilidad del integrador del sistema, del programador y del explotador de la instalación.

Puesto que los estados de seguridad de los actuadores que se encuentran en la periferia de la unidad de control del robot únicamente los conoce el integrador del sistema, es su responsabilidad colocar dichos actuadores (p. ej., en una PARADA DE EMERGENCIA) en estado seguro.

### T1, T2

En los modos de servicio T1 y T2, los componentes anteriormente mencionados únicamente pueden acceder al robot industrial cuando las siguientes señales presenten los siguientes estados:

Señal	Estado necesario para SPOC
\$USER_SAF	TRUE
\$SPOC_MOTION_ENABLE	TRUE

### Interpretador Submit, PLC

Si el interpretador Submit o el PLC puede accionar movimientos (p. ej. los accionamientos o la garra) por medio del sistema de entradas y salidas y dichos movimientos no están asegurados de ningún otro modo, también pueden accionarse en los modos de servicio T1 o T2 o durante una PARADA DE EMERGENCIA activa.

Si el interpretador Submit o el PLC puede modificar variables que tengan efecto en el movimiento del robot (p. ej. override), también surtirán efecto en los modos de servicio T1 o T2 o durante una PARADA DE EMERGENCIA activa.

Medidas de seguridad:

- En T1 y T2, la variante del sistema \$OV\_PRO del interpretador Submit no debe ser descrita desde y por la PLC.
- No modificar las señales y variables relevantes en materia de seguridad (p. ej. modo de servicio, PARADA DE EMERGENCIA, contacto puerta de seguridad) con el interpretador Submit o el PLC.

Si a pesar de todo es necesario efectuar cambios, todas las señales y variables relevantes para la seguridad deben estar enlazadas de forma que el interpretador Submit o el PLC no puedan colocarlas en un estado potencialmente peligroso. Esto será responsabilidad del integrador de sistemas.

### Servidor OPC, Remote Control Tools

Gracias a accesos de escritura, estos componentes permiten modificar programas, salidas u otros parámetros de la unidad de control del robot sin que lo noten las personas que se hallan en la instalación.

Medida de seguridad:

Si se utilizan estos componentes, se deben especificar en una evaluación de riesgos aquellas salidas que puedan causar algún peligro. Estas salidas se deben distribuir de forma que se puedan usar sin validación. Esto puede realizarse, por ejemplo, con un dispositivo de validación externo.

### Herramientas para configurar los sistemas de bus

Cuando estos componentes disponen de una función online, se pueden modificar programas, salidas y otros parámetros de la unidad de control del robot a través de accesos de escritura sin que lo noten las personas que se hallan en la instalación.

- WorkVisual de KUKA
- Herramientas de otros fabricantes

Medida de seguridad:

En los modos de servicio de test los programas, salidas u otros parámetros de la unidad de control del robot no pueden modificarse con estos componentes.

## 5.9 Normas y prescripciones aplicadas

Nombre	Definición	Edición
<b>2006/42/CE</b>	<b>Directiva relativa a las máquinas:</b>  Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006, relativa a las máquinas y por la que se modifica la Directiva 95/16/CE (refundición)	2006
<b>2014/30/UE</b>	<b>Directiva sobre compatibilidad electromagnética:</b>  Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre compatibilidad electromagnética	2014
<b>2014/68/UE</b>	<b>Directiva sobre equipos a presión:</b>  Directiva 2014/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de jueves, 15 de mayo de 2014, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión  (se aplica exclusivamente a robots con compensación de peso hidroneumática.)  Esta directiva es válida a partir del 19/07/2016.	2014
<b>97/23/CE</b>	<b>Directiva sobre equipos a presión:</b>  Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de mayo de 1997, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión  (se aplica exclusivamente a robots con compensación de peso hidroneumática.)  Esta directiva es válida hasta el 18/07/2016.	1997
<b>EN ISO 13850</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b>  Principios generales de configuración para PARADA DE EMERGENCIA	2008
<b>EN ISO 13849-1</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b>  Componentes de seguridad de los sistemas de control. Parte 1: Principios generales de configuración	2008
<b>EN ISO 13849-2</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b>  Componentes de seguridad de los sistemas de control. Parte 2: Validación	2012
<b>EN ISO 12100</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b>  Principios generales de configuración, valoración y reducción del riesgo	2010

<b>EN ISO 10218-1</b>	<b>Robots industriales - requisitos de seguridad</b> Parte 1: Robot <b>Indicación:</b> Contenido cumple con <b>ANSI/RIA R.15.06-2012, parte 1</b>	2011
<b>EN 614-1 + A1</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b> Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales	2009
<b>EN 61000-6-2</b>	<b>Compatibilidad electromagnética (CEM):</b> Parte 6-2: Normas genéricas. Inmunidad en entornos industriales	2005
<b>EN 61000-6-4 + A1</b>	<b>Compatibilidad electromagnética (CEM):</b> Parte 6-4: Normas genéricas. Norma de emisión en entornos industriales	2011
<b>EN 60204-1 + A1</b>	<b>Seguridad de máquinas:</b> Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales	2009



## 6 Planificación

### 6.1 Resumen Planificación



A continuación se encuentra un resumen de las tareas de planificación más importantes. La planificación exacta dependerá de la aplicación, del tipo de manipulador, de los paquetes de tecnología utilizados y de otras circunstancias específicas del cliente. Por consiguiente, el resumen no pretende ser completo.

#### Unidad de control del robot

Paso	Descripción	Información
1	Compatibilidad electromagnética (CEM)	(>>> 6.2 "Compatibilidad electromagnética (CEM)" Página 55)
2	Condiciones de instalación de la unidad de control del robot	(>>> 6.3 "Condiciones de colocación y montaje" Página 55)
3	Condiciones para la conexión	(>>> 6.4 "Condiciones para la conexión" Página 56)
4	Conexión a la red	(>>> 6.5 "Conexión a la red" Página 57)
5	Interfaz de seguridad X11	(>>> 6.6 "Interfaz de seguridad X11" Página 58)
6	Interfaz de seguridad Ethernet X66	(>>> 6.7 "Funciones de seguridad a través de la interfaz de seguridad Ethernet " Página 65)
7	Test de ajuste	(>>> 6.8 "Test de ajuste" Página 74)
8	KUKA Extension Bus Interfaz X65	(>>> 6.9 "X65 Interfaz EtherCAT" Página 74)
9	KUKA System Bus Interfaz X69	(>>> 6.10 "KUKA Service Interface X69" Página 75)
10	Conexión equipotencial PE	(>>> 6.11 "Conexión equipotencial PE" Página 76)
11	Nivel de eficiencia (Performance Level)	(>>> 6.12 "Nivel de eficiencia" Página 77)

### 6.2 Compatibilidad electromagnética (CEM)

#### Descripción

Si se instalan cables de unión (p. ej. buses de campo, etc.) desde el exterior al PC de control, sólo deben utilizarse cables con el blindaje suficiente.



La unidad de control del robot corresponde a la clase A de la CEM, grupo 1 de conformidad con la norma EN 55011 y está prevista para su utilización en un **entorno industrial**. Al asegurar la compatibilidad electromagnética en otros entornos pueden surgir dificultades derivadas de posibles magnitudes perturbadoras guiadas y radiadas.

### 6.3 Condiciones de colocación y montaje

#### Dimensiones

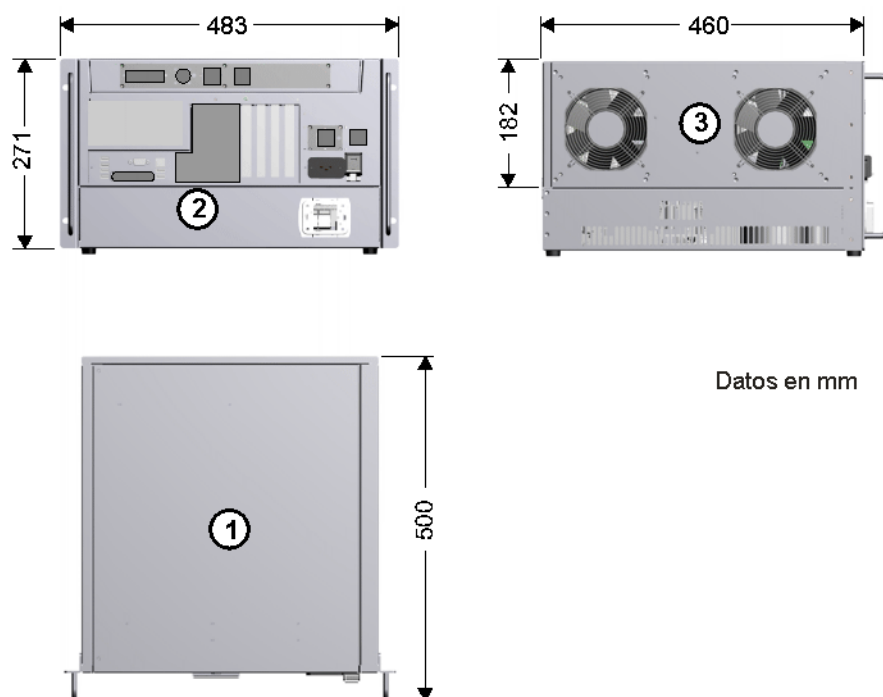
La unidad de control del robot puede montarse en un rack de 19" o como aparato individual. Deben respetarse los datos contenidos en el capítulo "Datos Técnicos" (>>> 4 "Datos técnicos" Página 21). Si se monta la unidad de con-

trol del robot en un rack de 19", la profundidad debe ser de 600 mm como mínimo. La unidad de control del robot está dimensionada en posición horizontal para el funcionamiento. Opcionalmente la unidad de control del robot puede ponerse en funcionamiento en posición vertical.



En caso de que la unidad de control del robot se monte en un rack de 19", debe fijarse en el rack por todo el borde lateral utilizando los medios adecuados (preferentemente una chapa angular) para evitar el retraso de la carcasa.

Los dos lados de la unidad de control del robot deben tener siempre acceso al aire de refrigeración. Distancia por cada lado de 70 mm.



Datos en mm

Fig. 6-1: Dimensiones

#### Escuadra asidero

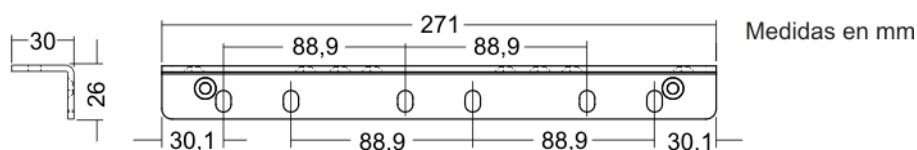


Fig. 6-2: Dimensiones de la escuadra del asidero

## 6.4 Condiciones para la conexión

### Conexión a la red

La unidad de control del robot solo puede conectarse a una red con punto de estrella puesto a tierra.

Tensión de conexión nominal	AC 200 V - 230 V, monofásica, bifásica (con punto de estrella -a ser posible simétrica- puesto a tierra) entre las fases utilizadas
Tolerancia permitida de la tensión de conexión nominal	Tensión nominal de conexión $\pm 10\%$
Frecuencia de la red	50 Hz $\pm 1$ Hz o 60 Hz $\pm 1$ Hz
Potencia de entrada nominal	2 kVA, ver placa de características



Capacidad de pérdida de calor	máx. 400 W
Protección por fusible de la red	2 x 16 A lento, (1 (2)x fase; 1 x conductor neutro (opcional))
Conexión equipotencial	Para los cables de equipotenciales y todos los cables de puesta a tierra, el punto de estrella común es la barra de referencia de la sección de potencia.



**ATENCIÓN** Si la unidad de control del robot se hace funcionar en una red **sin** punto de estrella puesto a tierra, puede causar un mal funcionamiento de la unidad de control del robot y daños en las fuentes de alimentación. Además, pueden producirse lesiones por descargas eléctricas. La unidad de control del robot sólo puede ser utilizada en una red con punto de estrella puesto a tierra.



Siempre que esté prevista la utilización de un interruptor diferencial, recomendamos utilizar los siguientes interruptores: Diferencia de corriente de liberación, 300 mA para cada unidad de control de robot, universal y selectivo.

#### Longitudes de cables

Las denominaciones de cables, las longitudes de cables (estándar) y las longitudes especiales se deben consultar en las instrucciones de servicio o de montaje del manipulador y/o en las instrucciones de montaje del cableado externo de KR C4 para unidades de control.



Si se usan las prolongaciones de cable smartPAD solo se pueden utilizar dos prolongaciones. No se debe superar la longitud total de cable de 50 m.



La diferencia de las longitudes de cable entre los canales individuales de la caja RDC debe ser como máximo 10 m.

## 6.5 Conexión a la red

### Descripción

La unidad de control del robot está equipada con un conector hembra de tres polos para aparatos fríos para la conexión a la red. La unidad de control del robot se conecta con la red mediante el cable de conexión de aparato incluido en el volumen de suministro.

La unidad de control del robot puede conectarse a la red a través de los siguientes cables de conexión de aparato:

- con conector a la red
- sin conector a la red

### Alimentación

- AC 200 V - 230 V, monofásica, bifásica (con punto de estrella -a ser posible simétrica- puesto a tierra) entre las fases utilizadas
- 50 Hz  $\pm$  1 Hz o 60 Hz  $\pm$  1 Hz

### Protección por fusible

- 2 x 16 A lento, carácter C (1 (2)x fase; 1 x conductor neutro (opcional))

## 6.6 Interfaz de seguridad X11

- Descripción** A través de la interfaz de seguridad X11 deben conectarse dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA o concatenarse entre sí mediante unidades de control superiores (p. ej., PLC).
- Interconexión** Interconectar la interfaz de seguridad X11 teniendo en cuenta los puntos siguientes:
- Concepto de la instalación
  - Concepto en materia de seguridad

### 6.6.1 Interfaz de seguridad X11

La interfaz de seguridad X11 está cableada internamente en la CCU.

#### Asignación de contactos

Pin	Descripción	Función
1	Salida de prueba A (Señal de prueba A)	Pone a disposición la tensión sincronizada para cada entrada individual de la interfaz del canal A.
3		
5		
7		
18		
20		
22		
10	Salida de prueba B (Señal de prueba B)	Pone a disposición la tensión sincronizada para cada entrada individual de la interfaz para el canal B.
12		
14		
16		
28		
30		
32		
2	PARADA DE EMERGENCIA externa canal A (Entrada segura 1)	PARADA DE EMERGENCIA, entrada bicanal, máx 24 V. (>>> "Entradas CIB_SR" Página 24)  Activación de la función de PARADA DE EMERGENCIA en la unidad de control del robot.
11	PARADA DE EMERGENCIA externa canal B (Entrada segura 1)	
4	Protección del operario canal A (Entrada segura 2)	Para la conexión bicanal de un bloqueo de la puerta protección, máx. 24 V. (>>> "Entradas CIB_SR" Página 24)  Mientras la señal esté encendida, se pueden conectar los accionamientos. Solo tiene efecto en los modos de servicio AUTOMÁTICO.
13	Protección del operario canal B (Entrada segura 2)	

Pin	Descripción	Función
6	Confirmación de la protección del operario canal A (Entrada segura 3)	<p>Para conectar una entrada bicanal y confirmar la protección del operario con contactos libres de potencial.</p> <p>(&gt;&gt;&gt; "Entradas CIB_SR" Página 24)</p> <p>El comportamiento de la entrada Confirmación de la protección del operario puede configurarse con el software de sistema de KUKA.</p> <p>Después de cerrar la puerta de protección (protección del operario), en los modos de servicio automático se puede liberar el desplazamiento del manipulador accionando el pulsador de acuse de recibo situado fuera de la valla de seguridad. Esta función está desactivada en el estado de suministro.</p>
15	Confirmación protección del operario canal B (Entrada segura 3)	
8	Parada de servicio segura canal A (Entrada segura 4)	<p>Activación del control de parada</p> <p>En caso de vulneración del control activado, se ejecuta una parada 0.</p>
17	Parada de servicio segura canal B (Entrada segura 4)	
19	Parada de seguridad, parada 2 canal A (Entrada segura 5)	<p>Activación de parada 2 y activación del control de parada al parar todos los ejes.</p> <p>En caso de vulneración del control activado, se ejecuta una parada 0.</p>
29	Parada de seguridad, parada 2 canal B (Entrada segura 5)	
21	Validación externa 1 canal A (Entrada segura 6)	<p>Para la conexión de un pulsador de validación externo bicanal 1 con contactos libres de potencial.</p> <p>Si no se conecta ningún pulsador de validación externo 1, deben puentearse el canal A pin 20/21 y el canal B 30/31. Sólo tiene efecto en los modos de servicio TEST.</p>
31	Validación externa 1 canal B (Entrada segura 6)	
23	Validación externa 2 canal A (Entrada segura 7)	<p>Para la conexión de un pulsador de validación externo bicanal 2 con contactos libres de potencial.</p> <p>Si no se conecta ningún pulsador de validación externo 2, deben puentearse el canal A pin 22/23 y el canal B 32/33. Sólo tiene efecto en los modos de servicio TEST.</p>
33	Validación externa 2 canal B (Entrada segura 7)	

Pin	Descripción	Función
34	PARADA DE EMERGENCIA local canal A	Salida, contactos libres de potencial de la PARADA DE EMERGENCIA interna. (>>> "Salidas CIB_SR" Página 23)  Los contactos están cerrados si se cumplen las siguientes condiciones:  ■ PARADA DE EMERGENCIA no accionada en el smartPAD  ■ Unidad de control conectada y lista para el servicio  Cuando falta una condición, los contactos se abren.
35		
45	PARADA DE EMERGENCIA local canal B	
46		
36	Confirmación de la protección del operario canal A	Salida, contacto libre potencial, protección del operario, confirmación conexión 1 y 2  Transmisión de la señal de entrada Confirmación de la protección del operario a otras unidades de control del robot en la misma valla de seguridad.
37		
47	Confirmación protección del operario canal B	
48		
38	Peri enabled canal A	Salida, contacto libre de potencial  (>>> "Señal Peri habilitado" Página 61)
39		
49	Peri habilitado canal B	
50		

#### Funcionamiento del pulsador de validación

- Validación externa 1  
El pulsador de validación debe estar accionado para realizar desplazamientos en T1 o T2. La entrada está cerrada.
- Validación externa 2  
El pulsador de validación no está en posición de pánico. La entrada está cerrada.
- Con el smartPAD conectado, su pulsador de validación y la validación externa están conectados mediante una concatenación Y.

Función (exclusivamente con T1 y T2 activos)	Validación externa 1	Validación externa 2	Posición del interruptor
Parada de seguridad 1 (accionamientos desconectados durante la parada de los ejes)	Entrada abierta	Entrada abierta	Ningún estado de servicio normal
Parada de seguridad 2 (parada de servicio segura, accionamientos conectados)	Entrada abierta	Entrada cerrada	No activado
Parada de seguridad 1 (accionamientos desconectados durante la parada de los ejes)	Entrada cerrada	Entrada abierta	Posición de pánico
Liberación de eje (posibilidad de desplazamiento de los ejes)	Entrada cerrada	Entrada cerrada	Posición intermedia

**Señal Peri  
habilitado**

La señal Peri habilitado se sitúa en 1 (activo) cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Los accionamientos están conectados.
- Movimiento habilitado del control de seguridad.
- No debe presentarse el mensaje "Protección del operario abierta".  
Este mensaje no se emite en los modos de servicio T1 y T2.

**Peri habilitado dependiente de la señal "Parada de servicio segura"**

- En caso de activación de la señal "Parada de servicio segura" durante el movimiento:
  - Error -> Freno con parada 0. Peri habilitada se desconecta.
- Activación de la señal "Parada de servicio segura" con el manipulador detenido:
 

Abrir freno, accionamiento en regulación y reanudación del control. La señal Peri habilitado se mantiene activa.

  - La señal "Movimiento habilitado" se mantiene activa.
  - La señal "Peri habilitado" se mantiene activa.

**Peri habilitado dependiente de la señal "Parada de seguridad, parada 2"**

- En caso de activación de la señal "Parada de seguridad, parada 2":
  - Parada 2 del manipulador.
  - La señal "Habilitación de accionamientos" se mantiene activa.
  - Los frenos permanecen abiertos.
  - El manipulador se mantiene en regulación.
  - Reanudación del control activa.
  - La señal "Movimiento habilitado" se inactiva.
  - La señal "Peri habilitado" se inactiva.

**6.6.2 Ejemplo de conexión del circuito de PARADA DE EMERGENCIA y del dispositivo de seguridad****Descripción**

Los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA se conectan en X11 de la unidad de control del robot.

**PARADA DE  
EMERGENCIA****ADVERTENCIA**

El integrador de sistemas debe integrar en el circuito de PARADA DE EMERGENCIA de la instalación los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA situados en la unidad de control del robot.

Si no se respeta esta advertencia, pueden producirse importantes daños materiales, lesiones graves o incluso la muerte.

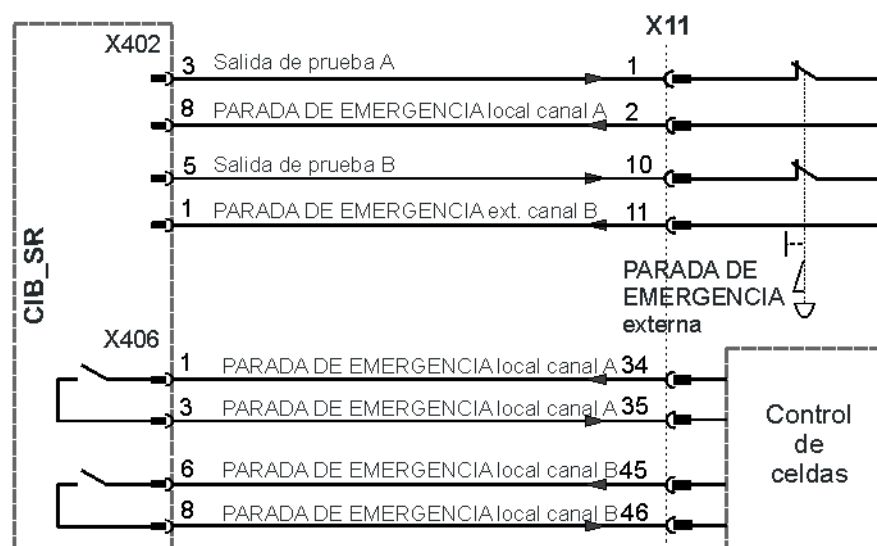


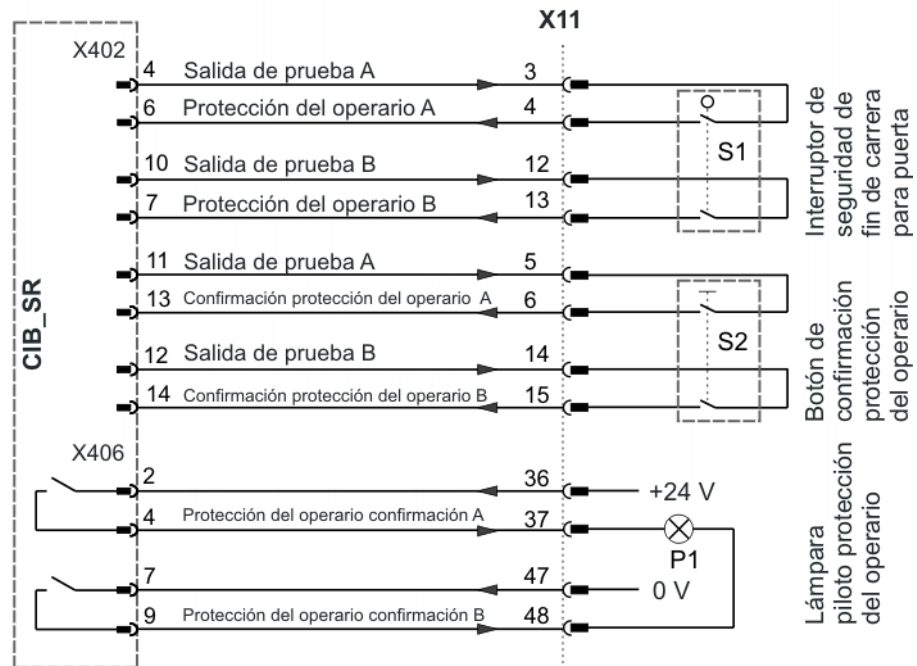
Fig. 6-3: Ejemplo de conexión: PARADA DE EMERGENCIA

### Puerta de protección

Además del dispositivo de seguridad separador, se debe instalar un pulsador de acuse de recibo de dos canales. El integrador de sistemas debe garantizar que, si se cierra la puerta de protección de forma accidental, la señal para la protección del operario no va a activarse inmediatamente. La señal para la protección del operario se puede confirmar, después de haber cerrado la puerta de protección, solo mediante un dispositivo adicional, que puede alcanzarse únicamente fuera de la zona de peligro, p.ej. pulsando una tecla de confirmación. El cierre de la puerta de protección se debe confirmar con este pulsador antes de que se pueda reiniciar el robot industrial en el modo automático.

#### **⚠ ADVERTENCIA**

La puerta de protección situada en la unidad de control del robot debe integrarse en el circuito del dispositivo de seguridad de la instalación mediante el integrador de sistemas. Si no se respeta esta advertencia, pueden producirse importantes daños materiales, lesiones graves o incluso la muerte.



**Fig. 6-4: Ejemplo de conexión: protección del operario con puerta de protección**

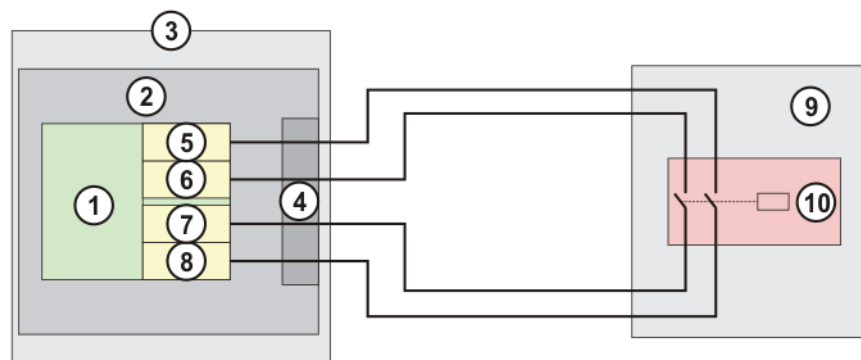
### 6.6.3 Ejemplos de circuitos para entradas y salidas seguras

#### Entrada segura

La capacidad de desconexión de las entradas se controla cíclicamente.

Las entradas del CIB\_SR están diseñadas con dos canales y comprobación externa. La canalización doble de las entradas se controlan cíclicamente.

La siguiente figura es un ejemplo de la conexión de una entrada segura en un contacto de conmutación del cliente disponible y libre de potencial.



**Fig. 6-5: Principio de conexión de entrada segura**

- 1 Entrada segura CIB\_SR
- 2 CIB\_SR
- 3 Unidad de control del robot
- 4 Interfaz X11
- 5 Salida de prueba canal B
- 6 Salida de prueba canal A
- 7 Entrada X, canal A
- 8 Entrada X, canal B

- 9 Lado de instalación
- 10 Contacto de conmutación libre de potencial

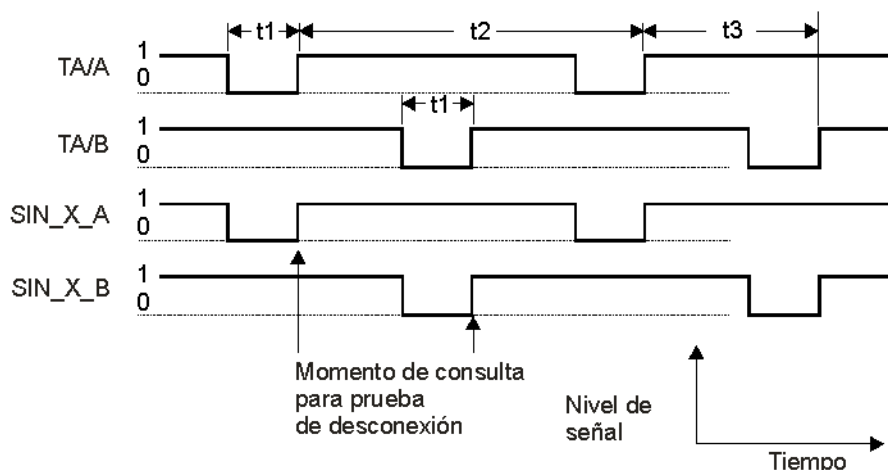
Las salidas de prueba A y B se suministran con la tensión de alimentación del CIB\_SR. Las salidas de prueba A y B son resistentes al cortocircuito sostenido. Las salidas de prueba únicamente deben usarse para el suministro de las entradas del CIB\_SR y no está permitido usarlas para cualquier otro fin.

Con el principio de interconexión se pueden obtener SIL2 (DIN EN 62061) y KAT3 (DIN EN 13849).

#### Comprobación dinámica

- Las entradas deben someterse a comprobaciones cíclicas sobre su capacidad de desconexión. Por tanto, se desconectarán alternadamente las salidas de prueba TA\_A y TA\_B.
- La longitud del impulso de desconexión para los CIB\_SR se establece en  $t_1 = 625 \mu s$  ( $125 \mu s - 2,375 ms$ ).
- El intervalo de tiempo  $t_2$  transcurrido entre dos impulsos de desconexión de un canal es de 106 ms.
- El canal de entrada SIN\_x\_A se alimenta a través de la señal de test TA\_A. El canal de entrada SIN\_x\_B se alimenta a través de la señal de test TA\_B. No está permitida otra alimentación.
- Únicamente se pueden conectar sensores que permitan tanto la conexión de señales de test como la disposición de contactos libres de potencial.
- Las señales TA\_A y TA\_B no pueden retardarse considerablemente a través del elemento de conmutación.

#### Esquema del impulso de desconexión



**Fig. 6-6: Esquema del impulso de desconexión de las salidas de test**

- $t_1$  Longitud del impulso de desconexión
- $t_2$  Duración de los periodos de desconexión por canal (106 ms)
- $t_3$  Compensación entre impulsos de desconexión de ambos canales (53 ms)
- TA/A Salida de prueba canal A
- TA/B Salida de prueba canal B
- SIN\_X\_A Entrada X, canal A
- SIN\_X\_B Entrada X, canal B

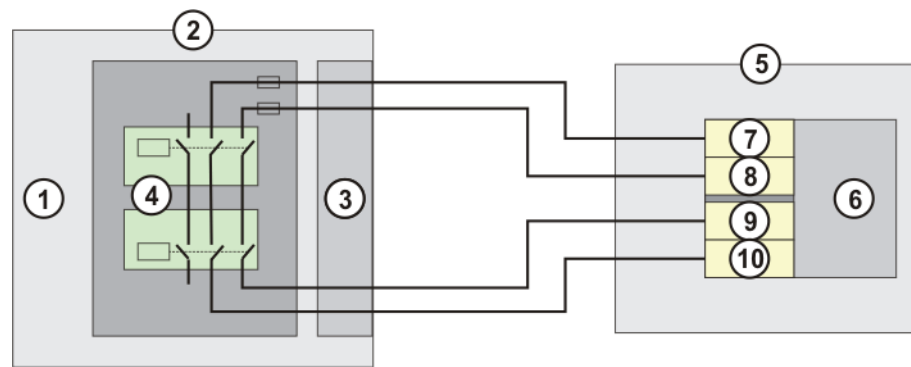
#### Salida segura

Las salidas se disponen en el CIB\_SR a modo de salidas de relé bicanales y libres de potencial.

La siguiente figura es un ejemplo de la conexión de una salida segura en una entrada segura disponible del cliente con posibilidad de test externo. La en-



trada usada por parte del cliente debe disponer de una comprobación externa de cortocircuito.



**Fig. 6-7: Principio de conexión de salida segura**

- 1 CIB\_SR
- 2 Unidad de control del robot
- 3 Interfaz X11, salida segura
- 4 Interconexión de salida
- 5 Lado de instalación
- 6 Entrada segura (Fail Safe PLC, dispositivo de conmutación de seguridad)
- 7 Salida de prueba canal B
- 8 Salida de prueba canal A
- 9 Entrada X, canal A
- 10 Entrada X, canal B

Con el principio de interconexión representado se pueden obtener SIL2 (DIN EN 62061) y KAT3 (DIN EN 13849).

## 6.7 Funciones de seguridad a través de la interfaz de seguridad Ethernet

**Descripción** El intercambio de señales relevantes para la seguridad entre la unidad de control y la instalación tiene lugar a través de la interfaz de seguridad Ethernet (p. ej. PROFIsafe o CIP Safety). La asignación de los estados de entrada y de salida en el protocolo de la interfaz de seguridad Ethernet se especifican a continuación. Además, para fines de diagnóstico y de control, la información del control de seguridad no destinada a la seguridad se envía a la parte insegura del control superior.

**Bits de reserva** Las entradas reservadas y seguras pueden ser ocupadas previamente por un PLC con **0** o **1**. El manipulador se desplazará en ambos casos. Si se asigna una función de seguridad a una entrada reservada (p. ej. durante una actualización de software) y esta entrada ya estaba previamente ocupada con **0**, no será posible desplazar o detener el manipulador de manera inesperada.



KUKA recomienda una asignación previa de las entradas de reserva con **1**. La función de seguridad no se activa si a la entrada reservada se le ha asignado una función de seguridad nueva y todavía no es utilizada por parte del PLC del cliente. De este modo se evita una parada inesperada del manipulador por medio del control de seguridad.

## Input Byte 0

Bit	Señal	Descripción
0	RES	Reservado 1 La entrada debe asignarse con 1
1	NHE	Entrada para PARADA DE EMERGENCIA externa <b>0</b> = la PARADA DE EMERGENCIA externa está activa <b>1</b> = la PARADA DE EMERGENCIA externa no está activa
2	BS	Protección del operario <b>0</b> = la protección del operario no está activa, p. ej., la puerta de protección está abierta <b>1</b> = la protección del operario está activa
3	QBS	Confirmación de la protección del operario Una condición para confirmar la protección del operario es la señalización "Protección del operario activa" en el bit BS. <b>Indicación:</b> En caso de que la señal BS se confirme en el lado de la instalación, se debe definir en <b>Opciones de hardware</b> de la configuración de seguridad. En las instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas puede consultarse información al respecto. <b>0</b> = la protección del operario no está confirmada Flanco <b>0 -&gt;1</b> = la protección del operario está confirmada
4	SHS1	Parada de seguridad, PARADA 1 (todos los ejes) <ul style="list-style-type: none"> <li>FF (movimiento habilitado) se ajusta a <b>0</b></li> <li>Se desactiva la tensión US2</li> <li>AF (habilitación de accionamientos) se ajusta a <b>0</b> tras 1,5 s</li> </ul> La supresión de la función no tiene que confirmarse. Esta señal no está permitida para la función PARADA DE EMERGENCIA. <b>0</b> = la parada de seguridad está activa <b>1</b> = la parada de seguridad no está activa
5	SHS2	Parada de seguridad, PARADA 2 (todos los ejes) <ul style="list-style-type: none"> <li>FF (movimiento habilitado) se ajusta a <b>0</b></li> <li>Se desactiva la tensión US2</li> </ul> La supresión de la función no tiene que confirmarse. Esta señal no está permitida para la función PARADA DE EMERGENCIA. <b>0</b> = la parada de seguridad está activa <b>1</b> = la parada de seguridad no está activa
6	RES	-
7	RES	-

## Input Byte 1

Bit	Señal	Descripción
0	US2	<p>Tensión de alimentación US2 (señal para la conmutación de la segunda tensión de alimentación US2 sin tamponar)</p> <p>Si no se usa esta entrada, ocuparla con 0.</p> <p><b>0</b> = desactivar US2</p> <p><b>1</b> = activar US2</p> <p><b>Indicación:</b> Tanto la disponibilidad como el uso de la entrada US2 deben definirse en <b>Opciones de hardware</b> de la configuración de seguridad. En las instrucciones de servicio y programación para los integradores de sistemas puede consultarse información al respecto.</p>
1	SBH	<p>Parada de servicio segura (todos los ejes)</p> <p>Condición previa: Todos los ejes están parados</p> <p>La supresión de la función no tiene que confirmarse.</p> <p>Esta señal no está permitida para la función PARADA DE EMERGENCIA.</p> <p><b>0</b> = la parada de servicio segura está activa</p> <p><b>1</b> = la parada de servicio segura no está activa</p>
2	RES	<p>Reservado 11</p> <p>La entrada debe asignarse con <b>1</b></p>
3	RES	<p>Reservado 12</p> <p>La entrada debe asignarse con <b>1</b></p>
4	RES	<p>Reservado 13</p> <p>La entrada debe asignarse con <b>1</b></p>
5	RES	<p>Reservado 14</p> <p>La entrada debe asignarse con <b>1</b></p>
6	RES	<p>Reservado 15</p> <p>La entrada debe asignarse con <b>1</b></p>
7	SPA	<p>System Powerdown Acknowledge (confirmación de apagado de la unidad de control)</p> <p>La instalación confirma que ha recibido la señal de Powerdown. Un segundo después de haber activado la señal SP (System Powerdown) mediante la unidad de control, se realiza la acción requerida incluso sin la confirmación del PLC y la unidad de control se desconecta.</p> <p><b>0</b> = la confirmación no está activa</p> <p><b>1</b> = la confirmación está activa</p>

## Output Byte 0

Bit	Señal	Descripción
0	NHL	<p>PARADA DE EMERGENCIA local (se ha activado la PARADA DE EMERGENCIA local)</p> <p><b>0</b> = la PARADA DE EMERGENCIA local está activa</p> <p><b>1</b> = la PARADA DE EMERGENCIA local no está activa</p>
1	AF	<p>Habilitación de accionamientos (el control de seguridad interno KRC ha habilitado los accionamientos para la activación)</p> <p><b>0</b> = la habilitación de accionamientos no está activa (la unidad de control del robot debe desactivar los accionamientos)</p> <p><b>1</b> = la habilitación de accionamientos está activa (la unidad de control del robot puede conectar los accionamientos en la regulación)</p>
2	FF	<p>Movimiento habilitado (el control de seguridad interno KRC ha habilitado los movimientos del robot)</p> <p><b>0</b> = el movimiento habilitado no está activo (la unidad de control del robot debe detener los movimientos actuales)</p> <p><b>1</b> = el movimiento habilitado está activo (la unidad de control del robot puede provocar un movimiento)</p>
3	ZS	<p>Uno de los interruptores de seguridad se encuentra en la posición intermedia (confirmación en servicio de prueba)</p> <p><b>0</b> = la validación no está activa</p> <p><b>1</b> = la validación está activa</p>
4	PT	<p>La señal Peri habilitado se sitúa en 1 (activo) cuando se cumplen las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Los accionamientos están conectados.</li> <li>■ Movimiento habilitado del control de seguridad.</li> <li>■ No debe presentarse el mensaje "Protección del operario abierta".</li> </ul>
5	AUT	<p>El manipulador se encuentra en el modo de servicio AUT o AUT EXT</p> <p><b>0</b> = el modo de servicio AUT o AUT EXT no está activo</p> <p><b>1</b> = el modo de servicio AUT o AUT EXT está activo</p>
6	T1	<p>El manipulador se encuentra en el modo de servicio Manual Velocidad reducida</p> <p><b>0</b> = el modo de servicio T1 no está activo</p> <p><b>1</b> = el modo de servicio T1 está activo</p>
7	T2	<p>El manipulador se encuentra en el modo de servicio Manual Velocidad alta</p> <p><b>0</b> = el modo de servicio T2 no está activo</p> <p><b>1</b> = el modo de servicio T2 está activo</p>

## Output Byte 1

Bit	Señal	Descripción
0	NHE	Se ha provocado una PARADA DE EMERGENCIA externa  <b>0</b> = la PARADA DE EMERGENCIA externa está activa  <b>1</b> = la PARADA DE EMERGENCIA externa no está activa
1	BSQ	Protección del operario confirmada  <b>0</b> = la protección del operario no está asegurada  <b>1</b> = la protección del operario está asegurada (entrada BS = 1 y, en caso de que esté configurada, entrada QBS confirmada)
2	SHS1	Parada de seguridad Parada 1 (todos los ejes)  <b>0</b> = la parada de seguridad, parada 1 no está activa  <b>1</b> = la parada de seguridad, parada 1 está activa (estado seguro alcanzado)
3	SHS2	Parada de seguridad Parada 2 (todos los ejes)  <b>0</b> = la parada de seguridad, parada 2 no está activa  <b>1</b> = la parada de seguridad, parada 2 está activa (estado seguro alcanzado)
4	RES	Reservado 13
5	RES	Reservado 14
6	PSA	Interfaz de seguridad activa  Condición previa: En la unidad de control debe haber instalada una interfaz Ethernet, p. ej. PROFINET o Ethernet/IP  <b>0</b> = la interfaz de seguridad no está activa  <b>1</b> = la interfaz de seguridad está activa
7	SP	System Powerdown (la unidad de control se apaga)  Un segundo después de haber iniciado la señal SP, la unidad de control del robot restablece la salida PSA a su estado inicial, sin la confirmación por el PLC y la unidad de control se desconecta.  <b>0</b> = el control de la interfaz de seguridad activo  <b>1</b> = el control se apaga

## 6.7.1 Pulsador de validación, circuito básico

## Descripción

En el control de seguridad superior se puede conectar un interruptor de seguridad externo. Las señales (contacto normalmente abierto ZSE y contacto normalmente cerrado Pánico externo) deben conectarse correctamente con las señales de las interfaces de seguridad Ethernet en el control de seguridad. Las señales de las interfaces de seguridad Ethernet resultantes deben conectarse con el PROFIsafe de KR C4. El comportamiento para el interruptor de seguridad externo es idéntico al de un X11 de conexión discreta.

Señales

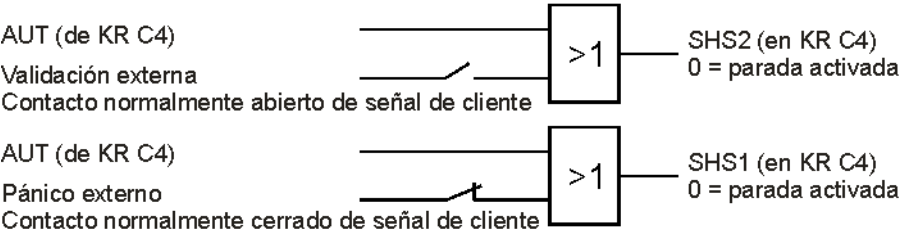


Fig. 6-8: Circuito básico del interruptor de seguridad externo

- Posición intermedia del interruptor de seguridad (N/A cerrado [1] = confirmación) O AUT en SHS2
- Pánico (N/C cerrado [0] = posición de pánico = Y no AUT en SHS1

6.7.2 SafeOperation a través de la interfaz de seguridad Ethernet (opción)

Descripción

Los componentes del robot industrial se desplazan dentro de los límites configurados y activados. Las posiciones actuales son calculadas de forma continua y son controladas respecto a los parámetros seguros ajustados. El control de seguridad controla el robot industrial con los parámetros seguros ajustados. Si un componente del robot industrial viola un límite de control o un parámetro seguro, se detienen el manipulador y los ejes adicionales (opcional). A través de la interfaz de seguridad Ethernet se puede notificar, por ejemplo, una vulneración de los controles de seguridad.

En la unidad de control del robot KR C4 compact, las opciones de seguridad, tales como SafeOperation, están disponibles a partir de KSS/VSS 8.3 o superior a través de la interfaz de seguridad Ethernet.

Bits de reserva

Las entradas reservadas y seguras pueden ser ocupadas previamente por un PLC con 0 o 1. El manipulador se desplazará en ambos casos. Si se asigna una función de seguridad a una entrada reservada (p. ej. durante una actualización de software) y esta entrada ya estaba previamente ocupada con 0, no será posible desplazar o detener el manipulador de manera inesperada.

KUKA recomienda una asignación previa de las entradas de reserva con 1. La función de seguridad no se activa si a la entrada reservada se le ha asignado una función de seguridad nueva y todavía no es utilizada por parte del PLC del cliente. De este modo se evita una parada inesperada del manipulador por medio del control de seguridad.

Input Byte 2

Bit	Señal	Descripción
0	JR	Test de ajuste (entrada para el interruptor de referencia de la comprobación de ajuste)  0 = el interruptor de referencia está activo (accionado)  1 = el interruptor de referencia no está activo (no accionado)

Bit	Señal	Descripción
1	VRED	Velocidad reducida específica del eje y cartesiana (activación del control de velocidad reducida)  <b>0</b> = el control de velocidad reducida está activo <b>1</b> = el control de velocidad reducida no está activo
2 ... 7	SBH1 ... 6	Parada de servicio segura para el grupo de ejes 1 ... 6  Asignación: Bit 2 = grupo de ejes 1 - Bit 7 = grupo de ejes 6  Señal para la parada de servicio segura. Esta función no provoca una parada, si no que activa simplemente el control de parada segura. La supresión de la función no tiene que confirmarse.  <b>0</b> = la parada de servicio segura está activa <b>1</b> = la parada de servicio segura no está activa

## Input Byte 3

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	RES	Reservado 25 ... 32  Las entradas deben ocuparse con <b>1</b>

## Input Byte 4

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	UER1 ... 8	Zonas de control 1 ... 8  Asignación: Bit 0 = zona de control 1 ... Bit 7 = zona de control 8  <b>0</b> = la zona de control está activa <b>1</b> = la zona de control no está activa

## Input Byte 5

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	UER9 ... 16	Zonas de control 9 ... 16  Asignación: Bit 0 = zona de control 9 ... Bit 7 = zona de control 16  <b>0</b> = la zona de control está activa <b>1</b> = la zona de control no está activa

## Input Byte 6

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	WZ1 ... 8	Seleccionar herramienta 1... 8  Asignación: Bit 0 = herramienta 1... Bit 7 = herramienta 8  <b>0</b> = la herramienta no está activa <b>1</b> = la herramienta está activa  Siempre debe estar seleccionada una sola herramienta.

## Input Byte 7

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	WZ9 ... 16	<p>Seleccionar herramienta 9 ... 16</p> <p>Asignación: Bit 0 = herramienta 9... Bit 7 = herramienta 16</p> <p><b>0</b> = la herramienta no está activa</p> <p><b>1</b> = la herramienta está activa</p> <p>Siempre debe estar seleccionada una sola herramienta.</p>

## Output Byte 2

Bit	Señal	Descripción
0	SO	<p>Opción de seguridad activa</p> <p>Estado de activación de la opción de seguridad</p> <p><b>0</b> = la opción de seguridad no está activa</p> <p><b>1</b> = la opción de seguridad está activa</p>
1	RR	<p>Manipulador referenciado</p> <p>Indicador del control de ajuste</p> <p><b>0</b> = se requiere test de ajuste</p> <p><b>1</b> = la prueba de ajuste se ha ejecutado con éxito</p>
2	JF	<p>Error de ajuste</p> <p>La monitorización de la zona está desactivada ya que, como mínimo, uno de los ejes no está ajustado</p> <p><b>0</b> = error de ajuste. Se ha desactivado la monitorización de la zona</p> <p><b>1</b> = ningún error</p>
3	VRED	<p>Velocidad reducida específica del eje y cartesiana (estado de activación del control de velocidad reducida)</p> <p><b>0</b> = el control de velocidad reducida no está activo</p> <p><b>1</b> = el control de velocidad reducida está activo</p>
4 ... 7	SBH1 ... 4	<p>Estado de activación de la parada de servicio segura para el grupo de ejes 1 ... 4</p> <p>Asignación: Bit 4 = grupo de ejes 1 - Bit 7 = grupo de ejes 4</p> <p><b>0</b> = la parada de servicio segura no está activa</p> <p><b>1</b> = la parada de servicio segura está activa</p>



## Output Byte 3

Bit	Señal	Descripción
0 ... 1	SBH5 ... 6	Estado de activación de la parada de servicio segura para el grupo de ejes 5 ... 6  Asignación: Bit 0 = grupo de ejes 5 - Bit 1 = grupo de ejes 6  <b>0</b> = la parada de servicio segura no está activa <b>1</b> = la parada de servicio segura está activa
2	SOS	Parada Safe Operation  <b>0</b> = una función de seguridad ha activado una parada. La salida permanece en el estado "0" al menos 200 ms.  <b>1</b> = ninguna de las funciones de seguridad ha activado una parada.  <b>Indicación:</b> La salida SOS se encuentra disponible a partir de la versión de System Software 8.3. Con las versiones de System Software 8.2 o inferior bit 2 es un bit de reserva.
3 ... 7	RES	Reservado 28 ... 32

## Output Byte 4

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	MR1 ... 8	Espacio de aviso 1 ... 8  Asignación: Bit 0 = espacio de aviso 1 (zona de control base 1) ... Bit 7 = espacio de aviso 8 (zona de control base 8)  <b>0</b> = la zona de control está vulnerada <b>1</b> = la zona de control no está vulnerada  <b>Indicación:</b> Una zona de control no activa se considera por defecto vulnerada, es decir, la salida segura correspondiente MRx está, en este caso, en estado "0".

## Output Byte 5

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	MR9 ... 16	Espacio de aviso 9 ... 16  Asignación: Bit 0 = espacio de aviso 9 (zona de control base 9) ... Bit 7 = espacio de aviso 16 (zona de control base 16)  <b>0</b> = la zona de control está vulnerada <b>1</b> = la zona de control no está vulnerada  <b>Indicación:</b> Una zona de control no activa se considera por defecto vulnerada, es decir, la salida segura correspondiente MRx está, en este caso, en estado "0".

## Output Byte 6

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	RES	Reservado 49 ... 56

## Output Byte 7

Bit	Señal	Descripción
0 ... 7	RES	Reservado 57 ... 64

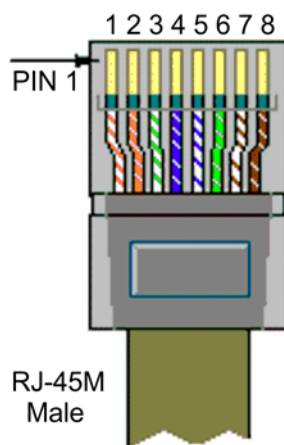
### 6.7.3 Interfaz Ethernet X66 (RJ45)

#### Descripción

La interfaz X66 se emplea para la conexión de un ordenador externo a la KUKA Line Interface para la instalación, programación, depuración y diagnóstico.

#### Material necesario

- Conector RJ45



**Fig. 6-9: Asignación de pines RJ-45**

- Cable de conexión recomendado: Apto para Ethernet mín. categoría CAT 5E
- Sección máxima de cable: AWG22

#### Asignación de contactos X66

Pin	Asignación 10BASE-T, 100BASE-TX	Asignación 1000BASE-TX
1	RX+	BI_DB+
2	RX-	BI_DB-
3	TX+	BI_DA+
4	-	BI_DD+
5	-	BI_DD-
6	TX-	BI_DA-
7	-	BI_DC+
8	-	BI_DC-

### 6.8 Test de ajuste

Para realizar el test de ajuste debe conectarse el interruptor de referencia al PLC de seguridad y activarlo a través de PROFIsafe o de CIP Safety. El PLC de seguridad debe evaluar el interruptor de referencia y ajustar la entrada Comprobación de ajuste de forma correspondiente.

### 6.9 X65 Interfaz EtherCAT

#### Descripción

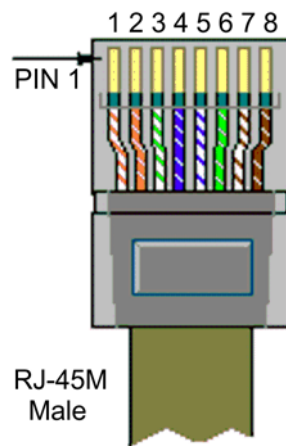
El conector X65 del panel de conexiones es la interfaz para la conexión de slaves de EtherCAT fuera de la unidad de control del robot. El cable EtherCAT se tiende a partir de la unidad de control del robot.



Los participantes EtherCAT deben configurarse con WorkVisual.

**Material  
necesario**

- Conector Data 3A RJ45

**Fig. 6-10: Asignación de pines RJ-45**

- Zona de fijación del cable: Ø 9... Ø 13 mm
- Sección máxima de cable: AWG22
- Cable de conexión recomendado: Apto para Ethernet mín. categoría CAT 5

**Asignación de  
contactos**

Pin	Descripción
1	TFPO_P
2	TFPO_N
3	TFPI_P
6	TFPI_I
-	PE

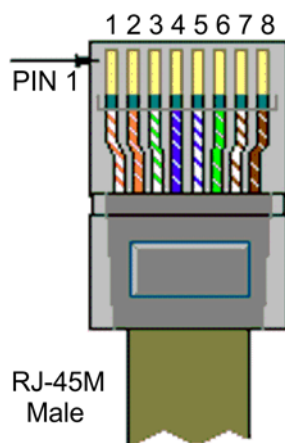
La interfaz X65 puede cablearse internamente bien de forma directa en la CCU\_SR bien mediante un acoplador de bus.

**6.10 KUKA Service Interface X69****Descripción**

La interfaz X69 está prevista para la conexión de un ordenador portátil para el diagnóstico, la configuración WorkVisual, actualizaciones, etc. mediante la KSI (KUKA Service Interface). Para ello, el ordenador portátil de servicio no tiene que estar conectado a la red de la nave.

**Material  
necesario**

- Conector RJ45



**Fig. 6-11: Asignación de pines RJ-45**

- Cable de conexión recomendado: Apto para Ethernet mín. categoría CAT 5
- Sección máxima de cable: AWG22

#### Asignación de contactos X69

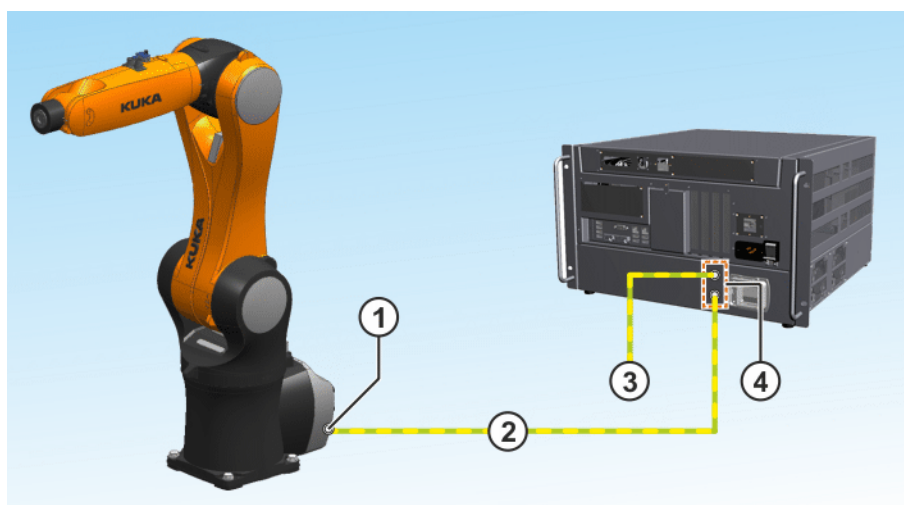
Pin	Descripción
1	TFPO_P
2	TFPO_N
3	TFPI_P
6	TFPI_I
-	PE

### 6.11 Conexión equipotencial PE

#### Descripción

Los siguientes cables se deben conectar antes de la puesta en servicio:

- Un cable de 4 mm<sup>2</sup> para la conexión equipotencial entre el manipulador y la unidad de control del robot.
- Un cable adicional de puesta a tierra entre la barra central de puesta a tierra del armario de alimentación y la conexión de puesta a tierra de la unidad de control del robot. Se recomienda una sección de 4 mm<sup>2</sup>.



**Fig. 6-12: Conexión equipotencial entre el manipulador y la unidad de control del robot**

- 1 Conexión equipotencial en el manipulador
- 2 Conexión equipotencial entre el manipulador y la unidad de control del robot
- 3 Cable de puesta a tierra para la barra central de puesta a tierra del armario de alimentación
- 4 Conexiones equipotenciales en la unidad de control del robot

## 6.12 Nivel de eficiencia

Las funciones de seguridad de la unidad de control del robot cumplen la categoría 3 y el nivel de eficiencia (PL) d de conformidad con la norma EN ISO 13849-1.

### 6.12.1 Valores PFH de las funciones de seguridad

Para los parámetros técnicos de seguridad se toma como base una vida útil de 20 años.

La clasificación de los valores PFH de la unidad de control es válida únicamente si el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA se activa por lo menos cada 12 meses.

Al evaluar las funciones de seguridad a nivel de la instalación, debe tenerse en cuenta que en una combinación de varias unidades de control deben considerarse varias veces los valores PFH, si fuese necesario. Este es el caso de las instalaciones RoboTeam o de las zonas de peligro superpuestas. El valor PFH determinado para la función de seguridad a nivel de la instalación no debe sobrepasar el límite PL d.

Los valores PFH hacen referencia a las funciones de seguridad de las distintas variantes de unidad de control.

Grupos de funciones de seguridad:

- Funciones de seguridad estándar
  - Selección de modos de servicio
  - Protección del operario
  - Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA
  - Dispositivo de validación
  - Parada de servicio segura externa
  - Parada de seguridad externa 1
  - Parada de seguridad externa 2
  - Control de velocidad en T1
- Funciones de seguridad de KUKA Safe Robot Technology (opcional)
  - Control de las zonas del eje
  - Control de los espacios cartesianos
  - Control de la velocidad de eje
  - Control de la velocidad cartesiana
  - Control de la aceleración del eje
  - Parada de servicio segura
  - Control de las herramientas

Resumen de la variante de la unidad de control - valores PFH:

Variante de la unidad de control de robot	Valor PFH
KR C4 compact	$< 6,37 \times 10^{-8}$



Para otras variantes de unidades de control no mencionadas en este apartado, ponerse en contacto con KUKA Roboter GmbH.

## 7 Transporte

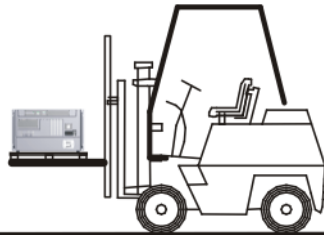
### 7.1 Transporte de la unidad de control del robot

#### Requisitos

- La carcasa de la unidad de control del robot debe estar cerrada.
- En la unidad de control del robot no deben encontrarse cables conectados.
- La unidad de control del robot debe ser transportada en posición horizontal.

#### Procedimiento

- Transportar la unidad de control del robot con una carro elevador o una carretilla elevadora de horquilla. Para ello, la unidad de control del robot debe encontrarse sobre un palé.



**Fig. 7-1: Transporte con carretilla elevadora de horquilla**



Si la unidad de control del robot está montada en un armario de distribución durante el transporte, pueden producirse vibraciones (oscilaciones). Estas vibraciones pueden producir problemas de contacto en las tarjetas insertables del PC.





## 8 Puesta en servicio y reanudación del servicio

### 8.1 Resumen Puesta en servicio



A continuación se detalla un resumen de los pasos más importantes de la puesta en servicio. La ejecución exacta dependerá de la aplicación, del tipo de manipulador, de los paquetes de tecnología utilizados y de otras circunstancias específicas del cliente. Por consiguiente, el resumen no pretende ser completo.



Este resumen hace referencia a la puesta en servicio del robot industrial. No es objeto de la presente documentación la descripción de la puesta en servicio del total de la instalación.

#### Manipulador

Paso	Descripción	Información
1	Realizar un control visual del manipulador.	En las instrucciones de servicio o de montaje del manipulador, capítulo "Puesta en servicio y reanudación del servicio", puede consultarse información detallada al respecto.
2	Montar la fijación del manipulador (fijación al fundamento, dispositivo de fijación al bastidor de la máquina o bancada)	
3	Instalar el manipulador.	

#### Sistema eléctrico

Paso	Descripción	Información
4	Efectuar un control visual de la unidad de control del robot	-
5	Asegurarse de que no se ha formado agua de condensación en la unidad de control del robot	-
6	Instalar la unidad de control del robot	(>>> 8.2 "Instalación de la unidad de control del robot" Página 82)
7	Conectar los cables de unión	(>>> 8.3 "Conexión de los cables de unión" Página 82)
8	Enchufar el KUKA smartPAD	(>>> 8.4 "Enchufar el KUKA smartPAD" Página 83)
9	Conectar la conexión equipotencial entre el manipulador y la unidad de control del robot	(>>> 8.5 "Conectar la conexión equipotencial (puesta a tierra)" Página 84)
10	Conectar la unidad de control del robot a la red	(>>> 8.7 "Conexión de la unidad de control del robot a la red" Página 85)
11	Cancelar la protección contra la descarga del acumulador	(>>> 8.6 "Cancelar la protección contra la descarga de los acumuladores" Página 84)
12	Configurar y conectar la interfaz de seguridad X11	(>>> 8.8 "Configurar y enchufar el conector X11" Página 86)
13	Conectar la unidad de control del robot	(>>> 8.9 "Conectar la unidad de control del robot" Página 86)

Paso	Descripción	Información
14	Comprobar los dispositivos de seguridad	En las instrucciones de servicio y de montaje de la unidad de control del robot, capítulo "Seguridad", puede consultarse información detallada al respecto
15	Configurar las entradas y salidas entre la unidad de control del robot y los periféricos	En la documentación del bus de campo puede consultarse información más detallada al respecto

## 8.2 Instalación de la unidad de control del robot

<b>Descripción</b>	La unidad de control del robot puede montarse en un rack de 19" o como aparato individual.
<b>Requisitos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si se monta la unidad de control del robot en un rack de 19", la profundidad debe ser de 600 mm como mínimo.</li> <li>Los dos lados de la unidad de control del robot deben tener acceso al aire de refrigeración.</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Controlar que la unidad de control del robot no presenta daños de transporte.</li> <li>Colocar la unidad de control del robot en posición horizontal. Si la unidad de control del robot se instala en posición vertical, es preciso que los dos lados tengan acceso al aire de refrigeración.</li> </ol>

## 8.3 Conexión de los cables de unión

<b>Vista general</b>	<p>El sistema del robot se entrega con un juego de cables y consta del siguiente equipamiento básico:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cable de motor/datos</li> <li>Cable de conexión de aparato</li> </ul> <p>Para aplicaciones adicionales pueden entregarse los siguientes cables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cables periféricos</li> </ul>
<b>Procedimiento</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Conectar el conector del motor X20 a la caja de accionamiento.</li> <li>Conectar el conector del cable de datos X21 en la caja de mando.</li> </ol>

### 8.3.1 X20 Conector del motor

<b>Descripción</b>	A través del conector del motor X20 se conectan los motores y los frenos de los ejes del robot a la unidad de control del robot.
<b>Material necesario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cable 5xAWG16</li> <li>Harting Han-Yellock Monoblock 30</li> </ul>

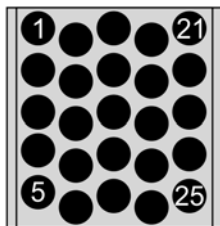


Fig. 8-1: Esquema de polos, vista del lado de los conectores

**Conector de motor X20**

Pin	Descripción
1	Motor M1 U1
6	Motor M1 V1
11	Motor M1 W1
2	Motor M2 U1
7	Motor M2 V1
12	Motor M2 W1
3	Motor M3 U1
8	Motor M3 V1
13	Motor M3 W1
4	Motor M4 U1
9	Motor M4 V1
14	Motor M4 W1
5	Motor M5 U1
10	Motor M5 V1
15	Motor M5 W1
21	Motor M6 U1
22	Motor M6 V1
23	Motor M6 W1
18	Freno eje 1-3 24 V
24	Freno eje 1-3 GND
19	Freno eje 4-6 24 V
25	Freno eje 4-6 GND
20	PE

**8.3.2 Cable de datos X21****Asignación de contactos X21**

Pin	Descripción
1	+24 V PS1
2	GND
5	Red +24V
6	GND
9	TPFO_P
10	TPFI_P
11	TPFO_N
12	TPFI_N

**8.4 Enchufar el KUKA smartPAD**

**Procedimiento** ■ Conectar el KUKA smartPAD en la X19 de la unidad de control del robot.

**ADVERTENCIA**

Si el smartPAD está desenchufado, la instalación no se puede desconectar a través del dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA del smartPAD. Por tanto, la unidad de control del robot debe tener conectada una PARADA DE EMERGENCIA externa. El explotador debe asegurarse de que el smartPAD desconectado se retira inmediatamente de la instalación. El smartPAD deberá mantenerse fuera del alcance y de la vista del personal que se encuentra trabajando en el robot industrial. De este modo, se evita cualquier confusión entre los dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA efectivos y no efectivos. Si no se respetan estas medidas, pueden producirse daños materiales, lesiones o incluso la muerte.

**Asignación de contactos X19**

Pin	Descripción
11	TD+
12	TD-
2	RD+
3	RD-
8	smartPAD insertado (A) 0 V
9	smartPAD insertado (B) 24 V
5	24 V PS2
6	GND

**8.5 Conectar la conexión equipotencial (puesta a tierra)****Procedimiento**

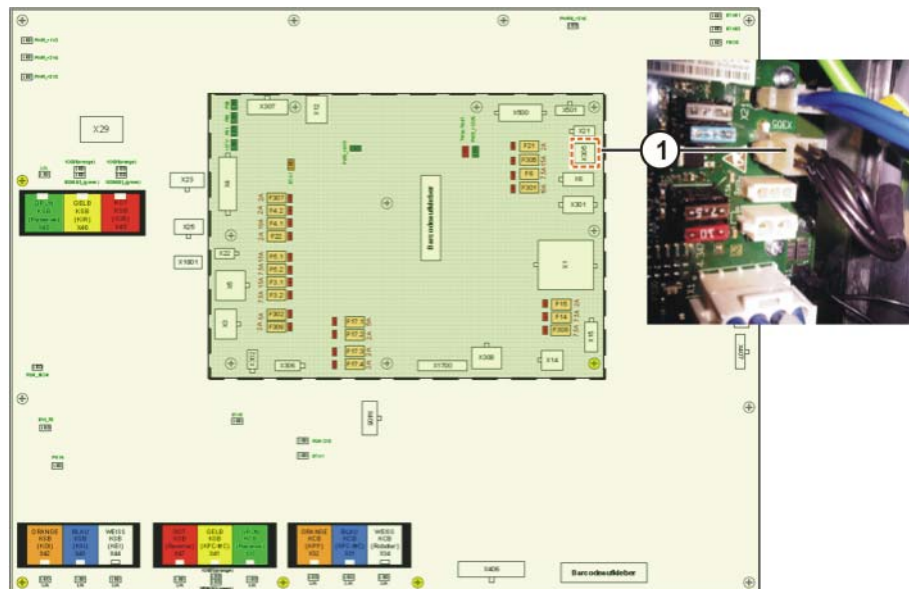
1. El explotador debe colocar y conectar un cable equipotencial de 4 mm<sup>2</sup> entre el manipulador y la unidad de control del robot. (>>> 6.11 "Conexión equipotencial PE" Página 76)  
Colocar la conexión equipotencial de la unidad de control del robot al manipulador en el recorrido más corto.
2. El explotador debe poner a tierra la unidad de control del robot.
3. Realizar una comprobación de la puesta a tierra del sistema de robot completo según EN 60204-1.

**8.6 Cancelar la protección contra la descarga de los acumuladores****Descripción**

Para evitar una descarga de los acumuladores antes de la primera puesta en servicio, se retira el conector X305 de la CCU\_SR en el momento del suministro de la unidad de control del robot.

**Procedimiento**

- Enchufar el conector X305 a la CCU\_SR.



**Fig. 8-2: Protección contra la descarga del acumulador X305**

1 Conector X305 en la CCU\_SR

## 8.7 Conexión de la unidad de control del robot a la red

### 8.7.1 Conexión a la red de la unidad de control del robot con el conector de red

- Condición previa**
- La unidad de control del robot está desconectada.
  - El cable de alimentación no debe estar bajo tensión.

- Procedimiento**
1. Introducir el conector de aparatos fríos del cable de conexión de aparato en la unidad de control del robot.
  2. Conectar la unidad de control del robot a la red por medio del conector de red.

### 8.7.2 Conectar a la red la unidad de control del robot sin el conector de red

- Condición previa**
- La unidad de control del robot está desconectada.
  - El cable de alimentación no debe estar bajo tensión.
  - La conexión a la red debe realizarla un especialista conforme a la normativa específica del país.
  - La conexión a la red y el conector de red deben dimensionarse según los datos de potencia de la unidad de control del robot. (>>> "Conexión a la red" Página 21)

- Procedimiento**
1. Introducir el conector de aparatos fríos del cable de conexión de aparato en la unidad de control del robot.
  2. Conectar la unidad de control del robot a la red por medio del conector de red.
  3. Conectar la unidad de control del robot a la red de abastecimiento con el punto de estrella puesto a tierra conforme a (>>> Fig. 8-3 ).
    - verde/amarillo (GNYE) al PE de la red de abastecimiento
    - azul claro (BU) al cable neutral de la red de abastecimiento
    - negro (BK) al cable de tensión de la red de abastecimiento

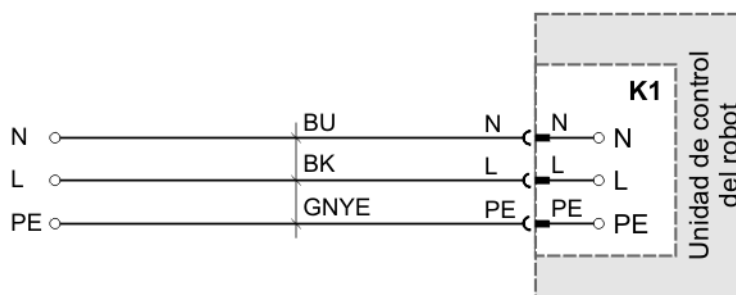


Fig. 8-3: Conexión a la red

## 8.8 Configurar y enchufar el conector X11

**Condición previa** ■ La unidad de control del robot está desconectada.

**Procedimiento**

1. Configurar el conector X11 según el diseño de la instalación y de la seguridad. (>>> 6.6.1 "Interfaz de seguridad X11" Página 58)
2. Enchufar el conector de interfaz X11 a la unidad de control del robot.

### AVISO

El conector X11 solo se puede enchufar o desenchufar con la unidad de control del robot desconectada. En caso de enchufar o desenchufar el conector X11 cuando la unidad aún está sometida a tensión pueden provocarse daños materiales.

## 8.9 Conectar la unidad de control del robot

**Requisitos**

- El manipulador está montado conforme a las instrucciones de servicio.
- Todas las conexiones eléctricas son correctas y la energía está dentro de los límites indicados.
- La carcasa de la unidad de control del robot debe estar cerrada.
- Los dispositivos periféricos están correctamente conectados.
- No debe haber ninguna persona ni ningún objeto dentro de la zona de peligro del manipulador.
- Todos los dispositivos y medidas de seguridad deben estar completos y funcionar correctamente.
- La temperatura interior de la unidad de control del robot debe haberse adaptado a la temperatura ambiente.

**Procedimiento**

1. Desenclavar el dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA del smartPAD.
2. Conectar el interruptor principal.  
El PC de control arranca (carga) el sistema operativo y el software de la unidad de control.



Para más información sobre el manejo del manipulador a través del smartPAD, consultar las instrucciones de servicio y programación del KUKA System Software.

## 9 Servicio técnico de KUKA

### 9.1 Requerimiento de asistencia técnica

**Introducción** Esta documentación ofrece información para el servicio y el manejo y también constituye una ayuda en caso de reparación de averías. Para más preguntas dirigirse a la sucursal local.

**Información** **Para poder atender la solicitud necesitamos la siguiente información:**

- Descripción del problema, incluyendo datos acerca de la duración y la frecuencia de la avería
- Información lo más detallada posible acerca de los componentes de hardware y software del sistema completo

La siguiente lista proporciona puntos de referencia acerca de qué información es a menudo relevante:

- Tipo y número de serie de la cinemática, p. ej. del manipulador
- Tipo y número de serie de la unidad de control
- Tipo y número de serie de la alimentación de energía
- Denominación y versión del System Software
- Denominaciones y versiones de otros componentes de software o modificaciones
- Paquete de diagnóstico KRCDiag

Adicionalmente, para KUKA Sunrise: Proyectos existentes, aplicaciones incluidas

Para versiones del KUKA System Software anteriores a V8: Archivo del software (KRCDiag aún no está disponible aquí.)

- Aplicación existente
- Ejes adicionales existentes

### 9.2 KUKA Customer Support

**Disponibilidad** El servicio de atención al cliente de KUKA se encuentra disponible en muchos países. Estamos a su entera disposición para resolver cualquiera de sus preguntas.

**Argentina** Ruben Costantini S.A. (agencia)  
Luis Angel Huergo 13 20  
Parque Industrial  
2400 San Francisco (CBA)  
Argentina  
Tel. +54 3564 421033  
Fax +54 3564 428877  
ventas@costantini-sa.com

**Australia** KUKA Robotics Australia Pty Ltd  
45 Fennell Street  
Port Melbourne VIC 3207  
Australia  
Tel. +61 3 9939 9656  
info@kuka-robotics.com.au  
www.kuka-robotics.com.au

<b>Bélgica</b>	<p>Automatización KUKA + Robots N.V.  Centrum Zuid 1031  3530 Houthalen  Bélgica  Tel. +32 11 516160  Fax +32 11 526794  <a href="mailto:info@kuka.be">info@kuka.be</a>  <a href="http://www.kuka.be">www.kuka.be</a></p>
<b>Brasil</b>	<p>KUKA Roboter do Brasil Ltda.  Travessa Claudio Armando, nº 171  Bloco 5 - Galpões 51/52  Bairro Assunção  CEP 09861-7630 São Bernardo do Campo - SP  Brasil  Tel. +55 11 4942-8299  Fax +55 11 2201-7883  <a href="mailto:info@kuka-roboter.com.br">info@kuka-roboter.com.br</a>  <a href="http://www.kuka-roboter.com.br">www.kuka-roboter.com.br</a></p>
<b>Chile</b>	<p>Robotec S.A. (agencia)  Santiago de Chile  Chile  Tel. +56 2 331-5951  Fax +56 2 331-5952  <a href="mailto:robotec@robotec.cl">robotec@robotec.cl</a>  <a href="http://www.robotec.cl">www.robotec.cl</a></p>
<b>China</b>	<p>KUKA Robotics China Co., Ltd.  No. 889 Kungang Road  Xiaokunshan Town  Songjiang District  201614 Shanghai  P. R. China  Tel. +86 21 5707 2688  Fax +86 21 5707 2603  <a href="mailto:info@kuka-robotics.cn">info@kuka-robotics.cn</a>  <a href="http://www.kuka-robotics.com">www.kuka-robotics.com</a></p>
<b>Alemania</b>	<p>KUKA Roboter GmbH  Zugspitzstr. 140  86165 Augsburg  Alemania  Tel. +49 821 797-1926  Fax +49 821 797-41 1926  <a href="mailto:Hotline.robotics.de@kuka.com">Hotline.robotics.de@kuka.com</a>  <a href="http://www.kuka-roboter.de">www.kuka-roboter.de</a></p>



**Francia** KUKA Automatisme + Robotique SAS  
Techvallée  
6, Avenue du Parc  
91140 Villebon S/Yvette  
Francia  
Tel. +33 1 6931660-0  
Fax +33 1 6931660-1  
commercial@kuka.fr  
www.kuka.fr

**India** KUKA Robotics India Pvt. Ltd.  
Office Number-7, German Centre,  
Level 12, Building No. - 9B  
DLF Cyber City Phase III  
122 002 Gurgaon  
Haryana  
India  
Tel. +91 124 4635774  
Fax +91 124 4635773  
info@kuka.in  
www.kuka.in

**Italia** KUKA Roboter Italia S.p.A.  
Via Pavia 9/a - int.6  
10098 Rivoli (TO)  
Italia  
Tel. +39 011 959-5013  
Fax +39 011 959-5141  
kuka@kuka.it  
www.kuka.it

**Japón** KUKA Robotics Japón K.K.  
YBP Technical Center  
134 Godo-cho, Hodogaya-ku  
Yokohama, Kanagawa  
240 0005  
Japón  
Tel. +81 45 744 7691  
Fax +81 45 744 7696  
info@kuka.co.jp

**Canadá** KUKA Robotics Canada Ltd.  
6710 Maritz Drive - Unit 4  
Mississauga  
L5W 0A1  
Ontario  
Canadá  
Tel. +1 905 670-8600  
Fax +1 905 670-8604  
info@kukarobotics.com  
www.kuka-robotics.com/canada

<b>Corea</b>	<p>KUKA Robotics Korea Co. Ltd.  RIT Center 306, Gyeonggi Technopark  1271-11 Sa 3-dong, Sangnok-gu  Ansan City, Gyeonggi Do  426-901  Corea  Tel. +82 31 501-1451  Fax +82 31 501-1461  <a href="mailto:info@kukakorea.com">info@kukakorea.com</a></p>
<b>Malasia</b>	<p>KUKA Robot Automation (M) Sdn Bhd  South East Asia Regional Office  No. 7, Jalan TPP 6/6  Taman Perindustrian Puchong  47100 Puchong  Selangor  Malasia  Tel. +60 (03) 8063-1792  Fax +60 (03) 8060-7386  <a href="mailto:info@kuka.com.my">info@kuka.com.my</a></p>
<b>México</b>	<p>KUKA de México S. de R.L. de C.V.  Progreso #8  Col. Centro Industrial Puente de Vigas  Tlalnepantla de Baz  54020 Estado de México  México  Tel. +52 55 5203-8407  Fax +52 55 5203-8148  <a href="mailto:info@kuka.com.mx">info@kuka.com.mx</a>  <a href="http://www.kuka-robotics.com/mexico">www.kuka-robotics.com/mexico</a></p>
<b>Noruega</b>	<p>KUKA Sveiseanlegg + Roboter  Sentrumsvegen 5  2867 Hov  Noruega  Tel. +47 61 18 91 30  Fax +47 61 18 62 00  <a href="mailto:info@kuka.no">info@kuka.no</a></p>
<b>Austria</b>	<p>KUKA Roboter CEE GmbH  Gruberstraße 2-4  4020 Linz  Austria  Tel. +43 7 32 78 47 52  Fax +43 7 32 79 38 80  <a href="mailto:office@kuka-roboter.at">office@kuka-roboter.at</a>  <a href="http://www.kuka.at">www.kuka.at</a></p>

**Polonia** KUKA Roboter Austria GmbH  
Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością  
Oddział w Polsce  
Ul. Porcelanowa 10  
40-246 Katowice  
Polonia  
Tel. +48 327 30 32 13 or -14  
Fax +48 327 30 32 26  
ServicePL@kuka-roboter.de

**Portugal** KUKA Robots IBÉRICA, S.A.  
Rua do Alto da Guerra n° 50  
Armazém 04  
2910 011 Setúbal  
Portugal  
Tel. +351 265 729 780  
Fax +351 265 729 782  
info.portugal@kukapt.com  
www.kuka.com

**Rusia** KUKA Robotics RUS  
Werbnaja ul. 8A  
107143 Moskau  
Rusia  
Tel. +7 495 781-31-20  
Fax +7 495 781-31-19  
info@kuka-robotics.ru  
www.kuka-robotics.ru

**Suecia** KUKA Svetsanläggningar + Robotar AB  
A. Odhners gata 15  
421 30 Västra Frölunda  
Suecia  
Tel. +46 31 7266-200  
Fax +46 31 7266-201  
info@kuka.se

**Suiza** KUKA Roboter Schweiz AG  
Industriestr. 9  
5432 Neuenhof  
Suiza  
Tel. +41 44 74490-90  
Fax +41 44 74490-91  
info@kuka-roboter.ch  
www.kuka-roboter.ch

<b>España</b>	<p>KUKA Robots IBÉRICA, S.A.  Pol. Industrial  Torrent de la Pastera  Carrer del Bages s/n  08800 Vilanova i la Geltrú (Barcelona)  España  Tel. +34 93 8142-353  Fax +34 93 8142-950  comercial@kukarob.es  www.kuka.es</p>
<b>Sudáfrica</b>	<p>Jendamark Automation LTD (Agentur)  76a York Road  North End  6000 Port Elizabeth  Sudáfrica  Tel. +27 41 391 4700  Fax +27 41 373 3869  www.jendamark.co.za</p>
<b>Taiwán</b>	<p>KUKA Robot Automation Taiwan Co., Ltd.  No. 249 Pujong Road  Jungli City, Taoyuan County 320  Taiwan, R. O. C.  Tel. +886 3 4331988  Fax +886 3 4331948  info@kuka.com.tw  www.kuka.com.tw</p>
<b>Tailandia</b>	<p>KUKA Robot Automation (M) Sdn Bhd  Thailand Office  c/o Maccall System Co. Ltd.  49/9-10 Soi Kingkaew 30 Kingkaew Road  Tt. Rachatheva, A. Bangpli  Samutprakarn  10540 Thailand  Tel. +66 2 7502737  Fax +66 2 6612355  atika@ji-net.com  www.kuka-roboter.de</p>
<b>Chequia</b>	<p>KUKA Roboter Austria GmbH  Organisation Tschechien und Slowakei  Sezemická 2757/2  193 00 Praha  Horní Počernice  República Checa  Tel. +420 22 62 12 27 2  Fax +420 22 62 12 27 0  support@kuka.cz</p>

**Hungría** KUKA Robotics Hungaria Kft.  
Fő út 140  
2335 Taksony  
Hungría  
Tel. +36 24 501609  
Fax +36 24 477031  
info@kuka-robotics.hu

**EE. UU.** KUKA Robotics Corporation  
51870 Shelby Parkway  
Shelby Township  
48315-1787  
Michigan  
EE. UU.  
Tel. +1 866 873-5852  
Fax +1 866 329-5852  
info@kukarobotics.com  
www.kukarobotics.com

**Reino Unido** KUKA Robotics UK Ltd  
Great Western Street  
Wednesbury West Midlands  
WS10 7LL  
Reino Unido  
Tel. +44 121 505 9970  
Fax +44 121 505 6589  
service@kuka-robotics.co.uk  
www.kuka-robotics.co.uk



# Índice

## Números

2006/42/CE 52

2014/30/UE 52

2014/68/UE 52

95/16/CE 52

97/23/CE 52

## A

Accesorios 11, 27

Acumuladores 14

Alimentación 57

Alimentación de corriente no tamponada 14

Alimentación de corriente tamponada 14

Almacenamiento 50

Altura de instalación 21

ANSI/RIA R.15.06-2012 53

Asignación de ranuras de conexión en la placa base D3076-K 17

Asignación de ranuras de conexión en la placa base D3236-K 18

Averías 43

## C

Cabinet Control Unit Small Robot 13

Cabinet Interface Board Small Robot 13, 23

Cable de conexión del aparato 15

Cable de datos X21 83

Cable de motor, cable de datos 15

Cable del resolver, diferencia de longitudes 22, 57

Cable del smartPAD 15

Cables de unión 11, 27, 82

Cables periféricos 15

Caja de accionamiento 14

caja de mando 12

Campo de trabajo 32

Campo del eje 29

Carteles y placas 25

Categoría de parada 0 30

Categoría de parada 1 30

Categoría de parada 2 30

CCU\_SR 8, 13

CEM 8

Cese del servicio 50

CIB\_SR 8, 23

CIB\_SR, entrada segura 63

CIB\_SR, salida segura 64

CIP Safety 8

Circuito de refrigeración 19

Clase de humedad 21

Compatibilidad electromagnética (CEM) 53

Compatibilidad electromagnética, CEM 55

Compensación de peso 50

Comprobación dinámica 64

Condiciones climáticas 21

Condiciones de colocación y montaje 55

Condiciones para la conexión 56

Conectar la red sin el conector de red 85

Conector del motor X20 82

Conexiones SATA 8

Conexión a la red 57

Conexión a la red, datos técnicos 21, 56

Conexión de la red 85

Conexión de la red con el conector de red 85

Conexión equipotencial PE 76

Conexión equipotencial, conectar 84

Configurar y enchufar el conector X11 86

Contactador de perferia 47

Control de dispositivos separadores de protección 35

Control de seguridad 34

Control del campo del eje 39

Control, velocidad 38

Corte de tensión de red 14

Cursos de formación 9

## D

Datos básicos 21

Datos de la máquina 45

Datos técnicos 21

DC 14

Declaración de conformidad 28

Declaración de conformidad de la CE 28

Declaración de montaje 27, 28

Descarga completa del acumulador 22

Desconexión de la corriente 14

Descripción del producto 11

Descripción del robot industrial 11

Destinación 9

Dimensiones 23

Dimensiones escuadra del asidero 25

Directiva CEM 28

Directiva de baja tensión 28

Directiva relativa a las máquinas 52

Directiva sobre compatibilidad electromagnética 52

Directiva sobre equipos a presión 52

Directiva sobre equipos de presión 50

Dispositivo de apertura de frenos 40

Dispositivo de liberación 40

Dispositivo de PARADA DE EMERGENCIA 36, 37, 41

Dispositivo de seguridad en X11 61

Dispositivo de validación 37, 41

Dispositivo de validación, externo 38

Dispositivos de PARADA DE EMERGENCIA en X11 61

Dispositivos de seguridad, externos 40

Distancia de frenado 29

Distancia de parada 29, 32

Distancia de reacción 29

Documentación, robot industrial 7

Drive Configuration 14

## E

EDS 8

Ejes adicionales 27, 30  
 Eliminación de residuos 50  
 EMD 8  
 EN 60204-1 + A1 53  
 EN 61000-6-2 53  
 EN 61000-6-4 + A1 53  
 EN 614-1 + A1 53  
 EN ISO 10218-1 53  
 EN ISO 12100 52  
 EN ISO 13849-1 52  
 EN ISO 13849-2 52  
 EN ISO 13850 52  
 Entradas CIB\_SR 24  
 Equipamiento de protección 38  
 Estado de carga 14  
 Explotador 29

**F**

Filtro de red 14  
 Filtros de fieltro 19  
 Freno defectuoso 42  
 Fuente de alimentación de baja tensión 14  
 Funciones CCU\_SR 13  
 Funciones de protección 41  
 Funciones de seguridad 33  
 Funciones de seguridad de la interfaz de seguridad Ethernet 65  
 Funciones de seguridad, resumen 33  
 Funciones PC de control 13

**G**

Grupo destinatario 9

**I**

Identificaciones 40  
 Integrador de la instalación 30  
 Integrador de sistemas 30  
 Integrador del sistema 28, 31  
 Interfaces 15, 17  
 Interfaces de la placa base D3236-K 18  
 Interfaces del PC de control 16  
 Interfaz de seguridad, X11 58  
 Interfaz Ethernet (RJ45), X66 74  
 Interfaz EtherCAT, X65 74  
 Interruptor de final de carrera de software 38, 41  
 Introducción 7

**K**

KCB 8  
 KEB 8  
 KEI 8  
 KLI 8  
 KOI 8  
 KONI 8  
 KPC 8  
 KPP\_SR 8  
 KRL 8  
 KSB 8  
 KSI 8, 75  
 KSP\_SR 8  
 KSS 8

KUKA Customer Support 87  
 KUKA Service Interface, X69 75  
 KUKA smartPAD 22, 29

**L**

Limitación de zonas de ejes 39  
 Limitación del campo de trabajo 39  
 Limitación mecánica del campo de trabajo 39  
 Longitudes de cables 22, 57  
 Lógica de seguridad 11

**M**

Manipulador 8, 11, 27, 29  
 Mantenimiento 49  
 Marca CE 28  
 Marcas 7  
 Materiales peligrosos 50  
 Medidas del soporte del smartPAD 24  
 Medidas generales de seguridad 42  
 Mesa giratoria basculante 27  
 Modo de puesta en servicio 46  
 Modo de servicio automático 48  
 Modo de servicio manual 47  
 Modo paso a paso 38, 41

**N**

Nivel de eficiencia 77  
 Normas y prescripciones aplicadas 52  
 Normativa sobre construcción de máquinas 28

**O**

Observaciones 7  
 Observaciones de seguridad 7  
 Observaciones sobre responsabilidades 27  
 Opciones 11, 27  
 Opciones de seguridad 30  
 Operador 31

**P**

Panel de conexiones 11  
 PARADA DE EMERGENCIA, ejemplo de conexión 61  
 PARADA DE EMERGENCIA, externo 37, 44  
 PARADA DE EMERGENCIA, local 44  
 Parada de seguridad STOP 0 29  
 Parada de seguridad STOP 1 29  
 Parada de seguridad STOP 2 30  
 Parada de seguridad 0 29  
 Parada de seguridad 1 29  
 Parada de seguridad 2 30  
 Parada de seguridad, externa 38  
 Parada de servicio externa segura 38  
 Parada de servicio segura 29  
 PC de control 11, 13  
 Performance Level 33  
 Personal 30  
 PL (performance level) 77  
 Placa base D3076-K 17  
 Placa base D3236-K 18  
 Placas base 16  
 Planificación 55



Planificación, resumen 55  
PMB\_SR 8  
Posicionador 27  
Posición de pánico 37  
Power Management Board Small Robot 13  
Prolongaciones de cable smartPAD 22, 57  
Protección contra la descarga de los acumuladores, cancelar 84  
Protección del operario 33, 35, 41  
Protección por fusible 57  
Prueba de funcionamiento 44  
Puerta de protección, ejemplo de conexión 62  
Puesta a tierra, conectar 84  
Puesta en servicio 43, 81  
Puesta en servicio, resumen 81  
Pulsador de validación 37, 69  
Pulsador de validación externo, funcionamiento 60

## R

Rack de 19" 56, 82  
RDC 8  
Reacciones de parada 32  
Reanudación del servicio 43, 81  
Refrigeración 19  
Reparación 49  
Requerimiento de asistencia técnica 87  
Resistencia a las vibraciones 22  
Resumen de la puesta en servicio 81  
Resumen de la unidad de control del robot 11  
Resumen Planificación 55  
Robot industrial 11, 27

## S

SafeOperation a través de la interfaz de seguridad Ethernet 70  
Salida de prueba A 58  
Salida de prueba B 58  
Salidas CIB\_SR 23  
Sección de control 22  
Sección de potencia 11  
Seguridad 27  
Seguridad de máquinas 52, 53  
Seguridad, generalidades 27  
Selección de modos de servicio 33, 34  
Servicio técnico, KUKA Roboter GmbH 87  
Señal Peri habilitado 61  
Simulación 48  
Single Point of Control 50  
smartPAD 30, 42  
smartPAD, enchufar 83  
Sobrecarga 42  
Software 11, 27  
SPOC 50  
STOP 0 28, 30  
STOP 1 28, 30  
STOP 2 28, 30

## T

T1 30  
T2 30

Tarjeta Dual NIC 8  
Temperatura ambiente 21  
Test de ajuste 74  
Topes finales mecánicos 39  
Trabajos de limpieza 49  
Trabajos de mantenimiento 49  
Transporte 43, 79  
Términos utilizados 8  
Términos, seguridad 28

## U

Unidad de control del robot 11, 27  
Unidad de control del robot, conectar 86  
Unidad de control del robot, instalar 82  
Unidad lineal 27  
Unidad manual de programación 11, 27  
US2 47  
USB 8  
Uso conforme a lo previsto 27  
Usuario 31  
Utilización conforme a los fines previstos 9  
Utilización, distinta al uso previsto 27  
Utilización, indebida 27

## V

Valores PFH 77  
Velocidad, control 38  
Vida útil 29

## X

X11, asignación de contactos 58  
X11, interfaz de seguridad 58  
X20, conector del motor 82  
X21 Asignación de contactos 83  
X21, cable de datos 83  
X65, asignación de contactos 75  
X65, EtherCAT 74  
X66, interfaz Ethernet 74  
X69, KSI 75

## Z

ZA 8  
Zona de peligro 29  
Zona de protección 32  
Zona de seguridad 29  
Zona de trabajo 29



