



**HEIDENHAIN**

**Modo de empleo**

**ND 920  
ND 960  
NDP 960**

**Visualizadores de  
cotas para fresadoras**

11/96





- Visualización en pulgadas activada
- Visualización recorrido restante activada
- Introducción del programa activada
- Puntos de referencia sobrepasados
- Corrección de radio R+ activada
- Corrección de radio R- activada
- Número del punto de referencia

- Visualización recorrido restante (desplazar a 0)
- Introducción de cotas incrementales (sólo en la visualización del recorrido rest. e introd. pgm)
- Correcciones de la herramienta
- Llamada a las correcciones del radio de la hta. actual
- Fun. especiales (palp. de aristas, figura taladros)
- Introducción del programa
- Selección del punto de referencia
- Selección directa de parámetros/frases del pgm
- En el pgm pasar página en la lista de parámetros/selección de una función
- 
- ... Selección del eje de coordenadas
- ... Introducción numérica
- Puesta a cero de todos los ejes, funciones en la introducción del programa
- Signo decimal
- Modificar signo/parámetro
- Interrumpir introducción/anular funcionamiento
- Mantener la posición actual/emisión de valores
- Seleccionar/eliminar la lista de parámetros, Activar V.24
- Aceptar la introducción



Este manual es válido para los visualizadores de cotas a partir de los números de software:

<b>ND 920 para dos ejes</b>	<b>246 112 05</b>
<b>ND 960 para tres ejes</b>	<b>246 112 05</b>
<b>NDP 960 empotrable para tres ejes</b>	<b>246 112 05</b>

## ¡Empleo correcto del manual!

Este manual se compone de dos partes:

### 1ª parte: **Modo de empleo**

- Bases para la visualización de posiciones
- Funciones del ND

### 2ª parte: **Puesta en marcha y datos técnicos**

- Montaje del visualizador de cotas ND a la máquina
- Descripción de los parámetros de funcionamiento
- Conexión de entradas y salidas

## 1ª parte Modo de empleo

<b>Nociones básicas</b>	<b>4</b>
<b>Conexión, sobrepasar los puntos de referencia</b>	<b>9</b>
<b>Conmutación entre modos de funcionamiento</b>	<b>9</b>
<b>Fijación del punto de referencia</b>	<b>10</b>
Fijación del pto. de ref. con herramienta	11
Fijación del pto. de ref. con el palpador de aristas KT	13
Puesta a cero de todos los ejes	18
<b>Mantener la posición</b>	<b>19</b>
<b>Correcciones de la herramienta</b>	<b>21</b>
<b>Desplazar los ejes con visualización del recor. rest.</b>	<b>22</b>
<b>Círculo de taladros/arco de círculo de taladros</b>	<b>24</b>
<b>Filas de taladros</b>	<b>27</b>
<b>Cajera rectangular</b>	<b>30</b>
<b>Trabajar con "factor de escala"</b>	<b>33</b>
<b>Introducción del programa</b>	<b>34</b>
Emisión del programa a través de V.24/RS-232-C	37
<b>Avisos de error</b>	<b>38</b>

### 2ª parte

**Puesta en marcha y  
datos técnicos**

**a partir de la página 39**

## Nociones básicas



Si conoce ya los conceptos del sistema de coordenadas, cota incremental, cota absoluta, posición nominal, posición real y recorrido restante, entonces puede saltarse este capítulo.

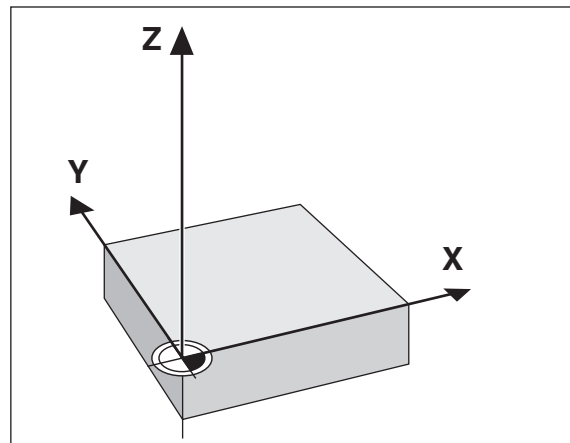
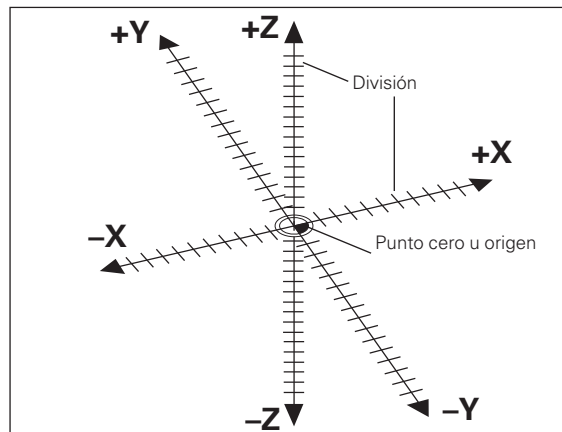
### Sistema de coordenadas

Para la descripción de la geometría de la pieza se utiliza el sistema de coordenadas cartesianas<sup>1)</sup>. Este sistema se compone de tres ejes de coordenadas X, Y y Z, perpendiculares entre si y que se cortan en un punto. Este punto se denomina **punto cero** del sistema de coordenadas.

En los ejes de coordenadas existe una división (la unidad de la división es el mm) con cuya ayuda se determinan los puntos en el espacio, los cuales están referidos al punto cero.

Para poder determinar posiciones sobre la pieza, coloquen mentalmente el sistema de coordenadas sobre la pieza.

Los ejes de la máquina se desplazan en la dirección de los ejes del sistema de coordenadas, siendo normalmente el eje Z el eje de la herramienta.



<sup>1)</sup> según el matemático y filósofo francés René Descartes, del latín Renatus Cartesius (1596 a 1650)

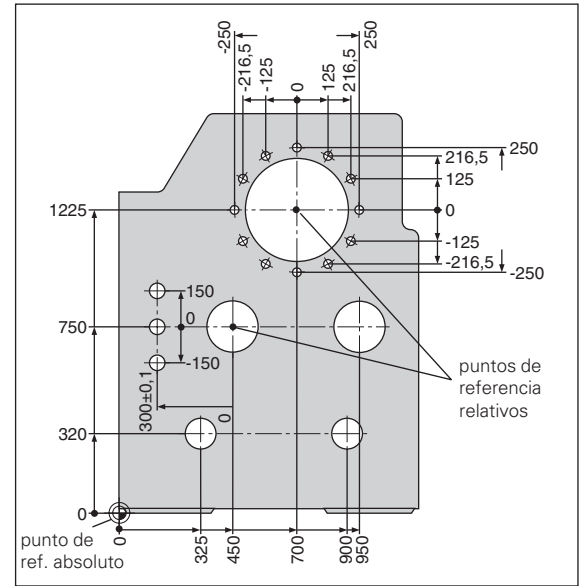
## Fijación del punto de referencia

La base para el mecanizado de una pieza es el plano de la misma. Para poder transformar las cotas del plano en los recorridos de los ejes de la máquina X, Y y Z, se precisa para cada cota un punto de referencia sobre la pieza, ya que sólo se puede indicar una posición en relación a otra.

El plano de la pieza indica siempre un "punto de referencia absoluto" (=punto de referencia para cotas absolutas); además también pueden darse "puntos de referencia relativos".

Cuando se trabaja con un visualizador numérico de posiciones, "fijar el punto de referencia" significa que la pieza y la herramienta se llevan a una posición definida una respecto a la otra, posteriormente dicha posición se indica en cada eje del visualizador. De esta forma se consigue una asignación fija entre la posición real del eje y el valor visualizado de la posición.

En los visualizadores de posiciones ND se pueden fijar 99 puntos de referencia absolutos y protegerlos contra fallos de la red.



## Posiciones absolutas de la pieza

Cada posición sobre la pieza está determinada claramente por sus coordenadas absolutas.

**Ejemplo:** Coordenadas absolutas de la posición ①:

$$\begin{aligned} X &= 10 \text{ mm} \\ Y &= 5 \text{ mm} \\ Z &= 0 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cuando se trabaja según el plano de una pieza en coordenadas absolutas, la hta. deberá desplazarse **sobre** dichas coordenadas.

## Posiciones incrementales de la pieza

Una posición también puede referirse a la posición absoluta anterior. El punto cero para la acotación se encuentra sobre la posición absoluta anterior. En este caso se habla de **coordenadas relativas**, es decir de cotas incrementales. Las coordenadas incrementales se caracterizan con una **I**.

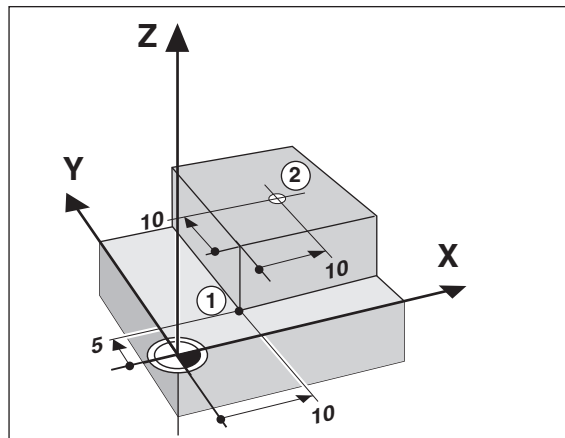
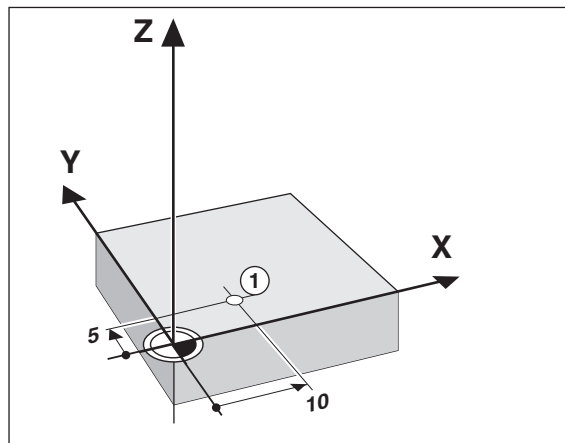
**Ejemplo:** Coordenadas incrementales de la posición ② referidas a la posición ①:

$$\begin{aligned} IX &= 10 \text{ mm} \\ IY &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cuando se trabaja con el plano de una pieza en cotas incrementales, la herramienta deberá desplazarse al valor de dicha cota.

## Signos en las cotas incrementales

Una cota incremental tiene **signo positivo**, cuando el desplazamiento se realiza en sentido positivo del eje, y **signo negativo** cuando se desplaza en sentido negativo del eje.



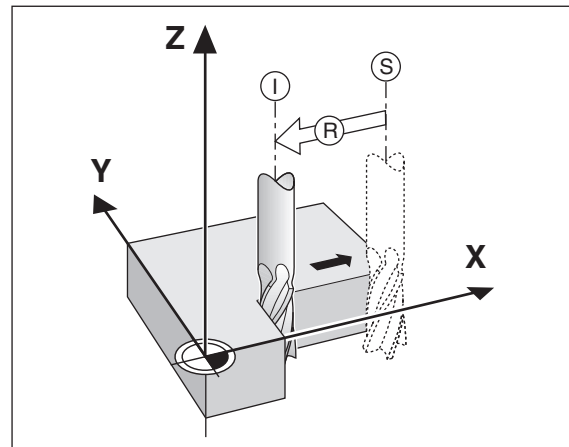
### Posición nominal, posición real y recorrido restante

Las cotas a las que se tiene que desplazar la herramienta, se denominan posición **nominal** (  $\textcircled{R}$  ); la posición actual de la herramienta se denomina posición **real** (  $\textcircled{S}$  ).

El recorrido entre la posición nominal y la posición real es el recorrido restante (  $\textcircled{R}$  ).

### El signo en el recorrido restante

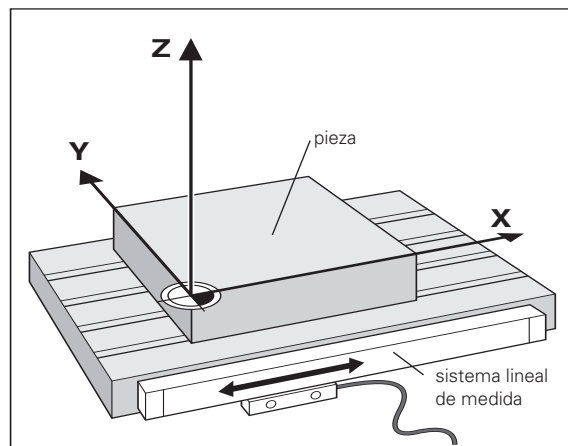
La posición nominal se convierte en el "punto de referencia relativo" para la visualización del recorrido restante (visualización hacia 0). El recorrido restante tiene por lo tanto signo negativo cuando se desplaza en el sentido positivo del eje y signo positivo cuando se desplaza en el sentido negativo del eje.



## Sistemas lineales de medida

Los sistemas lineales de medida convierten los movimientos de los ejes de la máquina en señales eléctricas. El visualizador de posiciones ND valora dichas señales, calcula la posición real de los ejes de la máquina e indica la posición como valor numérico.

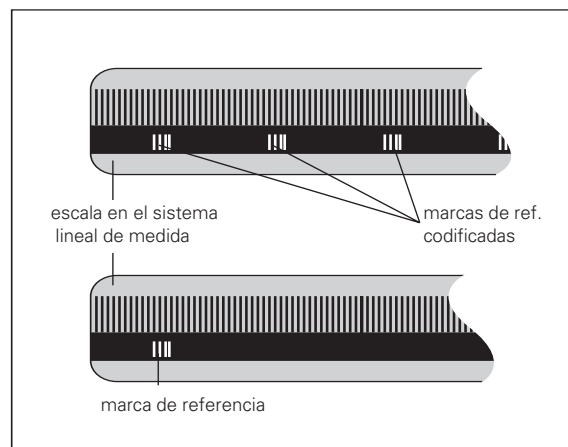
En una interrupción de tensión se pierde la cota entre la posición del eje de la máquina y la posición real calculada. Con las marcas de referencia de los sistemas lineales de medida y la función REF de los visualizadores de posiciones ND, se pueden recuperar las cotas al conectar de nuevo el visualizador, después de la interrupción de tensión.



## Marcas de referencia

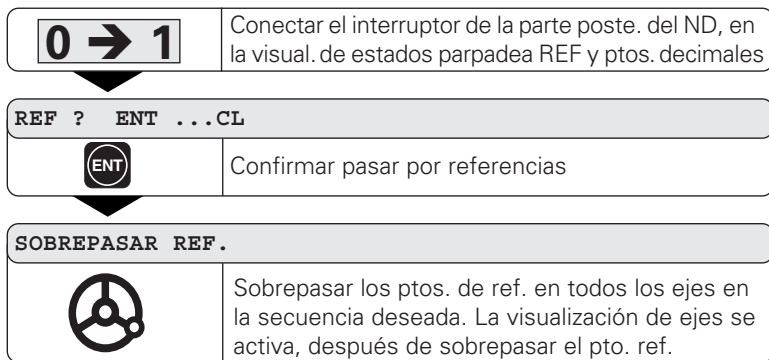
En las escalas de los sistemas de medida existen una o varias marcas de referencia. Al sobrepasarse las marcas de referencia, se produce una señal que indica al visualizador de posiciones ND, que esa posición es el punto de referencia (pto. de ref. de la escala = punto de ref. fijo de la máquina).

Al sobrepasar dichos puntos de referencia, con la función REF del visualizador ND, se calcula la asignación entre la posición del carro del eje y los valores visualizados, determinados por última vez. En los sistemas lineales de medida con marcas de referencia **codificadas** es suficiente desplazar los ejes un máximo de 20 mm.





## Conexión, sobrepasar los puntos de referencia



Una vez sobrepasados los puntos de referencia, se memorizan todos los puntos de referencia (99 por eje), quedando protegidos contra fallos de tensión los últimos valores determinados entre el cero de la pieza y la referencia de los ejes.

¡ Si no se sobrepasan los puntos de referencia (borrar el diálogo REF? con la tecla CL) se perderían dichos valores en caso de una interrupción de tensión o un fallo en la red !

## Conmutación entre modos de funcionamiento

Vd. puede conmutar en cualquier momento , mediante la tecla de funcionamiento correspondiente, entre los modos de funcionamiento "Visualización del recorrido restante", "Funciones especiales", "Introducción del programa", "Fijación del punto de referencia", "Mantener la posición" e "Introducción de parámetros".

## Fijación del punto de referencia



¡Si Vd. quiere memorizar los puntos de referencia ante un fallo de red, antes deberá sobrepasar dichos puntos!

Después de pasar por REF se pueden fijar de nuevo otros puntos de referencia o activar los ya existentes.

Para fijar los puntos de referencia existen varias posibilidades:

**Rozar la arista de la pieza con la herramienta** y a continuación fijar el punto de referencia deseado (véase ejemplo), o bien rozar dos de las aristas y fijar la línea media como línea de referencia.

Los datos de la herramienta aplicada se tienen en cuenta automáticamente (véase "Correcciones de la herramienta").

**Palpar la arista de la pieza con el palpador de aristas** y a continuación fijar el punto de referencia deseado, o bien palpar dos aristas y fijar la línea media como línea de referencia (véase ejemplo). El radio y la longitud del vástago se tienen en cuenta automáticamente, cuando se han introducido los valores de los parámetros P25 y P26 (véase "Parámetros de funcionamiento").

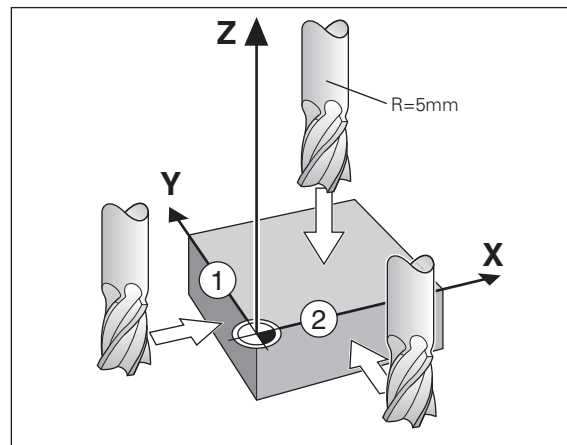
Un punto de referencia fijado anteriormente se llama de la siguiente forma:

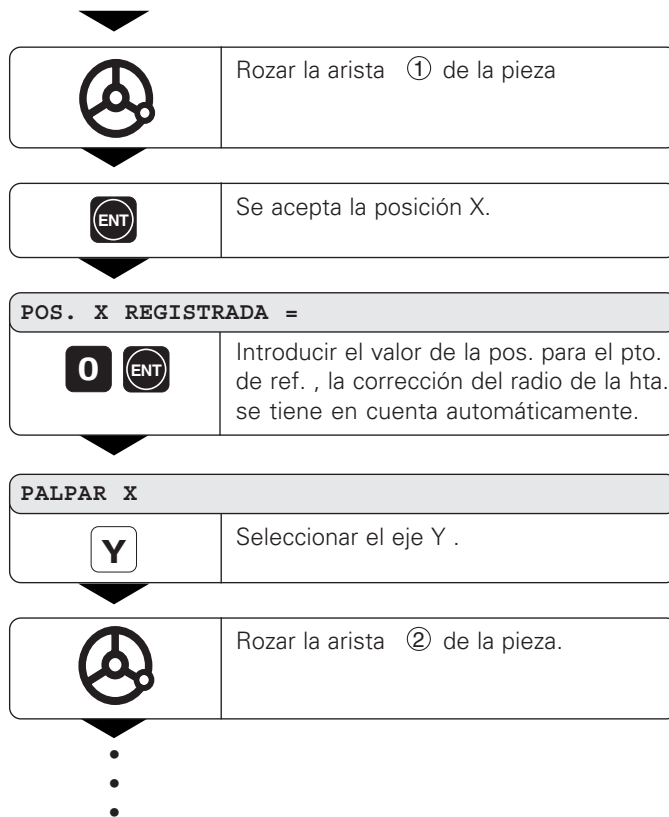
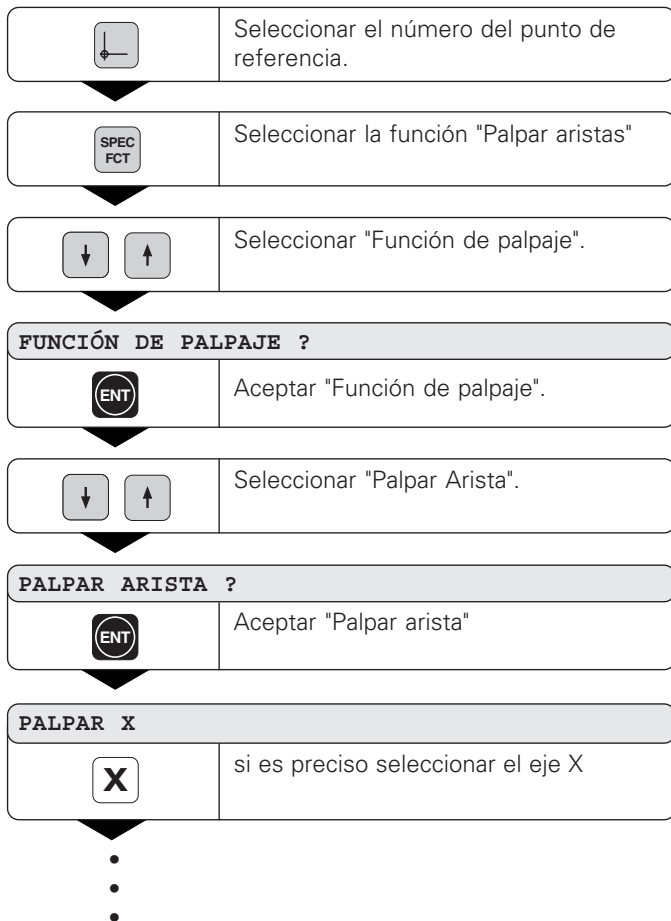
	Seleccionar el punto de referencia
N° PTO. REFER. =	
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">1</div> <div style="background-color: black; color: white; padding: 5px; border-radius: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; margin-left: 10px;">ENT</div> </div>	Introducir el número del punto de referencia, p.ej. 12 y confirmar la introducción.

## Fijación del punto de referencia con la herramienta

### Ejemplo:

Plano de mecanizado	X / Y
Eje de la herramienta	Z
Radio de la herramienta	R = 5 mm
Secuencia de los ejes	X - Y - Z
Fijar los puntos de referencia	







Se acepta la posición Y.

POS. Y REGISTRADA =



Introducir el valor de la pos. para el pto. de ref. en el eje Y, la corrección de radio de la hta. se tiene en cuenta automát.

PALPAR Y

Z

Seleccionar el eje Z.



Rozar la superficie de la pieza



La posición Z es registrada.

POS. Z REGISTRADA =



Introducir el valor de la posición para el pto. de ref. en el eje Z



Después de fijar el punto de referencia salir de la función de palpación

## Fijar el punto de referencia con el palpador de aristas KT

Los visualizadores de posiciones **ND** disponen de las siguientes funciones de palpación.

"PALPAR ARISTA" Fijar la arista de la pieza como línea de ref.

"PALPAR CENTRO" Fijar la línea media entre dos aristas de la pieza como línea de referencia

"PALPAR CIRCULO" Fijar el punto central del círculo como punto de ref.

Las funciones de palpación se encuentran en el funcionamiento SPEC FCT.



¡El palpador de aristas de HEIDENHAIN KT 120, sólo se puede emplear cuando la pieza es conductora de la electricidad!

Antes de utilizar el palpador de aristas, deberá introducirse en los parámetros P25 y P26 el diámetro del palpador y la longitud del mismo (vease "Parámetros de funcionamiento").


Los visualizadores de posiciones ND tienen en cuenta las dimensiones del palpador en todas las funciones de palpación.


Las funciones "PALPAR ARISTA" y "PALPAR CENTRO" se describen en las siguientes páginas.


El proceso para "PALPAR CIRCULO" es el mismo. Sin embargo se deberá palpar 4 veces, para poder calcular el punto central del círculo. Entonces se puede fijar el punto central como nuevo punto de referencia.


## Palpar la arista de la pieza y fijarla como línea de referencia


La arista palpada es paralela al eje Y. Como coordenadas del punto de referencia se pueden palpar aristas y superficies tal como describimos a continuación y fijarlas como líneas de referencia.


	Selección del número del pto. ref.
---	------------------------------------

	Selección de la función "Palpar arista"
---	---

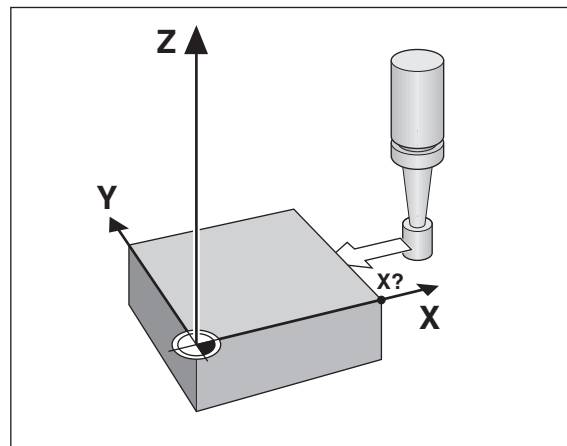
	Seleccionar "Función de palpaje".
---	-----------------------------------

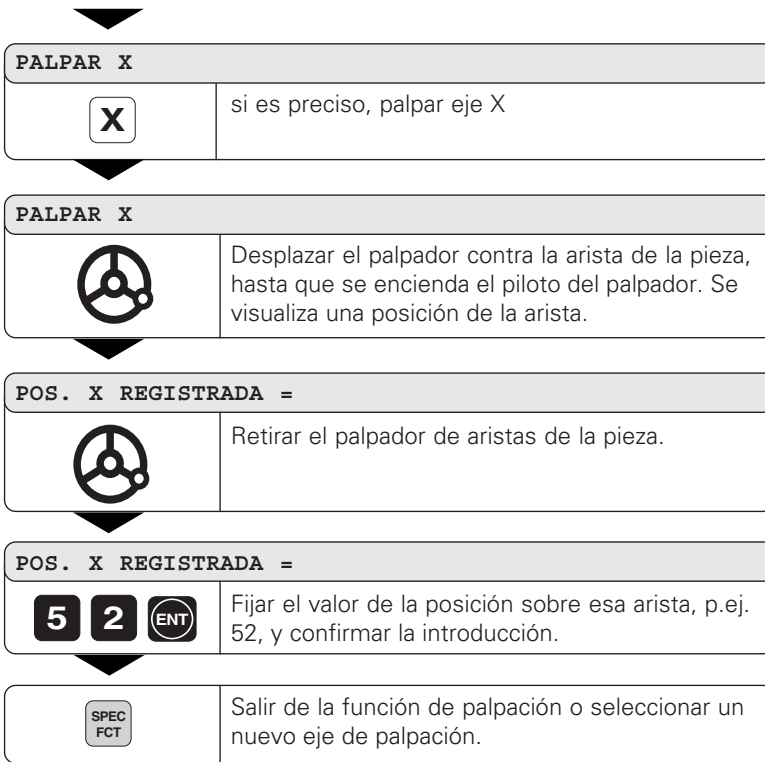
<b>FUNCIÓN DE PALPAJE ?</b>	
	Aceptar "Función de palpaje".

	Seleccionar "Palpar arista".
---	------------------------------

<b>PALPAR ARISTA ?</b>	
	Aceptar "Palpar arista".

⋮








## Palpar la arista de la pieza y fijar el centro como línea de referencia


Las aristas palpadas deben ser paralelas al eje Y.


Para la línea media de dos aristas se procede de la siguiente forma.


	Seleccionar el número del pto. ref.
---	-------------------------------------

	Seleccionar la función "Palpar centro".
---	---

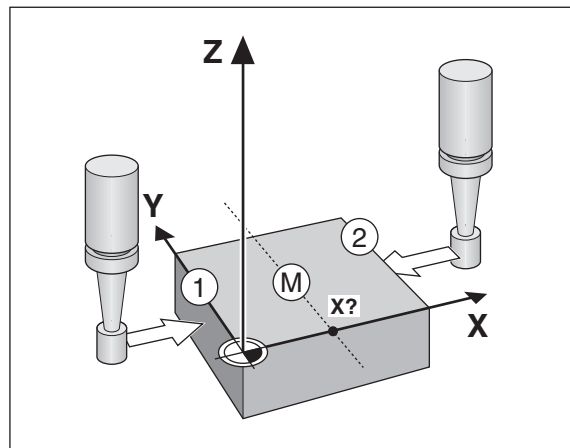
	Seleccionar "Función de palpaje"..
---	------------------------------------

<b>FUNCIÓN DE PALPAJE ?</b>	
	Aceptar "Función de palpaje".

	Seleccionar "Palpar centro".
---	------------------------------

<b>PALPAR CENTRO ?</b>	
	Aceptar "Palpar arista".

⋮





## 1° PALPAR POS. X

X

Si es preciso seleccionar el eje X..

## 1° PALPAR POS. X



Desplazar el palpador de aristas hacia la arista ① hasta que se encienda el piloto del palpador.  
Se visualiza la posición de la arista.

## 2° PALPAR POS. X



Desplazar el palpador de aristas hacia la arista ② hasta que se encienda el piloto del palpador.  
Se visualiza la posición de la arista.

## POS. X REGISTRADA =

2 6 ENT

Fijar el valor de la posición para la línea media de las aristas, p.ej. 26.

SPEC  
FCT

Salir de las funciones de palpación, o seleccionar un nuevo eje de palpación.

## Poner a cero todos los ejes

Para poner los ejes a cero se pulsa una tecla del visualizador ND. La última posición real se convierte en un punto de referencia relativo que no se memoriza (posicionamiento incremental). En la visualización de estados se visualiza "— —" en vez del número del punto de referencia. Se mantienen los puntos de referencia fijados. Estos se pueden volver a seleccionar mediante la introducción del número del punto de referencia correspondiente.



Pulsar esta tecla: todos los ejes se ponen a cero

## Mantener la posición

Existe la posibilidad de "congelar" el valor de la posición de un eje. La herramienta se puede posicionar de nuevo, sin que se modifique la visualización.

A la posición memorizada se le puede asignar entonces un valor cualquiera.

### Ejemplo:

Desplazarse con el eje Z a una cierta profundidad, medirla y fijar el punto de referencia sobre dicha profundidad.



Desplazarse a la posición deseada , y efectuar el taladro ① en dirección Z.

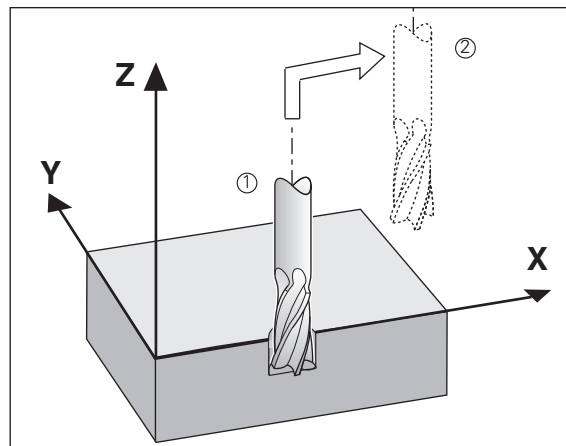
HOLD  
POS

Mantener la posición. <sup>1)</sup>

MANTENER POS. Z ?

Z ENT

Memorizar (mantener) la posición del eje Z.



<sup>1)</sup> la tecla "HOLD POS" puede tener otro significado, véase "Emisión de valores de medición con HOLD POS"



Desplazar la herramienta a la posición ② y medir la posición  $Z_T$ .

FIJAR POS. Z =

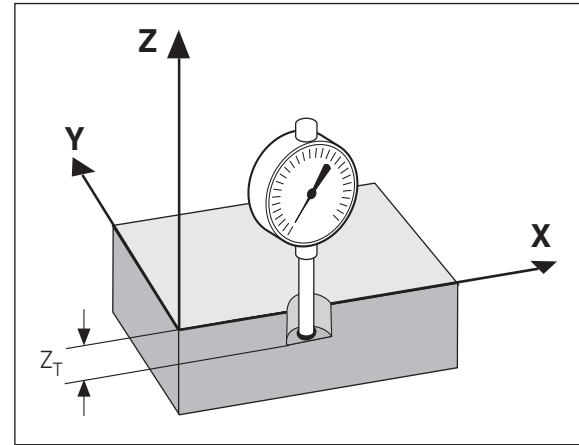


Fijar el punto de referencia  $Z_T$  p.ej. 20, confirmar la introducción.

MANTENER POS. Z ?





Salir de la función HOLD POS o memorizar la posición de otro eje.





## Correcciones de la herramienta

Para la herramienta actual se pueden introducir el eje de la herramienta, la longitud y el diámetro de la misma.

	Introducir los datos de la herramienta.
---	---

<b>DIAM. HERRAM. =</b>	
<b>2 0</b> 	Introducir diámetro herramienta, p.e. 20 mm, y confirmar con tecla "Flecha hacia abajo".

<b>LONGI. HERRAM. =</b>	
<b>2 0 0</b> 	Introducir longitud herramienta, p.e. 200 mm, y confirmar con tecla "Flecha hacia abajo".

<b>EJE HERRAM. =</b>	
<b>Z</b> 	Determinar el eje de la herramienta, salir de la función "Introducir datos de la herramienta".

## Desplazar los ejes con la visualización del recorrido restante

Normalmente en la visualización se tiene la posición real de la herramienta. Sin embargo frecuentemente es mejor, si se visualiza el recorrido restante hasta la posición nominal. Simplemente se posiciona, desplazándose al valor de visualización cero.

Las coordenadas en la visualización del recorrido restante pueden ser absolutas o incrementales. Se tiene en cuenta la corrección del radio activada.

### Ejemplo: fresar un escalón mediante "Desplazamiento a cero"



Seleccionar la función Visualiz. del recorrido restante, se ilumina  $\Delta$  en la visualiz. de estados..

POS. NOM. X =

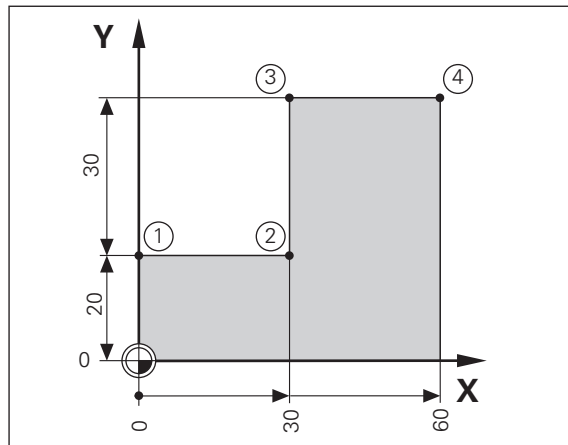
Y 20 R+



Seleccionar el eje, introducir el valor absoluto, p.ej. 20 mm, seleccionar la corrección de radio R+, confirmar con ENT.




Desplazar el eje de la máquina a cero ①.



POS. NOM. Y =

X 3 0 R<sup>+</sup>/<sub>-</sub> ENT


Seleccionar el eje, introducir el valor absoluto, p.ej. 30 mm, seleccionar la corrección de radio R-, confirmar con ENT.

 Desplazar el eje de la máquina a cero ②.

POS. NOM. X =

Y I 3 0 R<sup>+</sup>/<sub>-</sub> ENT

Seleccionar el eje, introducir el valor en incremental, p.ej. 30 mm, confirmar con ENT.


 Desplazar el eje de la máquina a cero ③.


POS. NOM. Y =

X 6 0 R<sup>+</sup>/<sub>-</sub> ENT

Seleccionar el eje, introducir el valor absoluto, p.ej. 60 mm, introducir la corrección de radio R+, confirmar con ENT.

⋮

 Desplazar el eje de la máquina a cero ④.

 Si es preciso desconectar la visualización del recorrido restante.

## Círculo de taladros/arco de un círculo de taladros

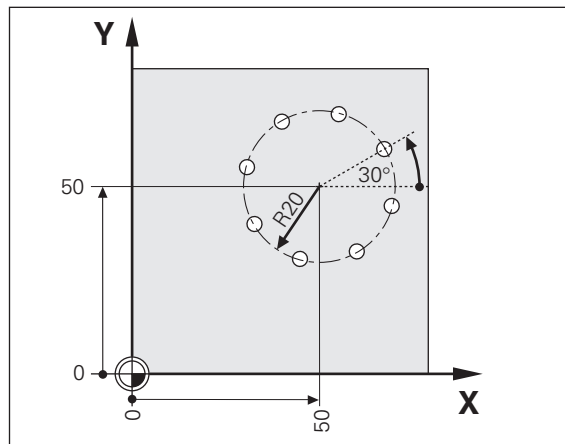
Con los visualizadores de posiciones ND se pueden realizar de forma rápida y sencilla círculos de taladros o arcos del mismo. Los valores de introducción se solicitan en la línea de indicaciones.

Cada taladro se posiciona mediante "Desplazamiento a cero". Para ello deben introducirse los siguientes valores:

- punto central del círculo
- número de taladros
- ángulo inicial para el primer taladro
- paso angular entre los taladros (sólo para el arco de círculo)
- radio del círculo
- profundidad del taladro

### Ejemplo:

Número de taladros	8
Coordenadas del punto central	X = 50 mm Y = 50 mm
Radio del círculo de taladros	20 mm
Angulo inicial	30 grados
Profundidad del taladro	Z = - 5 mm





**SPEC FCT**      Seleccionar las funciones especiales.

**↓ ↑**      Seleccionar la función "Figura de taladro"

**FIGURA TALADRO ?**  
**ENT**      Aceptar "Figura de taladro"

**↓ ↑**      Seleccionar la función "Círculo completo"

**CIRCULO COMPL. ?**  
**ENT**      Aceptar "Círculo completo".

**N° TALADROS =**  
**8 ↓**      Introducir el número de taladros, p.ej. 8, confirmar con el "Cursor hacia abajo"

⋮

**CENTRO CIRC. X =**  
**X 5 0 ↓**      Introducir la coordenada X para el pto. central del círculo, p.ej. 50 mm, confirmar con el "Cursor hacia abajo".

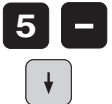
**CENTRO CIRC. Y =**  
**Y 5 0 ↓**      Introducir la coordenada Y del pto. central del círculo, p.ej. 50 mm, confirmar con el "Cursor hacia abajo".

**RADIO =**  
**2 0 ↓**      Introducir el radio del círculo de taladros, p.ej. 20 mm, confirmar con el "Cursor hacia abajo".


**ANGULO INICIAL =**  
**3 0 ↓**      Introducir el ángulo inicial para el primer taladro, p.ej. 30 mm, confirmar con el "Cursor hacia abajo".

⋮




↓

PROF. TALADRO ? =	
	Introducir la profundidad del taladro, p.ej. -5 mm, confirmar con el "Cursor hacia abajo"

↓

ARRANQUE ? =	
	Se inicia la visualización de las posiciones del círculo de taladros

↓

CIRCULO TALADROS	
STEP :	
	Después del arranque, se activa el funcionamiento del recorrido restante (se ilumina el símbolo Δ). Desplazándose a cero se llega a los distintos taladros. Los taladros se pueden seleccionar con los cursores o con la tecla GOTO.
	
	

## Filas de taladros

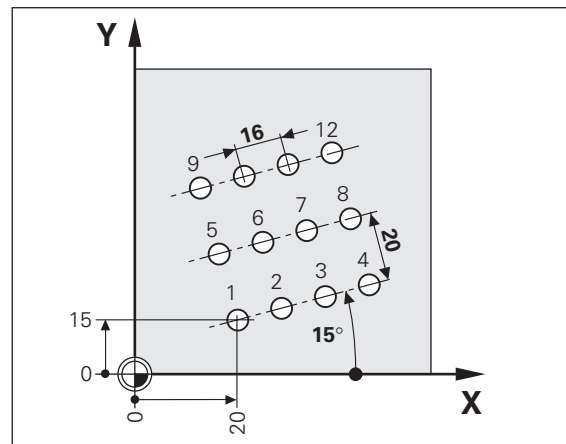
También las filas de taladros se pueden ejecutar de forma rápida y sencilla con el visualizador de cotas ND. Los valores a introducir se solicitan a través de la línea de indicaciones.

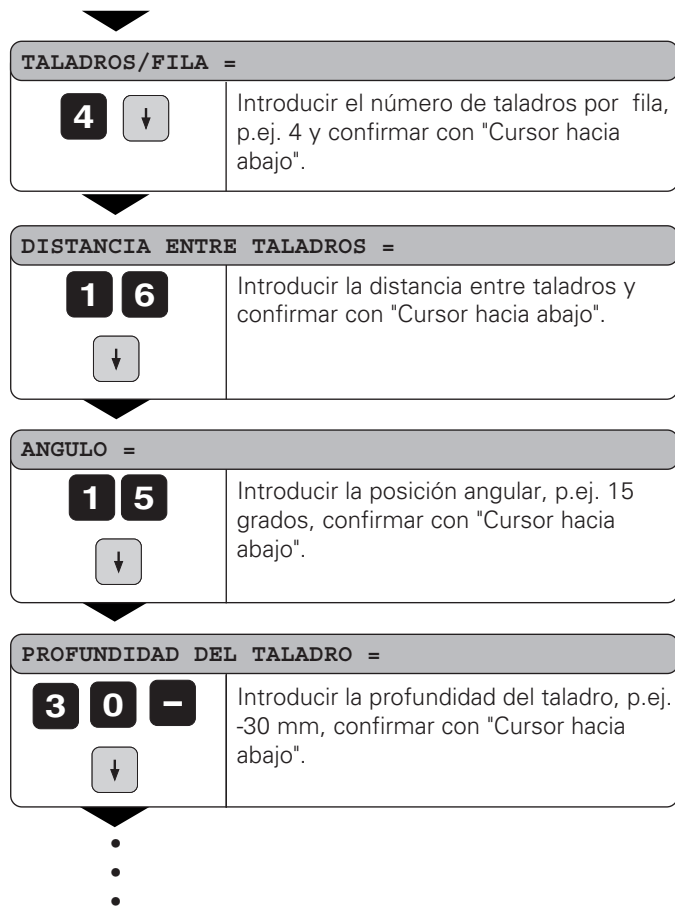
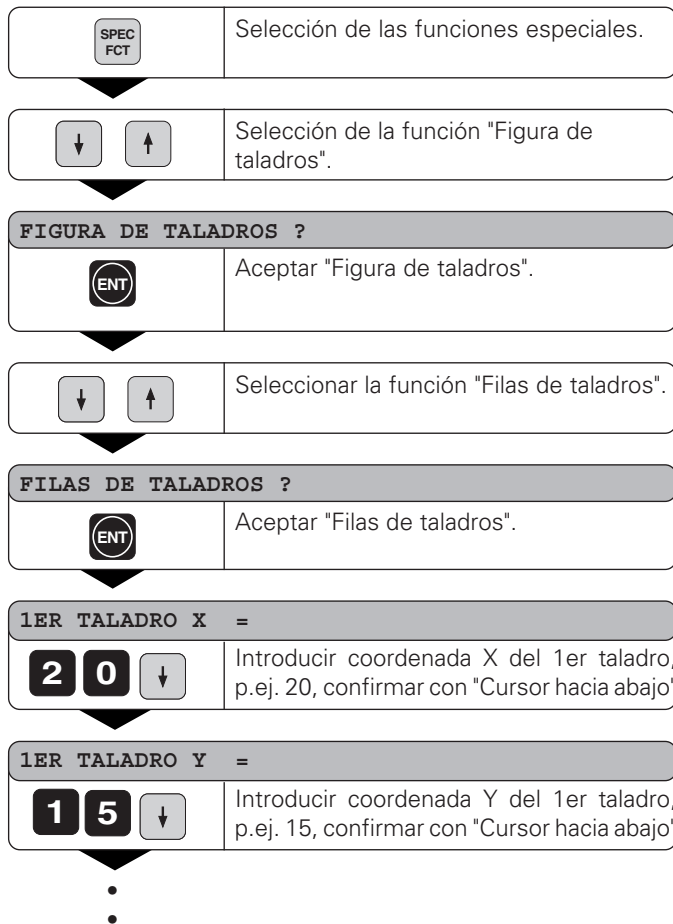
Cada taladro se posiciona mediante el "Desplazamiento a cero". Para ello deben introducirse los siguientes valores:

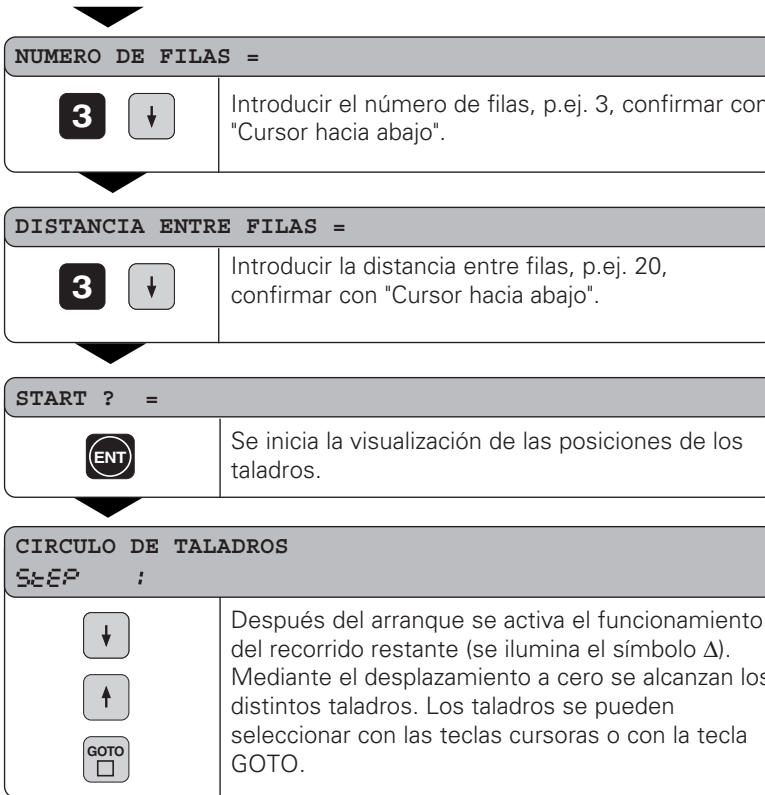
- Coordenadas del 1er taladro
- Número de taladros en cada fila (máx. 999)
- Distancia entre los taladros
- Angulo entre las filas de taladros y el eje de referencia
- Profundidad del taladro
- Número de filas de taladros (máx. 999)
- Distancia entre las filas de taladros

### Ejemplo:

Coordenadas del 1er taladro	X = 20 mm
	Y = 15 mm
Número de taladros n	4
Distancia entre los taladros	16 mm
Angulo	15 grados
Profundidad del taladro	Z = - 30 mm
Número de filas de taladros	3
Distancia entre las filas	20 mm







## Cajera rectangular

El visualizador de cotas ND también facilita el fresado de cajas rectangulares. Los valores a introducir se solicitan a través de la línea de indicaciones.

El mecanizado comienza en el centro de la caja. Después, mediante la visualización del recorrido restante, el resto del mecanizado se realiza en forma de espiral hacia fuera, hasta alcanzar la cota final. El último paso del mecanizado es el proceso de acabado.

La aproximación depende del radio de la herramienta y se calcula automáticamente. Hay dos condiciones, bajo las cuales no se puede iniciar el mecanizado, que generan el aviso de error "ERROR HTA.". Diámetro de la hta. = 0 o  $\geq$  longitud lado - 2 • sobremedida de acabado

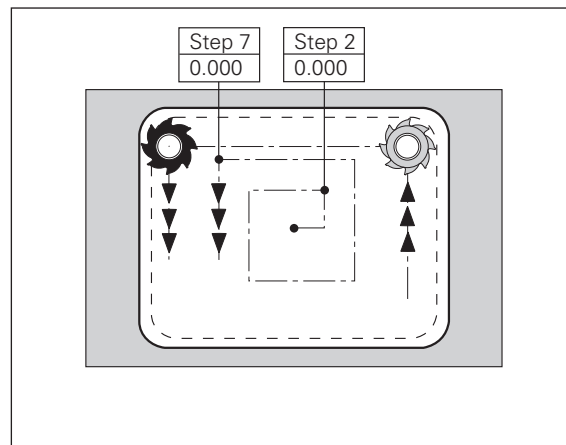
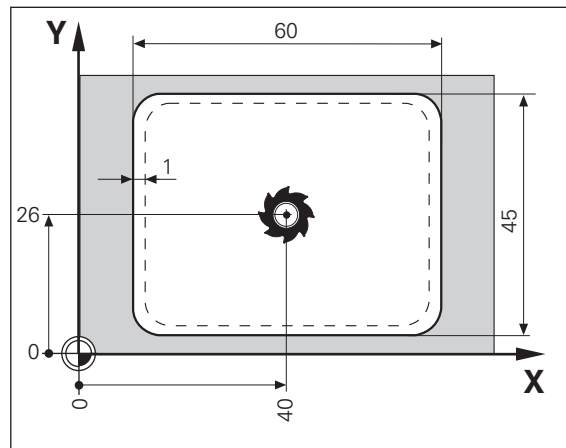
Cada posición se alcanza mediante el "Desplazamiento a cero".

Para que exista una descripción completa de la caja rectangular se deben introducir los siguientes valores:

- 1ª y 2ª longitud de los lados
- Profundidad de la caja
- Coordenadas de la posición inicial (centro de la caja)
- Sobremedida de acabado
- Dirección de fresado (sincronizada/contramarcha)

### Ejemplo:

Dimensiones de la caja	X = 60 mm
	Y = 45 mm
Profundidad	Z = -15 mm
Coordenadas del punto central (posición inicial)	X = 40 mm
	Y = 26 mm
Posición de partida	Z = 2 mm
Sobremedida de acabado	1 mm
Dirección de fresado	sincronizada



SPEC FCT	Selección de las funciones especiales.
-------------	--

↓   ↑	Selección de la función "Cajera rectangular".
-------	---

<b>CAJERA RECTANGULAR ?</b>	
ENT	Aceptar "Cajera rectangular".

<b>LONGITUD LADO X =</b>	
6 0 ↓	Introducir la longitud lateral en dirección X, p.ej. 60, confirmar con "Cursor hacia abajo"

<b>LONGITUD LADO Y =</b>	
4 5 ↓	Introducir la longitud lateral en dirección Y, p.ej. 45, confirmar con "Cursor hacia abajo".

<b>PROFUNDIDAD Z =</b>	
1 5 - ↓	Introducir la profundidad de la cajera, p.ej. -15, confirmar con "Cursor hacia abajo"

⋮

<b>CENTRO DE CAJERA X =</b>	
4 0 ↓	Introducir la coordenada X del centro de la cajera, p.ej. 40, confirmar con "Cursor hacia abajo"

<b>CENTRO DE CAJERA Y =</b>	
2 6 ↓	Introducir la coordenada Y del centro de la cajera, p.ej. 26, confirmar con "Cursor hacia abajo"

<b>POS. INICIAL Z =</b>	
2 ↓	Introducir la posición inicial para el eje de la hta. ,p.ej. 2, confirmar con "Cursor hacia abajo"

<b>SOBREMEDIDA DE ACABADO =</b>	
1 ↓	Introducir la sobremedida de acabado para el último mecanizado, p.ej. 1 mm, confirmar con "Cursor hacia abajo".

⋮

**SINCRONIZADO**

Con la tecla "Menos" elegir la dirección sincronizada o a contramarcha, confirmar con la tecla "Cursor hacia abajo".

**START ?**

Aceptar con la tecla "ENT".

**CAJERA RECTANGULAR**

STEP :



Después del arranque se activa el funcionamiento del recorrido restante (se ilumina el símbolo  $\Delta$ ). Con un desplazamiento a cero se alcanzan las distintas posiciones de desbaste. Cuando se alcanza una posición, la visualización salta automáticamente al siguiente paso de desbaste hasta finalizar el mecanizado. Al final del mecanizado el visualizador vuelve a la frase 0 de forma que se puede desvastar de nuevo la cajera con la siguiente aproximación en profundidad. Con la tecla "CE" se interrumpe el mecanizado, el visualizador vuelve al diálogo "START ?".



## Trabajar con "Factor de escala"

Mediante la función factor de escala se puede ampliar o reducir el valor de la visualización del recorrido real. Los valores modificados están referidos al punto cero.

El factor de escala se determina en el parámetro 12 para cada uno de los ejes y en el parámetro 11 se activa o desactiva esta función (véase "Parámetros de funcionamiento").

Ejemplo para la ampliación de una pieza::

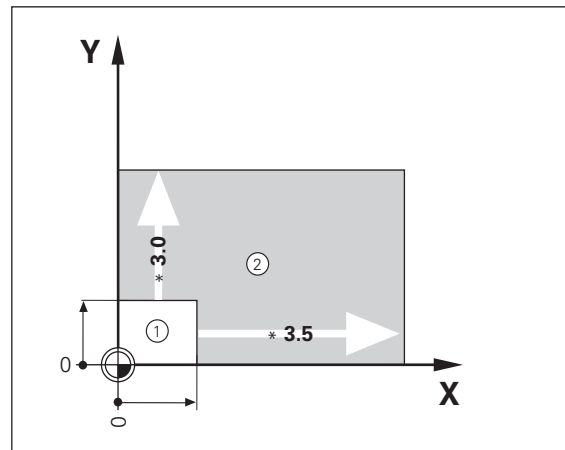
P12.1	3.5
P12.2	3.0
P11	"On"

De esta forma se produce una ampliación de la pieza según el dibujo anexo :

- ① muestra el tamaño original, ② ampliación específica por eje



¡ Sólo en el parámetro P11 se puede ver si está activado el factor de escala !



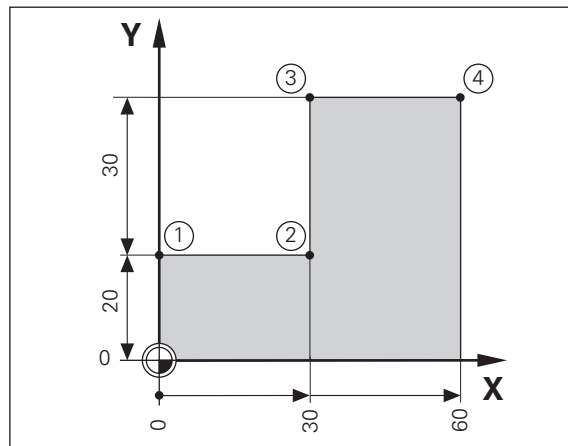
## Introducción del programa

Para una serie pequeña de piezas se puede determinar en el modo de funcionamiento "Introducción del programa" (tecla PGM), la secuencia de las posiciones a alcanzar (máximo 99 posiciones). El "programa" queda memorizado incluso después de una interrupción de tensión.

Los visualizadores ND, después de activar el modo de funcionamiento "Introducción del programa", trabajan en el funcionamiento de Recorrido Restante. La posición introducida se puede alcanzar mediante el posicionamiento hacia el valor de visualización cero.

Las frases del programa se pueden introducir en cotas absolutas o incrementales. Mientras la frase no se haya introducido por completo, en la visualización de estados parpadea el símbolo "  $\Delta$  ".


En un programa ya finalizado Vd. puede partir desde cualquier frase de posicionamiento.






### Ejemplo: Fresado de un escalón


Datos de la hta.:    radio 6 mm  
                           longitud 50 mm  
                           eje Z


Posición de partida: X    -6 mm  
                           Y     0 mm  
                           Z     0 mm


 Seleccionar la Introducción del programa

EJE ?  
SetP :




   Seleccionar el eje, introducir el valor nominal en absoluto, p.ej. 20 mm, introducir la corrección de radio R+, confirmar con ENT si se desea posicionar inmediatamente.







 Seleccionar la frase siguiente.

EJE ?  
SetP 2

   Seleccionar el eje, introducir el valor nominal en absoluto, p.ej. 30 mm, introducir la corrección de radio R-, confirmar con ENT, si se desea posicionar inmediatamente.





Introducir todas las demás frases de igual forma.

### El programa completo:

1	Y +20	R+
2	X +30	R-
3	IY +30	R+
4	X +60	R+

**Borrar el programa, borrar frases, añadir una frase vacía**

Seleccionar la "Introducción del programa"



Seleccionar las funciones borrar/añadir



Seleccionar con el cursor la función deseada, p.ej. "Borrar frase".

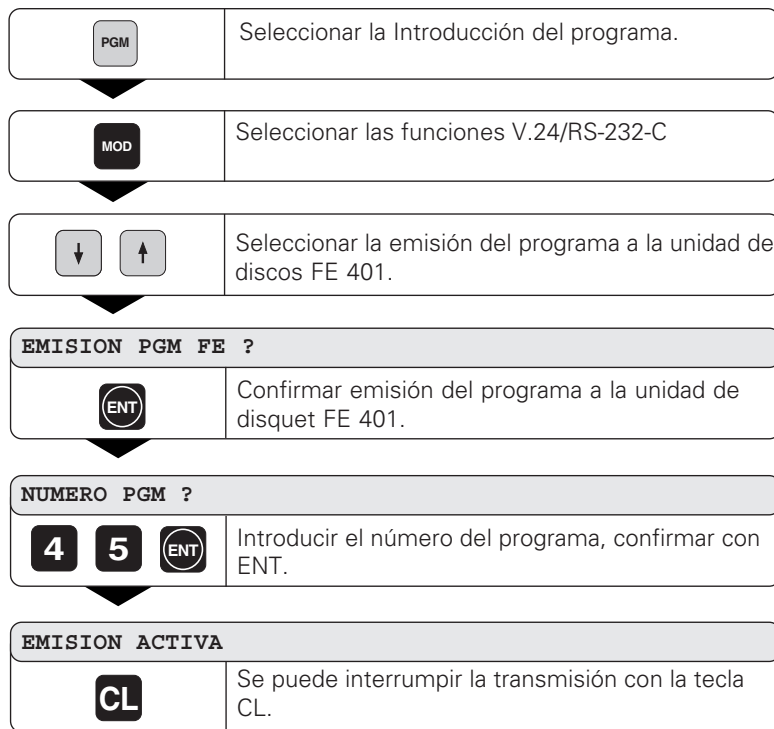
**BORRAR FRASE ?**



Confirmar la función deseada con ENT.

## Emisión del programa a través de V.24/RS-232-C

Un programa memorizado puede ser emitido a través de la conexión de datos V.24/RS-232-C (véase el siguiente proceso) y también volver a memorizarse.



La transmisión del programa puede realizarse a la unidad de discos FE 401, a un PC o a una impresora.

La conexión V.24/RS-232-C para una impresora está memorizada en el modo EXT (conexión de datos standard).

La conexión V.24/RS-232-C para FE 401 o PC está memorizada en el modo FE.

En la línea de indicaciones se pregunta por la conexión que se desea activar.

Para poder transmitir el programa memorizado en el ND deberán asignar un número al programa. Si se desea volver a cargar p.ej. en la FE 401 el programa memorizado, deberán llamar a dicho programa con el mismo número.

Para la transmisión del programa a un PC, HEIDENHAIN dispone de un software especial que se instala en el PC.

En el parámetro P50 se determina la velocidad de transmisión en baudios (véase "Parámetros de funcionamiento").

Para más información véase el capítulo "Conexión de datos V.24/RS-232-C".

## Avisos de error

Aviso	Causa y efecto
<b>LLAMADA MUY RAPIDA</b>	Se dan dos comandos seguidos demasiado rápido, para la emisión del valor de medida .
<b>AMPL. X PEQUEÑA</b>	La señal del sistema de medida, es demasiado pequeña, p.ej. el sistema de medida está sucio.
<b>ERROR PALPAJE</b>	Antes de palpar se tiene que recorrer como min. 6 µm de trayectoria. Error de palpación.
<b>FALTA SEÑAL DSR</b>	El aparato conectado no emite señal DSR.
<b>ERROR INTRODUCCION</b>	El valor introducido no está dentro de los límites de introducción.
<b>ERROR REF. X</b>	La distancia de las marcas de ref. definida en P43 no coincide con la distancia real de las marcas de referencia.
<b>ERROR DE FORMATO</b>	No coinciden el formato de datos, velocidad de baudios, etc.
<b>FREC. SOBREPAS. X</b>	Frecuencia de entrada del sistema de medida demasiado elevada, p.ej. cuando la velocidad es demasiado elevada.
<b>CORR. BORRODA</b>	Valores de corrección para corrección no lineal de eje borrados

Aviso	Causa y efecto
<b>OFFSET BORRADO</b>	Valores de corrección de offset para señales de sistema de medida borrados
<b>PARAM. BORRADOS</b>	¡Comprobar los parámetros de funcionamiento! ¡Si se repite llamar al servicio técnico!
<b>PGM BORRADO</b>	¡Se ha borrado el programa Si vuelve a suceder llamar al servicio técnico!
<b>PGM MUY GRANDE</b>	Como máximo se pueden introducir 99 frases.
<b>PRESET BORRADO</b>	¡Se han borrado los ptos. ref.! Si se repite, llamar al servicio técnico!
<b>TECLA SIN FUNCION</b>	La tecla está de momento inactiva
<b>SOBRETEMPERATURA</b>	La temperatura del visualizador ND es excesiva
<b>CALENTAMIENTO</b>	El visualizador de posiciones ND se ha sobrecalentado, puede ser que la temperatura ambiente sea demasiado elevada.

**Borrar los avisos de error:**

Una vez eliminada la causa del error:

- pulsar la tecla CL.

## 2ª Parte Puesta en marcha y datos técnicos

<b>Volumen de suministro</b>	<b>40</b>
<b>Conexiones en la parte posterior del aparato</b>	<b>41</b>
<b>Instalación y sujeción</b>	<b>42</b>
<b>Conexión a la red</b>	<b>42</b>
<b>Conexión de los sistemas de medida</b>	<b>43</b>
<b>Parámetros de funcionamiento</b>	<b>44</b>
Introducción/modificación de los parámetros de func.	44
Lista de los parámetros de funcionamiento	45
<b>Sistemas lineales de medida</b>	<b>48</b>
Selección del paso de visualización	48
Paso de visualización, periodo de la señal y subdivisión para sistemas lineales de medida	48
Sistemas lineales de medida HEIDENHAIN	49
<b>Corrección no lineal del error del eje</b>	<b>50</b>
<b>Conexión de datos V.24/RS-232-C</b>	<b>53</b>
(opcional en ND 920/ND 960)	
Conector X31 (V.24/RS-232-C)	54
<b>Emisión de los valores de medida</b>	<b>55</b>
<b>Entradas y salidas de conexión X41(EXT)</b>	<b>61</b>
(opcional en ND 920/ND 960)	
Distribución de conexiones	61
Margenes de desconexión	62
Puesta a 0 de la visualización mediante señal externa	63
<b>Conector X10 para palpador de aristas</b>	<b>64</b>
<b>Datos técnicos</b>	<b>65</b>
Dimensiones ND 920/ND 960	66
Dimensiones NDP 960	67

## Volumen de suministro

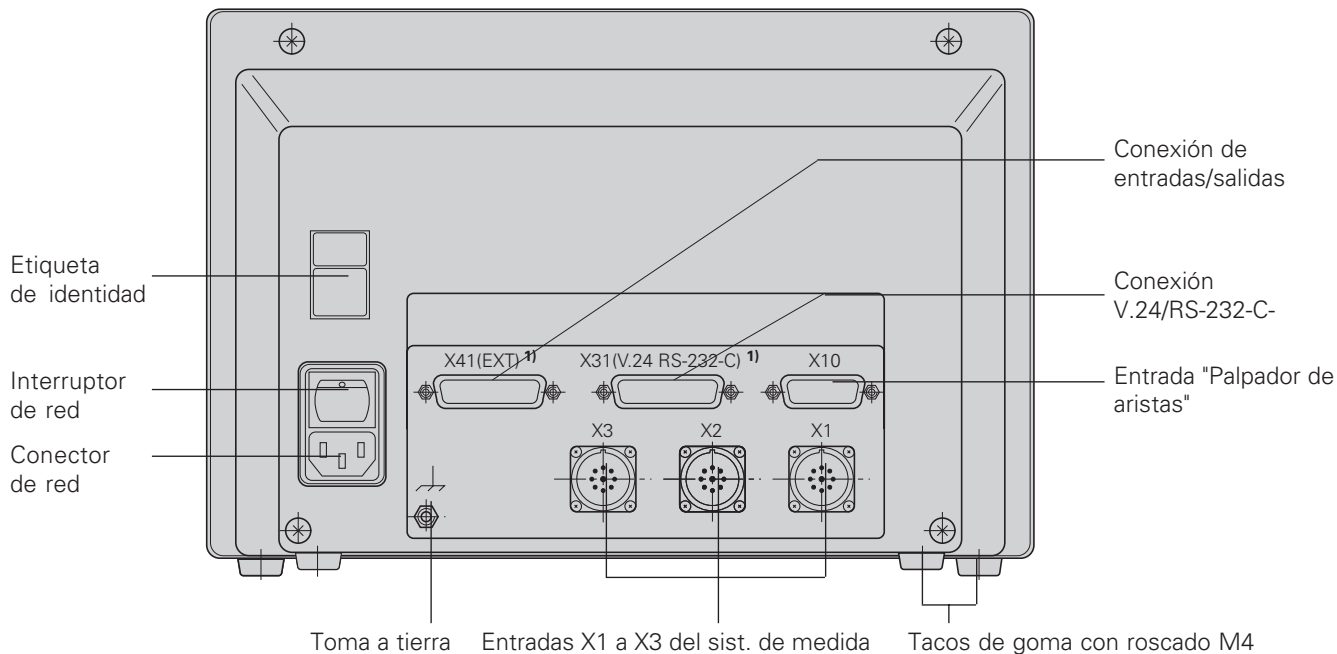
- **ND 920** para 2 ejes  
o
- **ND 960** para 3 ejes  
o
- **NDP 960** para 3 ejes
  
- **Conector de red** nº id. 257 811 01
  
- **Modo de empleo**

## Accesorios opcionales

- **Soporte bisagra** para montar debajo de la carcasa  
nº id. 281 619 01
  
- **Palpador de aristas KT 130** nº id. 283 273 01
  
- **Conector** (hembra), 25 polos para conexión Sub-D X41,  
nº id. 249 154 ZY
  
- **Cable para la transmisión de datos**, 25 polos, nº id. 274 545 01
  
- **Conector** (macho), 25 polos para conexión Sub-D X31, nº id. 245 739 ZY



## Conexiones en la parte posterior del aparato



<sup>1)</sup> Opcional en ND 920/ND 960



Las conexiones X1, X2, X3, X31 y X41 no tienen peligro de contacto según la norma EN 50 178!

## Instalación y sujeción

### ND 920/ND 960

Para atornillar los visualizadores de cotas a una consola utilizar las roscas M4 en los tacos de goma de la parte posterior de la carcasa. También se puede montar el visualizador sobre un soporte bisagra que se suministra como accesorio.

### NDP 960

El NDP 960 con marco para empotrar se fija al panel mediante cuatro tornillos (véase "Dimensiones").

## Conexión a la red

Conectar la tensión de red en los contactos  $\text{L}$  y  $\text{N}$ , puesta a tierra en el contacto  $\text{⏚}$  !



- **¡Peligro de descarga!**  
¡Conectar el cable de protección!  
¡El cable de protección no puede estar nunca interrumpido!
- ¡Desconectar el aparato antes de abrirlo!



Para aumentar la protección contra averías se recomienda unir la conexión de puesta a tierra con el punto de puesta a tierra central de la máquina (sección del cable mínima 6 mm<sup>2</sup>)!

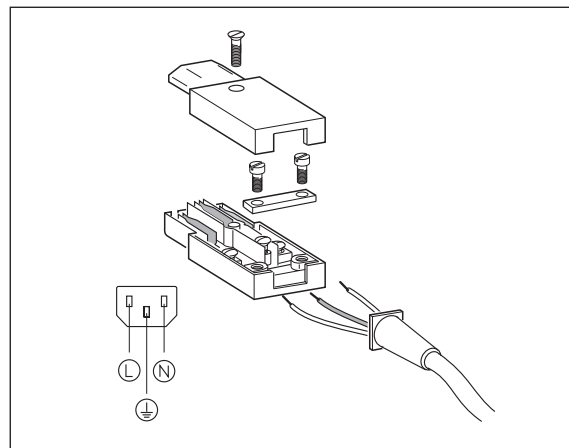
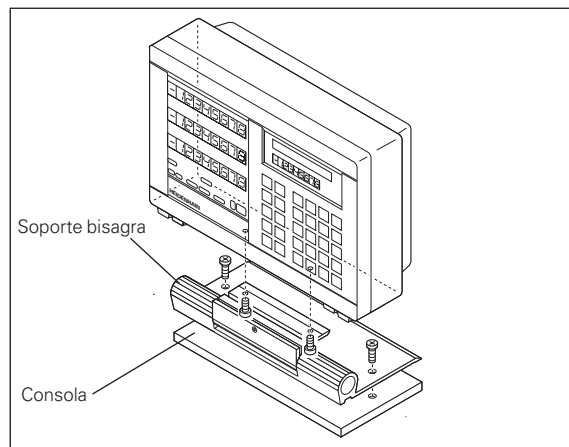
El visualizador de cotas trabaja con un margen de tensión entre 100 V~ y 240 V~ por lo que no precisa de un selector para la tensión de red.



### ¡Peligro para componentes internos!

¡Emplear sólo fusibles originales!  
Dentro de la carcasa hay dos fusibles de red y un fusible para las salidas de conexión.

Tipos: Red: F 2,5 A 250 V  
Salidas de conexión: F 1 A



## Conexión de los sistemas de medida

Se pueden conectar todos los sistemas lineales de medida HEIDENHAIN con señales sinusoidales (11 a 40  $\mu$ APP) y con marcas de referencia codificadas o una sólo marca.

### Asignación de los sistemas de medida para las visualizaciones:

Entrada en el sistema de medida X1 para el eje X  
Entrada en el sistema de medida X2 para el eje Y  
Entrada en el sistema de medida X3 para el eje Z (sólo ND 960)

### Supervisión de los sistemas de medida

Los visualizadores disponen de una supervisión de los sistemas de medida que comprueba la amplitud y frecuencia de las señales. Si es necesario se emite uno de los siguientes avisos de error:

AMPL. X PEQUEÑA

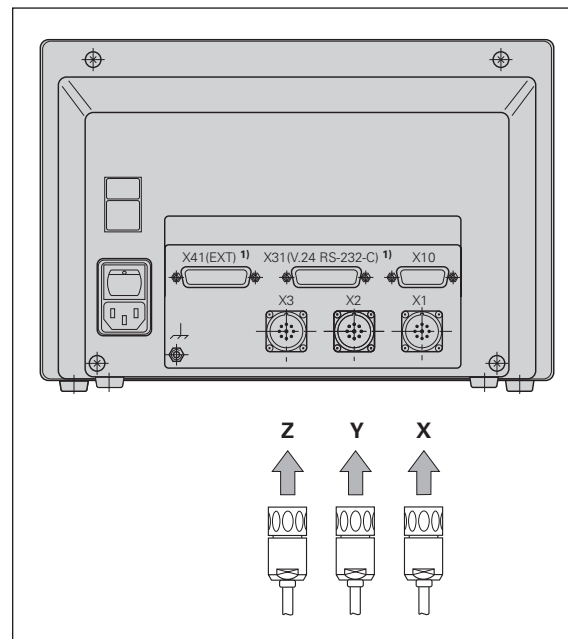
AMPL. X EXCESIVA

FRC. X SOBREPASADA

Con el parámetro P45 se activa esta supervisión.

En el caso de que se empleen sistemas lineales de medida con marcas de referencia codificadas, se comprueba si la distancia determinada en el parámetro P43 coincide con la distancia real de las marcas de referencia. En caso contrario aparece el aviso de error:

ERROR: REF X



1) Opcional en el ND 920/ND 960

## Parámetros de funcionamiento

Con los parámetros de funcionamiento se determina el comportamiento de los visualizadores ND y como se valoran las señales de los sistemas de medida. Los parámetros de máquina que pueden ser modificados por el usuario de la máquina se llaman con la tecla "MOD" y el diálogo "PARAMETRO" (marcados en la lista de parámetros). La lista completa sólo se puede seleccionar mediante el diálogo "CODIGO" y la introducción del número 95148.

Los parámetros de funcionamiento se denominan con la letra P y un número, p.ej. **P11**. La denominación del parámetro se visualiza en la línea de introducciones. La denominación del parámetro se visualiza en la línea de introducción al seleccionar el mismo con las teclas cursoras.

Algunos parámetros de funcionamiento se introducen específicamente para cada eje. En el **ND 960/NDP960** estos parámetros se caracterizan con un índice de uno a tres y en los **ND 920** con un índice de uno a dos.

**Ejemplo:**

- P12.1 Factor de escala del eje X
- P12.2 Factor de escala del eje Y
- P12.3 Factor de escala del eje Z (sólo ND960/NDP960)

Los parámetros P60 y P61 para la determinación de los márgenes de desconexión, se caracterizan con un índice de cero a siete.

En el estado de suministro los parámetros de funcionamiento de los visualizadores ND están preajustados. Los valores de este ajuste básico están **impresos en negrita en la lista**.

## Introducción/modificación de parámetros

### Llamada a los parámetros de funcionamiento

- Pulsar la tecla "MOD" (no en la introducción del programa)
- Confirmar con la tecla "ENT" para seleccionar los parámetros de usuario o seleccionar con la tecla "Cursor hacia abajo" el diálogo para la introducción del código **95148**, para acceder a la lista completa de los parámetros de funcionamiento.

### Pasar página en la lista de parámetros de funcionamiento

- Para pasar página hacia delante: Pulsar la tecla "Cursor hacia abajo"
- Para pasar página hacia atrás: Pulsar la tecla "Cursor hacia arriba"
- Para seleccionar directamente los parámetros: Pulsar la tecla "GOTO", introducir el número del parámetro y pulsar la tecla "ENT".

### Modificación del ajuste del parámetro

- Pulsar la tecla "Menos" o introducir el valor correspondiente y confirmar con ENT.

### Corrección de introducciones

- Pulsar la tecla "CL": el último valor activado aparece en la línea de introducciones y es activo de nuevo

### Salida de los parámetros de funcionamiento

- Pulsar de nuevo la tecla "MOD".

## Lista de los parámetros de funcionamiento

### P1 Sistema métrico <sup>1)</sup>

Visualización en milímetros	<b>mm</b>
Visualización en pulgadas	<b>pulg.</b>

### P3.1 a P3.3 Visualización radio/diámetro <sup>1)</sup>

Vis. el valor de posición como "radio"	<b>VISUALIZ. RADIO X</b>
Visualizar el valor de posición como "diámetro"	<b>VISUALIZ. DIAM. X</b>

### P11 Activar la función Factor de escala <sup>1)</sup>

Factor de escala activado	<b>FACTOR ESC. ON</b>
Factor de escala desactivado	<b>FACTOR ESC. OFF</b>

### P12.1 a P12.3 Determinar el factor de escala <sup>1)</sup>

Introducción específica del factor de escala para cada eje:  
 Valor > 1: la pieza se amplía  
 Valor = 1: la pieza no varía  
 Valor < 1: la pieza se reduce

Margen de introducción:	<b>0.111111 a 9.999999</b>
Ajuste básico:	<b>1</b>

### P23 Visual. de valores de posic. durante una emisión <sup>1) 2)</sup>

En cada emisión de valores mediante impulso, contacto o CTRL B, se memoriza primero el valor de medida (memoria intermedia), y después se emite a través de V24/RS-232-C. Con el parámetro P23 se ajusta el modo de visualización para el proceso de memorización.

La visualización no se detiene durante la memorización **VALOR REAL**

La visualización se detiene durante la memorización **MANTENER**

La visualización está parada y se actualiza en cada memorización **PARAR**

### P25 Diámetro del palpador <sup>1)</sup>

Margen de introducción (mm): **0.000 a 999.999**  
 Ajuste básico: **6**

### P26 Longitud del palpador <sup>1)</sup>

Margen de introducción (mm): **0.000 a 999.999**

### P30.1 a P30.3 Dirección de contaje

Dirección de contaje positiva cdo. la dirección de despl. es positiva **DIR. CON. X: POS**

Dirección de contaje negativa cdo. la dirección de despl. es positiva **DIR. CON. X: NEG**

### P31.1 a P31.3 Período de la señal del sistema de medida

2 µm / 4 µm / 10 µm / **20 µm** / 40 µm  
 100 µm / 200 µm / 12800 µm

### P32.1 a P32.3 Subdivisión de las señales del sist. de medida

128 / 100 / 80 / 64 / 50 / 40 / **20** / 10 / 5 / 4 / 2 / 1 /  
 0.5 / 0.4 / 0.2 / 0.1

<sup>1)</sup> Parámetros de usuario

<sup>2)</sup> Sólo en aparatos con V.24/RS-232-C y conexión EXT

**P40.1 a P40.3 Selección de correcciones del error del eje**

 Corrección del error del eje inactiva      **CORR. EJE X OFF**

 Corrección lineal del error del eje activada,  
 corrección no lineal inactiva              **CORR. EJE X LIN**

 Corrección no lineal del error del eje activada,  
 corrección lineal inactiva                  **CORR. EJE X F (a)**
**P41.1 a P41.3 Corrección lineal del error del eje**

 Margen de introducción ( $\mu\text{m}$ ):              **-99999 a +99999**

 Ajuste básico:                                      **0**

**Ejemplo:** Longitud visualizada       $L_a = 620,000 \text{ mm}$   
 Longitud real calculada p.ej. con el sistema de  
 comparación VM 101 de HEIDENHAIN)  
 $L_t = 619,876 \text{ mm}$   
 Diferencia de longitudes     $\Delta L = L_t - L_a = -124 \mu\text{m}$   
 Factor de corrección k:  
 $k = \Delta L/L_a = -124 \mu\text{m}/0,62 \text{ m} = -200 [\mu\text{m}/\text{m}]$

**P43.1 a P43.3 Marcas de referencia**

Una marca de referencia	0
Codificada con 500 • SP	500
Codificada con 1000 • SP	<b>1000</b>
Codificada con 2000 • SP	2000
Codificada con 5000 • SP	5000

(SP: periodo de división)

**P44.1 a P44.3 Evaluación de las marcas de referencia**

Evaluación activada	<b>REF. X ON</b>
Evaluación desactivada	<b>REF. X OFF</b>

**P45.1 a P45.3 Supervisión de los sistemas de medida**

 Supervisión de la amplitud  
 y de la frecuencia, activadas              **ALARM X ON**

 Supervisión de la amplitud y de la  
 frecuencia desactivadas                      **ALARM X AUS**
**P48.1 a P48.3 Activación de la visualización del eje**

 Visualización del eje activada              **VIS. EJE X ON**

 Visualización del eje desactivada          **VIS. EJE X OFF**
**P49.1 a P49.3 Denominación del eje para una emisión <sup>1) 2)</sup>**

Para la emisión del valor de medida se puede determinar una denominación del eje a través de un número de signo ASCII. La denominación del eje se emite junto al valor de medida.

Margen de introducción:	0 a 127
Ningún signo ASCII	0
Signo ASCII de la tabla ASCII	1 a 127
Ajuste básico:	P49.1 <b>88</b>
	P49.2 <b>89</b>
	P49.3 <b>90</b>

**P50 Velocidad en baudios <sup>1) 2)</sup>**

110 / 150 / 300 / 600 / 1200 / 2400 / 4800 / **9600** /  
 19200 / 38400

**P51 Líneas vacías para la emisión del valor de medida <sup>1)</sup>**

Margen de introducción:	0 a 99
Ajuste básico:	<b>1</b>

1) Parámetros de usuario

2) Sólo en aparatos con V.24/RS-232-C y conexión EXT

**P60.0 a P60.7 Activar el margen de desconexión para el conector EXT y asignarlo a los ejes <sup>2)</sup>**

Ningún margen de desconexión	<b>SALIDA DESC. 0 OFF</b>
Margen de desconexión para eje X	SALIDA DESC. 0 X
Margen de desconexión para eje Y	SALIDA DESC. 0 Y
Margen de desconexión para eje Z	SALIDA DESC. 0 Z

**P61.0 a P61.7 Determinar el margen de desconexión para la salida EXT <sup>2)</sup>**

Introducir el punto de conexión (=valor de visualización): el margen de desconexión es simétrico al valor de visualización 0.  
 Margen de introducción [mm]: **0** a 99 999,999

**P81.1 a P81.3 Sistema de medida**

Máx. señal del sist.de medida 16  $\mu$ APP **SIST. MED. X 16  $\mu$ A**  
 Máx señal del sist. de medida 40  $\mu$ APP **SIST. MED. X 40  $\mu$ A**

**P96 Emisión del valor de medida en la palpación <sup>1) 2)</sup>**

Emisión del valor de medida activada **PALPAR V. 24 ON**  
 Emisión del valor de medida desact. **PALPAR V. 24 OFF**

**P97 Signos característicos para valores de medida <sup>1) 2)</sup>**

Signos ASCII para la denominación de los valores de medida en la emisión mediante palpación, contacto o impulso

Margen de introducción:	<b>0</b> a 127
Ningún signo ASCII	0
Signos ASCII de la tabla ASCII	1 a 127

**P98 Idioma del diálogo <sup>1)</sup>**

Alemán	<b>IDIOMA DIALOGO D</b>
Inglés	IDIOMA DIALOGO GB
Francés	IDIOMA DIALOGO F
Italiano	IDIOMA DIALOGO I
Holandés	IDIOMA DIALOGO NL
Español	IDIOMA DIALOGO E
Danés	IDIOMA DIALOGO DK
Sueco	IDIOMA DIALOGO S
Checo	IDIOMA DIALOGO CZ
Japonés	IDIOMA DIALOGO J

<sup>1)</sup> Parámetros de usuario

<sup>2)</sup> Sólo en aparatos con V.24/RS-232-C y conexión EXT

## Sistemas lineales de medida

### Selección del paso de visual. en los sist. de medida

El paso de visualización depende de

- **Período de la señal** del sistema de medida (**P31**) y la
- **subdivisión (P32).**

Los dos parámetros se introducen para cada eje por separado.

En las mediciones longitudinales mediante husillo y captador rotativo el período de la señal se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Período de señal } [\mu\text{m}] = \frac{\text{paso husillo [mm]} \times 1000}{\text{n}^\circ \text{ impulsos}}$$

### Paso de visualización, período de la señal y subdivisión para sistemas lineales de medida

Paso de visualización		P31: Período de la señal [ $\mu\text{m}$ ]								
		2	4	10	20	40	100	200	12800	800
[mm]	[pul]	P32: Subdivisión								
0.000 02	0.000 001	100	–	–	–	–	–	–	–	–
0.000 05	0.000 002	40	80	–	–	–	–	–	–	–
0.000 1	0.000 005	20	40	100	–	–	–	–	–	–
0.000 2	0.000 01	10	20	50	100	–	–	–	–	–
0.000 5	0.000 02	4	8	20	40	80	–	–	–	–
0.001	0.000 05	2	4	10	20	40	100	–	–	–
0.002	0.000 1	1	2	5	10	20	50	100	–	–
0.005	0.000 2	0.4	0.8	2	4	8	20	40	–	–
0.01	0.000 5	0.2	0.4	1	2	4	10	20	–	–
0.02	0.001	–	–	0.5	1	2	5	10	–	–
0.05	0.002	–	–	0.2	0.4	0.8	2	4	–	–
0.1	0.005	–	–	0.1	0.2	0.4	1	2	128	–
0.2	0.01	–	–	–	–	–	–	–	–	64



## Conexión de sistemas lineales de medida HEIDENHAIN

Tipo	Periodo de señal P31	Marcas de ref. P43	Paso visualización		Subdivisión P32
			mm	pulg.	
LIP 40x	<b>2</b>	<b>0</b>	0.001	0.000 05	<b>2</b>
			0.000 5	0.000 02	<b>4</b>
			0.000 2	0.000 01	<b>10</b>
			0.000 1	0.000 005	<b>20</b>
			0.000 05	0.000 002	<b>40</b>
			0.000 02	0.000 001	<b>100</b>
LIP 101A LIP 101R	<b>4</b>	<b>0</b>	0.001	0.000 05	<b>4</b>
			0.000 5	0.000 02	<b>8</b>
			0.000 2	0.000 01	<b>20</b>
			0.000 1	0.000 005	<b>40</b>
			0.000 05	0.000 002	<b>80</b>
LIF 101R LIF 101C LF 401 LF 401C	<b>4</b>	<b>0</b>	0.001	0.000 05	<b>4</b>
		<b>5000</b>	0.000 5	0.000 02	<b>8</b>
		<b>0</b>	0.000 2	0.000 01	<b>20</b>
		<b>5000</b>	0.000 1	0.000 005	<b>40</b>
LID xxx LID xxxC	<b>10</b>	<b>0</b>	0.001	0.000 05	<b>10</b>
		<b>2000</b>	0.000 5	0.000 02	<b>20</b>
LS 103 LS 103C LS 405 LS 405C ULS/10	<b>10</b>	<b>0</b>	0.000 2	0.000 01	<b>50</b>
		<b>ó</b>	0.000 1	0.000 005	<b>100</b>
		<b>1000</b>			

Tipo	Periodo de señal P31	Marcas de ref. P43	Paso visualización		Subdivisión P32
			mm	pulg.	
LS 303 LS 303C LS 603 LS 603C	<b>20</b>	<b>0</b>	0.01	0.000 5	<b>2</b>
		<b>ó</b>	0.005	0.000 2	<b>4</b>
		<b>1000</b>			
LS 106 LS 106C LS 406 LS 406C LS 706 LS 706C ULS/20	<b>20</b>	<b>0</b>	0.01	0.000 5	<b>2</b>
		<b>ó</b>	0.005	0.000 2	<b>4</b>
		<b>1000</b>	0.002	0.000 1	<b>10</b>
			0.001	0.000 05	<b>20</b>
			0.000 5	0.000 02	<b>40</b>
LIDA 10x LB 302	<b>40</b>	<b>0</b>	0.002	0.000 1	<b>20</b>
			0.001	0.000 05	<b>40</b>
			0.000 5	0.000 02	<b>80</b>
LIDA 2xx LB 3xx LB 3xxC	<b>100</b>	<b>0</b>	0.01	0.000 5	<b>10</b>
			0.005	0.000 2	<b>20</b>
		<b>1000</b>	0.002	0.000 1	<b>50</b>
			0.001	0.000 05	<b>100</b>
LIM 102	<b>12 800</b>	<b>0</b>	0.1	0.005	<b>128</b>

## Corrección no lineal del error del eje



Cuando se quiere trabajar con la corrección no lineal del error del eje:

- Activar la función corrección no lineal del error del eje mediante el parámetro de funcionamiento 40 (véase "Parámetros de funcionamiento")
- ¡Después de conectar el visualizador ND, sobrepasar los puntos de referencia!
- Introducir tabla valores de corrección

Debido a la construcción de la máquina (p.ej. flexiones, error del husillo etc.) puede aparecer un error no lineal del eje. Un error no lineal de este tipo se determina normalmente con un aparato de medida comparador (p.ej. VM101).

Se puede, p.ej. calcular para el eje X el error del paso del husillo  $X=F(X)$ .

Sólo se puede corregir un eje referido al eje que causa el error.

Se puede introducir una tabla de valores de corrección para cada eje con 64 valores de corrección cada una. La tabla de los valores de corrección se selecciona mediante la tecla "MOD" y el diálogo "CODIGO".

Mediante el diálogo se pregunta por todas las introducciones precisas para la corrección no lineal.

## Introducciones en la tabla de los valores de corrección

- Eje a corregir: X, Y o Z (sólo ND 960/NDP 960)
- Eje causante del error: X, Y o Z (Z sólo ND 960/NDP 960)
- Punto de ref. para el eje causante del error: Aquí se introduce el punto a partir del cual se debe corregir el eje erróneo. Dicho punto indica la distancia absoluta al punto de referencia.



¡No se puede modificar el valor entre el punto de referencia y el punto inicial del eje en la tabla de los valores de corrección!

- Distancia entre los puntos de corrección: La distancia entre los puntos de corrección se calcula de la fórmula:  $\text{Distancia} = 2^x [\mu\text{m}]$ , donde el valor del exponente  $x$  se introduce en la tabla de valores de corrección. Valor de introducción mínimo: 6 (= 0.064 mm) Valor de introducción máximo: 20 (= 1048.576 mm)  
**Ejemplo:** 600 mm de recorrido con 35 ptos. de corrección ==> 17.143 mm de distancia se elige la potencia de resultado más próximo:  $2^{14} = 16.384 \text{ mm}$  En la tabla se introduce el exponente: 14
- Valor de corrección Deberá introducirse el valor de corrección medido en la posición de corrección visualizada en mm. El punto de corrección 0 tiene siempre el valor 0 y no puede modificarse.

## Selección de tabla de valores de corr./ introd. del error del eje

<b>MOD</b>	Pulsar la tecla MOD.
------------	----------------------

<b>PARAMETRO ?</b>	
<b>↓</b>	Selección del diálogo para la introducción del código.

<b>CODIGO?</b>	
<b>1 0 5 2</b>	Introducir el código 105296, confirmar con ENT.
<b>9 6 ENT</b>	

<b>CORR. EJE = X</b>	
<b>X ↓</b>	Seleccionar el eje a corregir, p.ej. X, confirmar la introducción.

<b>X = FKT ( X )</b>	
<b>X ↓</b>	Introducir el eje causante del error, p.ej. X (error de paso del husillo), confirmar la introducción.

•  
•  
•

<b>PUNTO DE REFERENCIA X =</b>	
<b>2 7 ↓</b>	Introducir el punto de ref. activo para el error del eje erróneo, p.ej. 27 mm, confirmar la introducción.

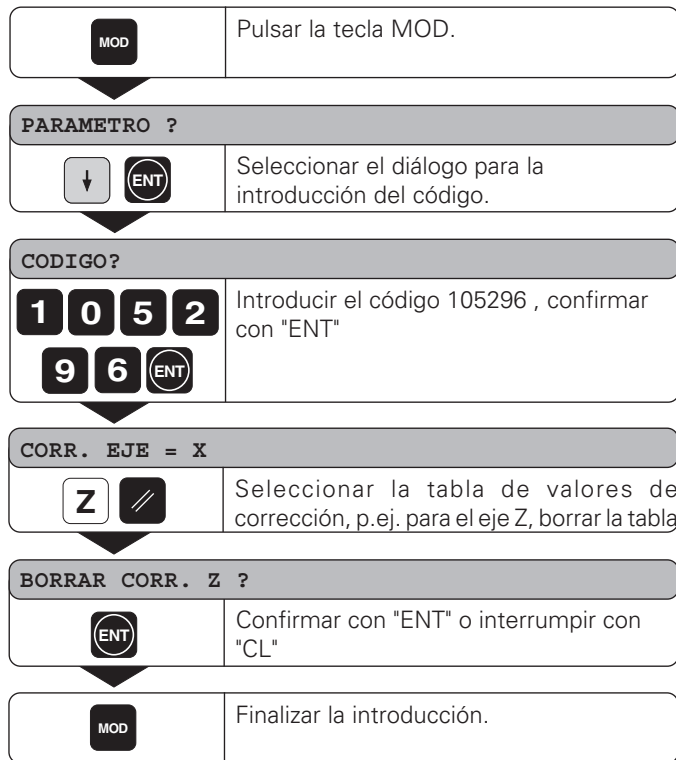
<b>DISTANCIA ENTRE PUNTOS X =</b>	
<b>1 0 ↓</b>	Introducir la distancia entre puntos de corrección en el eje erróneo, p.ej. $2^{10} \mu\text{m}$ (corresponde a 1.024 mm), confirmar la introducción

<b>X 27.000 X =</b>	
<b>↓ 0 .</b>	Seleccionar el valor de corrección nº 1 e introducir el valor de corrección correspondiente, p.ej. 0.01 mm, confirmar la introducción.
<b>0 1 ↓</b>	

<b>X 28.024 X =</b>	
Introducir todos los demás puntos de corrección. Si se mantiene pulsada la tecla "Cursor hacia abajo" cuando se selecciona el siguiente punto de corrección, se visualiza el número del punto de corrección en la línea de introducción. Con la tecla "GOTO" y el nº correspondiente, se pueden seleccionar directamente puntos de corrección.	

<b>MOD</b>	Finalizar la introducción.
------------	----------------------------

## Borrar una tabla de valores de corrección



## Conexión de datos V.24/RS-232-C

(opcional en el ND 920/ND 960)

Al conector V.24 de los visualizadores ND se puede conectar, una impresora para la emisión de programas o valores de medida, un PC o una unidad de discos FE 401.

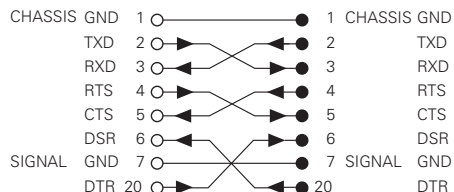
La conexión de datos está ajustada de forma fija al sig. formato de datos:

- 1 bit de arranque
- 7 bits de datos
- bit de paridad par
- 2 bits de stop

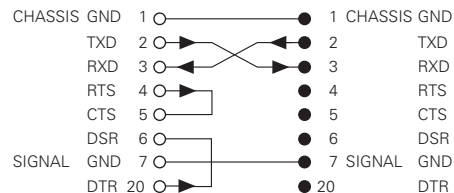
La velocidad en baudios se puede ajustar en el parámetro P50. La selección de transmitir a una impresora, un PC o una FE 401 se describe en el capítulo Introducción/Emisión de programas.

Para la conexión de aparatos periféricos se puede utilizar un cable con conexión completa (dibujo arriba derecha) o con conexión sencilla (dibujo abajo derecha).

cableado completo



conexión completa



### Conexión de X31 (V.24/RS-232-C)

Pin	Señal	Significado
1	CHASSIS GND	carcasa
2	TXD	datos de emisión
3	RXD	datos de recepción
4	RTS	solicitud de emisión
5	CTS	preparado para la emisión
6	DSR	emisor preparado
7	SIGN. GND	toma a tierra
8...19	-	sin conexión
20	DTR	receptor preparado
21..25	-	sin conexión

### Nivel de TXD y RXD

Nivel lógico	Nivel de tensión
"1"	- 3V a - 15V
"0"	+ 3V a +15V

### Nivel de RTS, CTS, DSR y DTR

Nivel lógico	Nivel de tensión
"1"	+ 3V a +15V
"0"	- 3V a - 15V

## Emisión de valores de medida

A través de la conexión de datos V.24/RS-232-C se pueden emitir valores de medida.

Una emisión de valores de medida es posible mediante las sig. funciones:

Emisión mediante la palpación con palpador de aristas KT

Emisión mediante la entrada "Contacto" en X41

Emisión mediante la entrada "Impulso" en X41

Emisión mediante la señal CTRL B a través de la conexión V.24

Emisión mediante la tecla "HOLD POS"

Para la emisión de valores de medida tengan en cuenta el parámetro P23 que influye sobre el modo de visualización (desactivado en la emisión mediante palpación).

### Denominación antes de la emisión de un valor de medida

Con el parámetro P97 se puede determinar una letra característica, que se emita en la emisión mediante "Palpación", "Contacto" o "Impulso". El número decimal memorizado en el parámetro corresponde al signo ASCII de la tabla ASCII.

Si se introduce el valor 0 no se emite ningún signo característico.

Mediante la letra característica se puede diferenciar un valor de medida emitido a través de CTRL B o mediante una señal externa.

### Denominación de los ejes para la emisión de valores de medida

Con el parámetro P49 se puede determinar cualquier signo característico de un eje para cada valor de medida.

El número decimal introducido en el parámetro corresponde al número del signo ASCII de la tabla ASCII.

Cuando se introduce el valor 0, no se emite ningún signo característico.

### Ejemplo para emisiones de valores de medida:

Ajuste de parámetros:

P49.1	=	88	("X")
P49.2	=	89	("Y")
P49.3	=	90	("Z")
P51	=	0	(sin líneas vacías)
P97	=	69	("E")

Emisión:

E (CR)(LF)  
 X=...(CR)(LF)  
 Y=...(CR)(LF)  
 Z=...(CR)(LF)

## Emisión de valores de medida mediante palpación

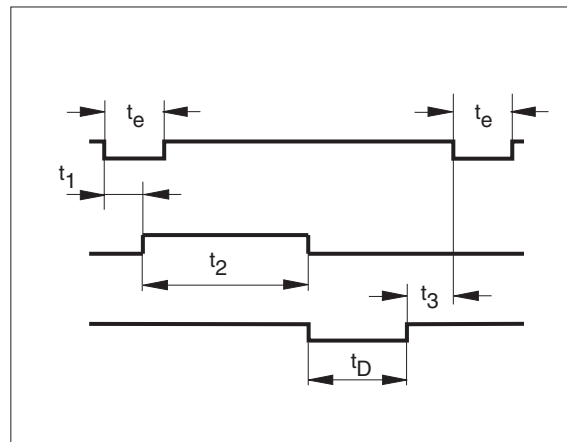
Con el parámetro P96 se activa la emisión de valores de medida mediante la palpación con un palpador de aristas KT.

El palpador de aristas se conecta al conector sub-D X10.

En cada señal "Palpar arista" se emite la posición de las aristas de los ejes seleccionados y de las posiciones reales de los demás ejes, a través de la línea TXD de la conexión V.24/RS-232-C.

En cada señal "Palpar centro" se emite el punto medio calculado en el eje seleccionado y las posiciones reales de los demás ejes.

La emisión del valor de medida con CTRL B está bloqueada cuando la función de palpación está activada.



## Tiempos de retardo en la emisión de datos

Duración de la señal de memorización	$t_e \geq 4 \mu s$
Retardo de memorización	$t_1 \leq 4,5 ms$
Emisión de datos durante $t_2$	$t_2 \leq 50 ms$
Tiempo de reinicialización	$t_3 \geq 0$

Duración de la emisión de datos [s]:

$$t_D = \frac{176 \times n^\circ \text{ de ejes} + 11 \times n^\circ \text{ de signos vacíos}}{\text{velocidad en baudios}}$$

Siguiente señal para la emi. del valor de medida  $t_E = t_1 + t_2 + t_D + t_3$  [s]



## Ejemplo para la emisión del valor de medida durante una palpación

Ejemplo: "Palpar arista" eje X

P	R	X	:	+	5854	.	2504		R	<CR>	<LF>
---	---	---	---	---	------	---	------	--	---	------	------

X			:	-	1012	.	8660		R	<CR>	<LF>
---	--	--	---	---	------	---	------	--	---	------	------

Z			:	+	8590	.	3042	?	R	<CR>	<LF>
---	--	--	---	---	------	---	------	---	---	------	------

Ejemplo: "Palpar centro" eje X

C	L	X	:	+	3476	.	2504		R	<CR>	<LF>
---	---	---	---	---	------	---	------	--	---	------	------

Y			:	-	1012	.	8660		R	<CR>	<LF>
---	--	--	---	---	------	---	------	--	---	------	------

Z			:	+	8590	.	3042		R	<CR>	<LF>
---	--	--	---	---	------	---	------	--	---	------	------

①                      ②   ③           ④           ⑤           ⑥           ⑦   ⑧           ⑨           ⑩

- ① Eje palpado <PR, CL>/otros ejes
- ② Dos puntos
- ③ Signo
- ④ 2 a 7 posiciones delante de la coma
- ⑤ Punto decimal
- ⑥ 1 a 6 posiciones detrás de la coma
- ⑦ Unidad métrica: signo vacío en "mm", " en pul., ? en aviso de error
- ⑧ R en visualiz. del radio, D en visualiz. del diámetro
- ⑨ Retorno de carro CR
- ⑩ Avance de línea LF

**Emisión del valor de med. a través de la entr. "Contacto" e "Impulso"**

A través de las entradas "Contacto" (pin 9 en X41) e "Impulso" (pin 8 en X41) se puede realizar la emisión del valor de medida, siempre que dichas entradas estén a 0 V.

Los valores de medida se emiten a través de la línea TXD de la conexión V.24/R-S232-C.

A la entrada "Contacto" se puede conectar un contacto normal que efectúe un puente con la señal 0 V.

La entrada "IMPULSO" puede ser controlada con integrados TTL (p.ej. SN74LSXX).

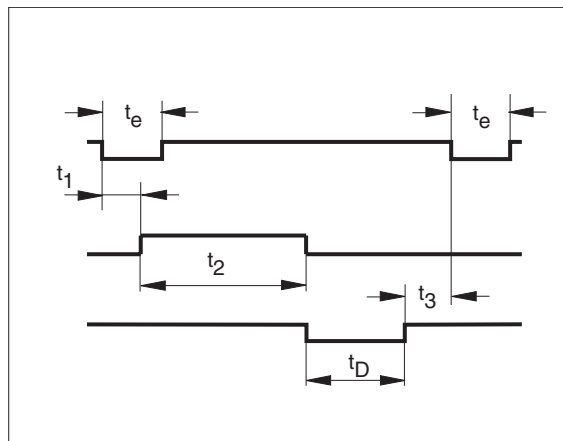
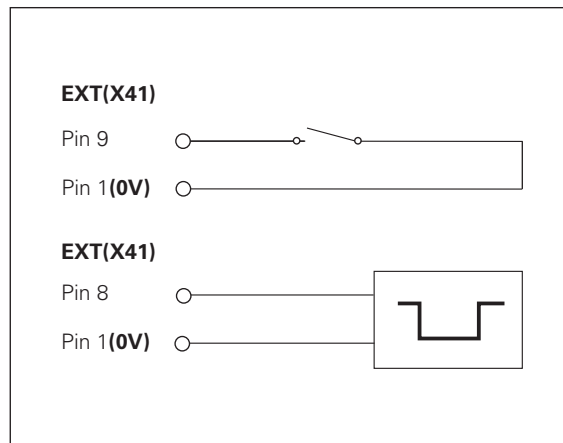
**Tiempos de retardo en la emisión de datos**

Duración de la señal de memorización "Impulso"	$t_e \geq 1.2 \mu\text{s}$
Duración de la señal de memorización "Contacto"	$t_e \geq 7 \text{ ms}$
Retardo de la memorización con "Impulso"	$t_1 \leq 0.8 \mu\text{s}$
Retardo de la memorización con "Contacto"	$t_1 \leq 4,5 \text{ ms}$
Emisión de datos durante $t_2$	$t_2 \leq 30 \text{ ms}$
Tiempo de reinicialización	$t_3 \geq 0$

Tiempo de duración para la emisión de datos en [s]

$$t_D = \frac{176 \times n^{\circ} \text{ de ejes} + 11 \times n^{\circ} \text{ de signos vacíos}}{\text{velocidad en baudios}}$$

Siguiente señal para la emisión  $t_E = t_1 + t_2 + t_D + t_3$  [s]



## Emisión del valor de medida con la señal CTRL B

Cuando el visualizador recibe la señal de control STX (CTRL B) a través de la conexión V.24/RS-232, a través de dicha conexión se emite el valor de medida en ese instante.

CTRL B se recibe a través de la línea RXD de la conexión de datos y los valores de medida a través de la línea TXD.

## Programa Basic para la emisión de valores:

```
10 L%=48
20 CLS
30 PRINT "V.24/RS232"
40 OPEN "COM1:9600,E,7" AS#1
50 PRINT #1, CHR$(2)
60 IF INKEY$<>""THEN 130
70 C%=LOC(1)
80 IF C%<L%THEN 60
90 X$=INPUT$(L%,#1)
100 LOCATE 9,1
110 PRINT X$;
120 GOTO 50
130 END
```

## Tiempos de retardo en la emisión de datos

Retardo de memorización  $t_1 \leq 0.5 \text{ ms}$

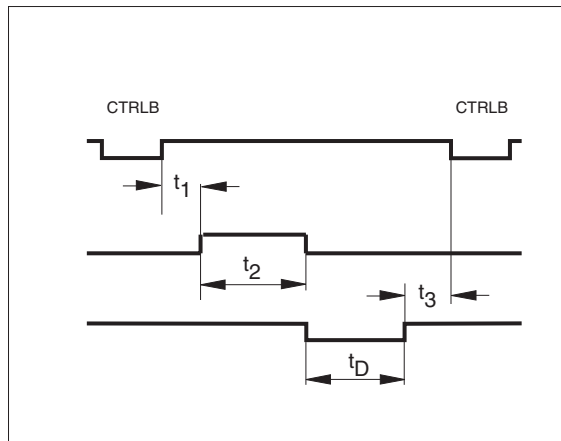
Emisión de datos durante  $t_2 \leq 30 \text{ ms}$

Tiempo de reinicialización  $t_3 \geq 0 \text{ ms}$

Duración de la emisión de datos en [s]

$$t_D = \frac{176 \times n^{\circ} \text{ ejes} + 11 \times n^{\circ} \text{ de signos vacíos}}{\text{velocidad en baudios}}$$

Siguiente señal para la emisión  $t_E = t_1 + t_2 + t_D + t_3$  [s]



## Emisión de valores de medida con la tecla "HOLD POS"

Introduciendo el código 246 522 se puede modificar la función de la tecla "HOLD POS".

Después de introducir el código con la tecla "-" se selecciona el diálogo "HOLD POS" o "PRT". Con la tecla "ENT" se memoriza la función ajustada contra fallos de la red.

Si se ha ajustado la función "PRT", pulsando la tecla "HOLD POS" se puede realizar una emisión de los valores de posición a través de la conexión V.24/RS-232-C.

### Ejemplo para la emisión de valores con la entrada "Contacto", la entrada "Impulso", "CTRL B" o la tecla "HOLD POS":

E	<CR>	<LF>	
---	------	------	--

X	=	+	5854	.	2504		R	<CR>	<LF>
---	---	---	------	---	------	--	---	------	------

Y	=	-	1012	.	8660		R	<CR>	<LF>
---	---	---	------	---	------	--	---	------	------

Z	=	+	8590	.	3042		R	<CR>	<LF>
---	---	---	------	---	------	--	---	------	------

①    ②    ③    ④    ⑤    ⑥    ⑦    ⑧    ⑨    ⑩

- ① Denominación del eje
- ② Signo "="
- ③ Signos
- ④ 2 a 7 posiciones delante de la coma
- ⑤ Punto decimal
- ⑥ 1 a 6 posiciones detrás de la coma
- ⑦ Unidad de medida: signos vacíos en "mm", " en pulgadas, ? en avisos de error
- ⑧ R(r) en visualización del radio, D(d) en visualización del diámetro, ( ) en recorrido restante
- ⑨ Retorno de carro CR
- ⑩ Avance de línea LF

## Entradas y salidas de conexión X41(EXT)

(opcional en el ND 920/ND 960)

### Distribución de pines

Salidas	10	0V para márgenes de desconexión
	23, 24, 25	+24 V- para márgenes de desconexión
	11	ND preparado
	14	Valor visual. fuera de margen desconex. 0
	15	Valor visual. fuera de margen desconex. 1
	16	Valor visual. fuera de margen desconex. 2
	17	Valor visual. fuera de margen desconex. 3
	18	Valor visual. fuera de margen desconex. 4
	19	Valor visual. fuera de margen desconex. 5
	20	Valor visual. fuera de margen desconex. 6
Entradas	21	Valor visual. fuera de margen desconex. 7
	1	0 V (internamente)
	2	Puesta a cero del eje X
	3	Puesta a cero del eje Y
	4	Pta. 0 eje Z (sólo en el ND 960)
	8	Impulso: Emisión del valor de medida
	9	Contacto: Emisión del valor de medida
	5, 6, 7, 12, 13, 22	sin conexión

Nivel señal	Bajo		Alto
<b>Entradas</b> <b>Pin 2, 3, 4</b>	$-0,5 V \leq U \leq 0,9 V$	$I \leq 6 mA$	$3,9 V \leq U \leq 15 V$



¡Las salidas para los márgenes de desconexión están separados galvánicamente por optoacopladores!



#### • ¡Peligro para componentes internos!

- ¡La tensión de circuitos externos debe producirse según la norma EN 50 178!
- ¡Conectar las cargas inductivas únicamente con diodos de protección paralelos a la inductividad!



#### • ¡Emplear sólo cable apantallado!

- ¡Colocar la pantalla sobre la carcasa del conector!
- La conexión X41 cumple la norma de separación de red según EN 178!

## Salidas de márgenes de desconexión

A través de parámetros de funcionamiento pueden definirse hasta ocho márgenes de desconexión. Vd. puede asignar libremente los márgenes de desconexión de los ejes mediante los parámetros P60 y P61.

Los márgenes de desconexión son simétricos respecto al valor 0. Las señales de desconexión están disponibles en las salidas del conector sub-D X41 del pin 14 al pin 21.

En los pines 23 a 25 se debe tener 24 V. Es decir cuando las salidas de desconexión están desactivadas (pines 14 a 21) hay 24 V y cuando están activadas 0 V.

El ejemplo anexo muestra la secuencia de las tensiones  $U_{A1}$  y  $U_{A2}$  de las salidas A1 y A2, cuando se sobrepasa el cero en dirección negativa, y están asignados los puntos de desconexión P1 y P2 del eje X.

## Carga admisible de las salidas:

$$\begin{aligned} \text{Nivel alto: } U_{\text{amin}} &= U_p - 1.6 \text{ V} \\ I_{\text{amax}} &= 100 \text{ mA} \end{aligned}$$

¡Las cargas inductivas deben funcionar con diodos de protección paralelos a la inductividad!

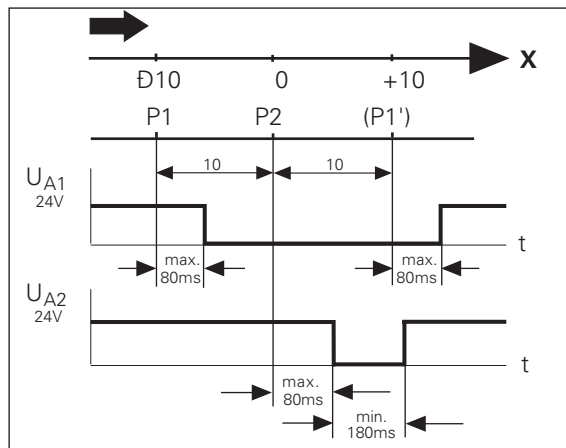
## Tensión continua 24 V–

$$U_V = +24 \text{ V–}$$

$$U_{V\text{min}} = +20.4 \text{ V–}$$

$$U_{V\text{máx}} = +31.0 \text{ V–}$$

Es admisible un aumento de la tensión hasta 36 V en un  $t < 100 \text{ ms}$ .

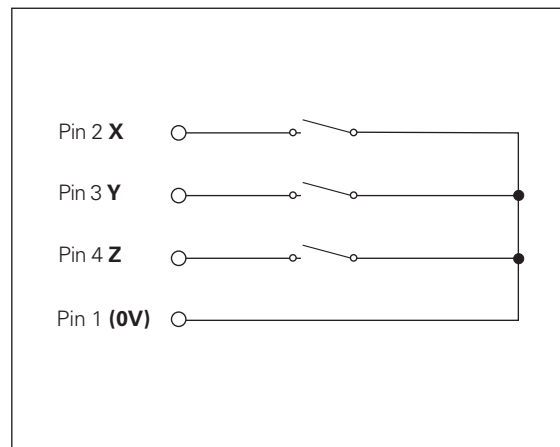


### Puesta a cero de la visualización mediante una señal externa

A través de una señal externa en el conector sub-D X41 (pines 2 a 4) Vd. puede fijar cada eje al valor de visualización cero, realizando un puente con 0 V. El puente con 0 V deberá estar como mínimo durante 100 ms.

Poniendo a cero los ejes se mantiene el valor del punto de referencia activo.

La puesta a cero no es posible en el modo de funcionamiento del recorrido restante ni con la función de palpación activada.



**Distribución del conector X10 del palpador de aristas**

<b>Pin</b>	<b>Función</b>		
1	Pantalla interior		
2	Preparado		(KT 130)
6	U <sub>P</sub>	+5 V	(KT 130)
8	U <sub>P</sub>	0 V	(KT 130)
13	Señal de conexión		(KT 130)
14	Contacto	+2.5 V	(KT 120)
15	Contacto	0 V	(KT 120)
3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12,	sin conexión		
Carcasa	Pantalla exterior		



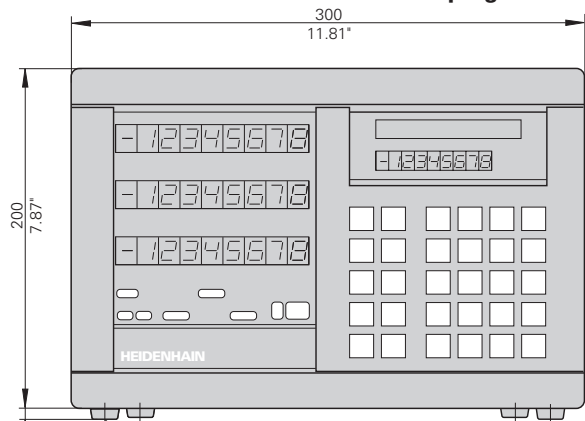
## Datos técnicos

<b>Tipo de carcasa</b>	<b>ND 920/ND 960</b> Modelo de sobremesa, carcasa de fundición Dimensiones (AN x AL x P) 300 mm x 200 mm x 108 mm <b>NDP 960</b> Modelo de sobremesa, carcasa de fundición con marco para empotrar Dimension. (AN x AL x P) 350 x 250 x 108 mm
<b>Temp. funcionamiento</b>	0° a 45° C
<b>Temp. de almacenaje</b>	-30° a 70° C
<b>Peso</b>	aprox. 3 kg
<b>Humedad relativa</b>	< 75 % de media anual < 90 % en casos especiales
<b>Tensión de alimentación</b>	100 V a 240 V (-15 % a +10 %) 48 Hz a 62 Hz
<b>Consumo de potencia</b>	19 W en ND 960 17 W en ND 920
<b>Tipos de protección</b>	IP40 según EN 60 529

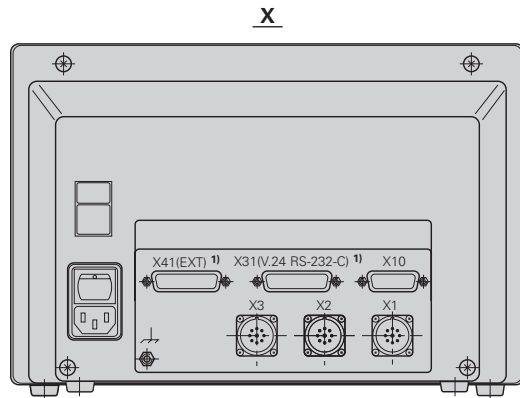
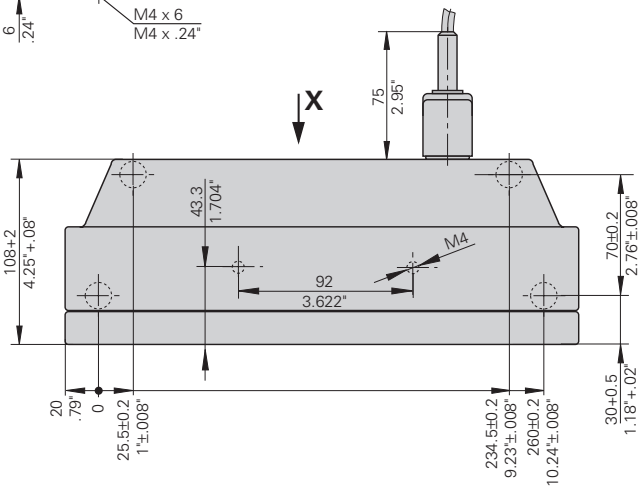
<b>Entradas para sistemas de medida</b>	para sistemas con señal de 7 a 16 $\mu\text{App}$ o bien 16 a 40 $\mu\text{App}$ Período división 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200 $\mu\text{m}$ y 12.8 mm Valoración de las marcas de referencia para marcas de ref. codificadas o 1 sólo marca
<b>Frecuencia de entrada</b>	máx. 100 kHz con una longitud de cable de 30 m
<b>Paso de visualización</b>	a seleccionar (véase "Sistemas lineales de medida")
<b>Puntos de ref.</b>	99 (protecc. contra fallos de red)
<b>Funciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrección radio herramienta</li> <li>- Visualización recorrido rest.</li> <li>- Memoria de programa para 99 frases</li> <li>- Mantener posiciones</li> <li>- Funciones de palpación</li> <li>- Círculo de taladros</li> <li>- Factor de escala</li> <li>- 8 márgenes de desconexión <sup>1)</sup></li> <li>- Puesta a cero de la visuali- zación con señal externa <sup>1)</sup></li> <li>- Emisión de valores de medida<sup>1)</sup></li> </ul>
<b>Conexión V.24/RS-232 <sup>1)</sup></b>	Ajuste de la velocidad en baudios 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400

<sup>1)</sup> Opcional en el ND 920/ND 960

ND 920/ND 960: Dimensiones en mm/pulgadas

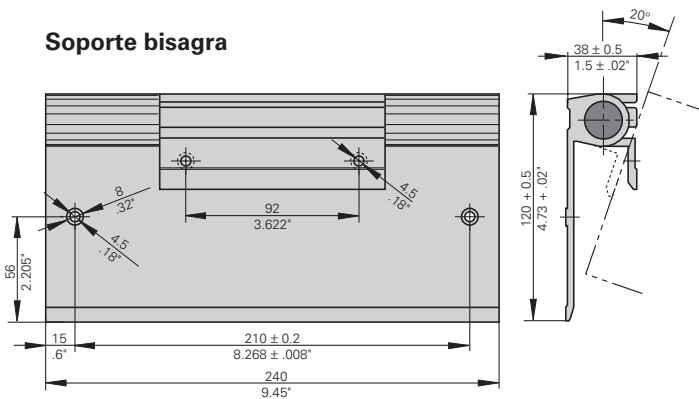


6  
.24"  
M4 x 6  
M4 x .24"

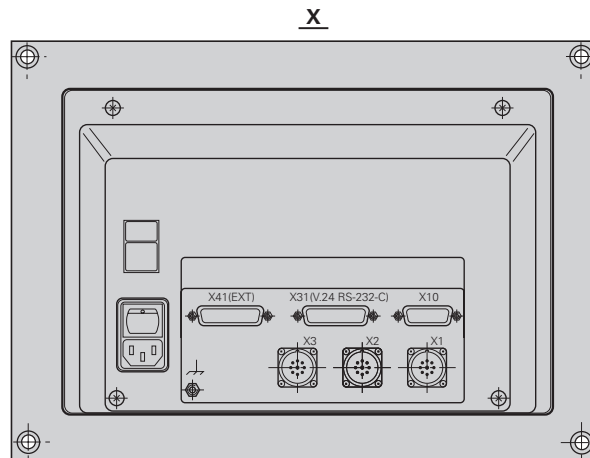
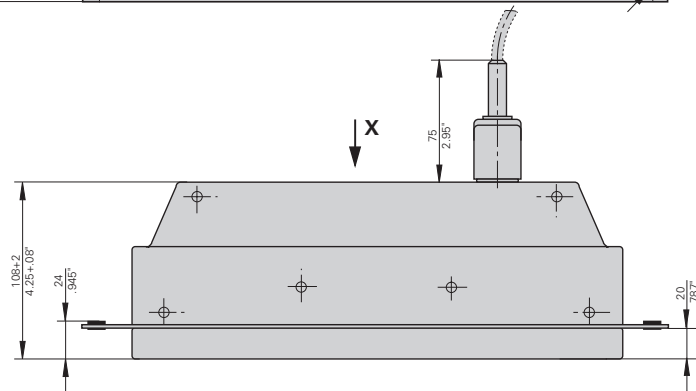
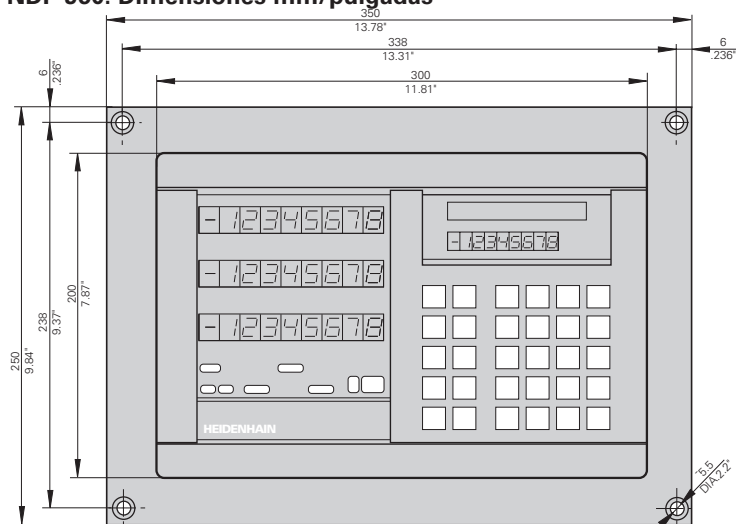


1) Opcional en el ND 920/ND 960

Soporte bisagra



## NDP 960: Dimensiones mm/pulgadas



Sección de la placa frontal 322 ± 1 mm x 222 ± 1 mm


# HEIDENHAIN


---

## **DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH**

Dr.-Johannes-Heidenhain-Straße 5


**83301 Traunreut, Germany**


 +49/86 69/31-0


 +49/86 69/50 61

e-mail: [info@heidenhain.de](mailto:info@heidenhain.de)

---

 **Service** +49/86 69/31-12 72

 TNC-Service +49/86 69/31-14 46

 +49/86 69/98 99

e-mail: [service@heidenhain.de](mailto:service@heidenhain.de)

---

<http://www.heidenhain.de>