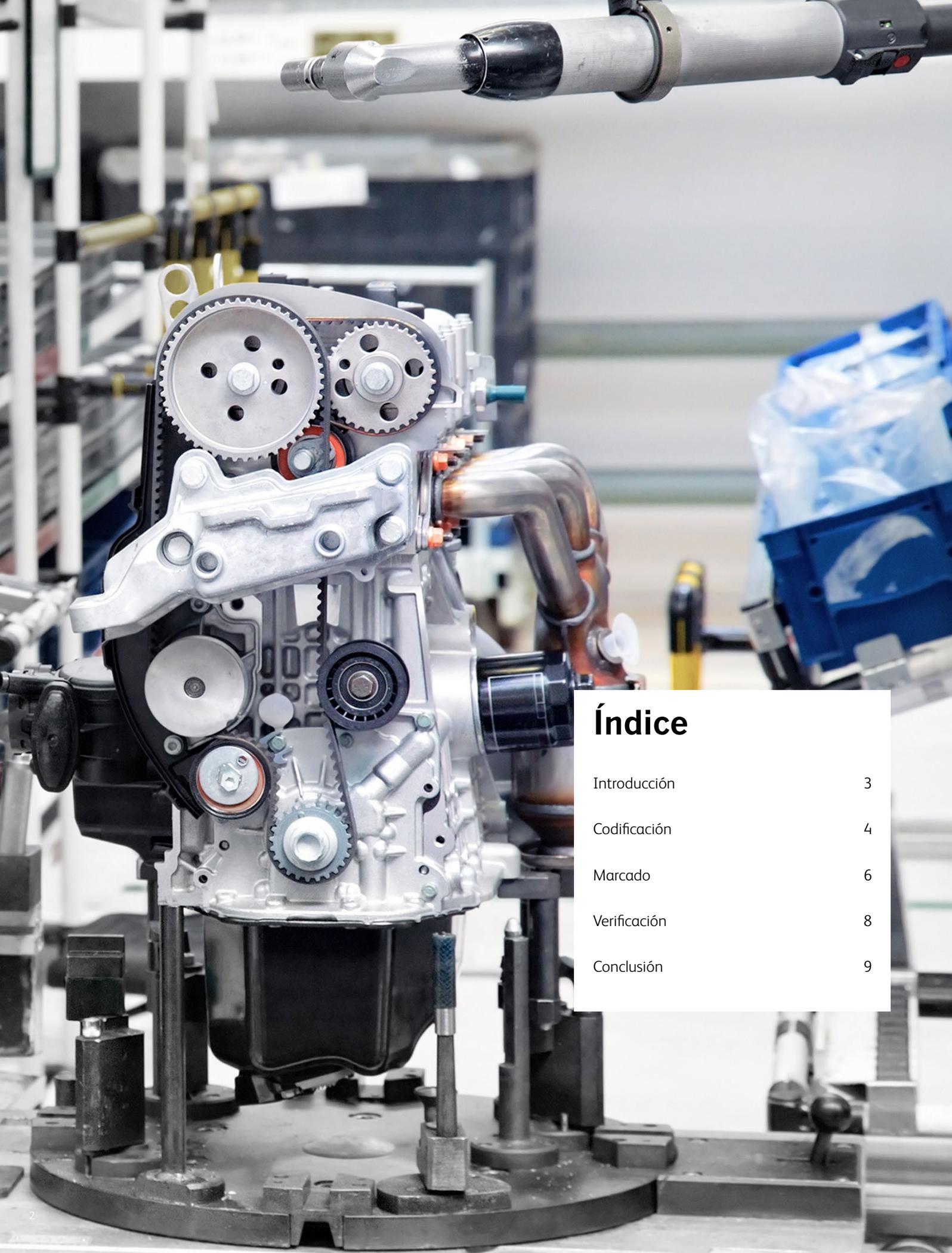


Implementación del proceso de identificación de marcado directo de piezas

Consideraciones para la codificación, el marcado y la verificación de piezas de los sectores de la automoción y aeroespacial



La práctica de la identificación de marcado directo de piezas (DPMI, por sus siglas en inglés) se utiliza en numerosos sectores con el objetivo de identificar una amplia variedad de artículos de uso final. Este proceso, también denominado “identificación legible por máquina”, se emplea frecuentemente en los sectores de la automoción y aeroespacial para marcar códigos de barras y alfanuméricos en montajes y piezas individuales. En este documento técnico se analizarán los requisitos de codificación, las opciones de aplicación de códigos y aspectos relativos a la verificación para el proceso de DPMI.



Índice

| | |
|--------------|---|
| Introducción | 3 |
| Codificación | 4 |
| Marcado | 6 |
| Verificación | 8 |
| Conclusión | 9 |

Introducción

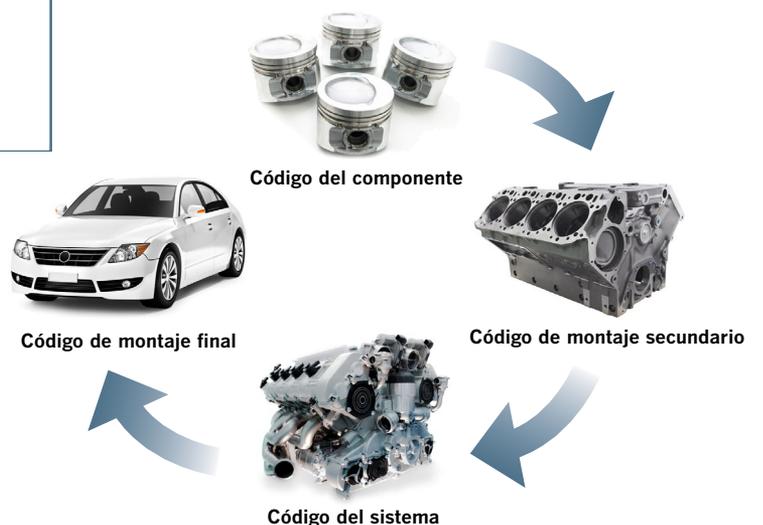
Numerosas asociaciones pertenecientes a los sectores de la automoción y aeroespacial han adoptado estándares de DPMI. Gracias al marcado de piezas con códigos legibles por máquina, puede realizarse la trazabilidad de una pieza a lo largo de todo el proceso de fabricación y la cadena de suministros. Algunos fabricantes emplean el proceso de DPMI con el fin de hacer un seguimiento de las piezas de alto valor para impedir el robo o la falsificación, señalar piezas para su mantenimiento o retirada, determinar la responsabilidad, y solucionar problemas de garantía.

En la producción de piezas, el uso de códigos legibles por máquina puede contribuir a reducir la necesidad de introducir códigos de forma manual, aumentar la precisión del proceso de codificación y agilizar el intercambio de datos. Los códigos generados de forma electrónica que incluyen códigos de barras en 1D y 2D brindan capacidades sencillas de almacenamiento de datos y pueden usarse en sistemas de IT internos. Durante más de 20 años, los códigos de barras en 1D se han usado frecuentemente para el suministro de datos; sin embargo, los formatos bidimensionales están sustituyendo a los lineales en los procesos de producción de los sectores de la automoción y aeroespacial. Esto se debe a que los códigos en 2D pueden albergar más información en menos espacio, así como aplicarse con diversos métodos de marcado directo.

Los tres pilares del proceso de DPMI son la codificación, el marcado y la verificación. La codificación consiste en la transformación de una cadena de datos en un patrón de celdas oscuras y claras que incluyen bytes de corrección de errores, rellenos y datos que usará posteriormente el dispositivo de marcado. El marcado consiste en imprimir directamente el contenido en la pieza mediante el uso de la tecnología adecuada para el sustrato. La verificación es la confirmación de la calidad y precisión en la codificación. Por lo general, este proceso se lleva a cabo inmediatamente después de la impresión del producto en la estación de marcado.



Trazabilidad del ciclo de vida completo



Codificación

Calidad, tipo y cantidad de datos para códigos DataMatrix

La cantidad y el tipo de datos que se codificarán determinarán el tamaño de DataMatrix. Un código DataMatrix consiste en un código de barras matricial en 2D que consta de módulos de color negro y blanco dispuestos en un patrón cuadrado o rectangular. Un solo símbolo puede almacenar hasta 3 116 caracteres numéricos o 2 335 caracteres alfanuméricos. DataMatrix ECC 200 es actualmente el estándar en los sectores de la automoción y aeroespacial.

GS1 (Global Standards One) es el organismo internacional que rige los estándares para las aplicaciones de códigos de barras. Los códigos DataMatrix GS1 pueden imprimirse en formato rectangular o cuadrado. Normalmente, se usa el formato cuadrado, ya que dispone de un mayor rango de tamaños y es el único que se encuentra disponible para los símbolos que codifican una gran cantidad de datos. El símbolo rectangular de mayor tamaño puede codificar 98 dígitos, mientras que el símbolo cuadrado más grande puede codificar 3 116 dígitos.

La simbología DataMatrix GS1 dispone de varios tamaños con el fin de ajustarse a diferentes contenidos de datos. Asimismo, contiene 24 tamaños del formato cuadrado que abarcan desde módulos de 10 por 10 hasta de 144 por 144, sin incluir el margen de seguridad. El formato rectangular tiene 6 tamaños, que abarcan desde módulos de 8 por 18 hasta de 16 por 48, sin incluir el margen de seguridad.

| Tamaño de los símbolos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Filas | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 64 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 120 | 132 | 144 |
| Columnas | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 64 | 72 | 80 | 88 | 96 | 104 | 120 | 132 | 144 |
| Capacidad de los datos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Numéricos | 6 | 10 | 16 | 24 | 36 | 44 | 60 | 72 | 88 | 124 | 172 | 228 | 288 | 348 | 408 | 560 | 736 | 912 | 1152 | 1392 | 1632 | 2100 | 2608 | 3116 |
| Alfanuméricos | 3 | 6 | 10 | 16 | 25 | 31 | 43 | 52 | 64 | 91 | 127 | 169 | 214 | 259 | 304 | 418 | 550 | 682 | 862 | 1042 | 1222 | 1573 | 1954 | 2335 |
| Byte | 1 | 3 | 6 | 10 | 16 | 20 | 28 | 34 | 42 | 60 | 84 | 112 | 142 | 172 | 202 | 278 | 366 | 454 | 574 | 694 | 814 | 1048 | 1302 | 1556 |



Ejemplo de código DataMatrix cuadrado

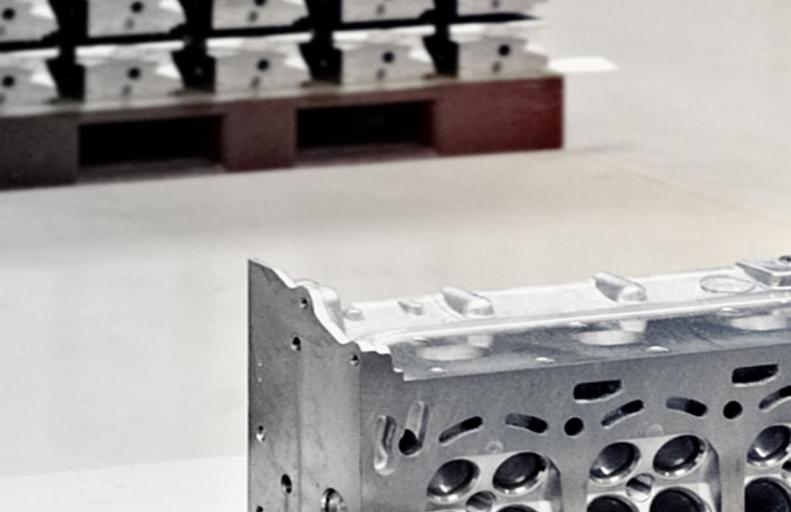
Capacidad de los datos de códigos DataMatrix cuadrados en relación con el tamaño de los símbolos (número de puntos en filas y columnas) y el tipo de datos utilizados.

| Tamaño de los símbolos | | | | | | |
|------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Filas | 8 | 8 | 12 | 12 | 16 | 16 |
| Columnas | 18 | 32 | 26 | 36 | 36 | 48 |
| Capacidad de los datos | | | | | | |
| Numéricos | 10 | 20 | 32 | 44 | 64 | 98 |
| Alfanuméricos | 6 | 13 | 22 | 31 | 46 | 72 |
| Byte | 3 | 8 | 14 | 20 | 30 | 47 |

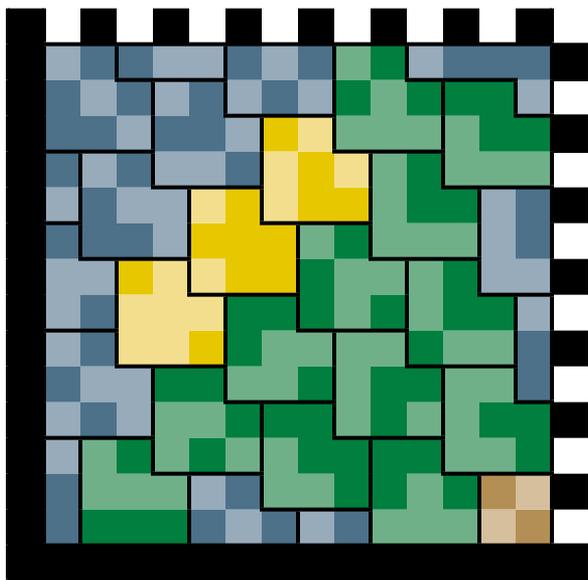


Ejemplo de código DataMatrix rectangular

Capacidad de los datos de códigos DataMatrix rectangulares en relación con el tamaño de los símbolos (número de puntos en filas y columnas) y el tipo de datos utilizados.



Los datos se almacenan en un código DataMatrix de acuerdo con un patrón específico. Cada punto representa un bit. Los puntos oscuros se interpretan como "1" y los claros como "0". Ocho bits conforman un byte (también se le denomina "palabra de código"), que debe incluir un mínimo de un carácter alfanumérico y dos caracteres numéricos.



Representación de cómo se distribuyen los datos en un código DataMatrix. Los ocho bits de cada byte se muestran con el mismo color. La forma en "L" de la parte exterior resaltada de color negro intenso es el patrón de alineación. Los otros dos lados del patrón localizador alternan elementos claros y oscuros. El resto del código contiene bytes de datos, rellenos, corrección de errores, localización y sincronización, así como celdas sin usar.

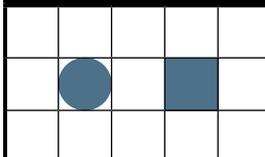
Con respecto a los códigos ECC 200, los datos de usuarios se codifican con el algoritmo de corrección de errores Reed-Solomon. Al usar este algoritmo, el contenido de los datos requeridos se complementa con datos redundantes. En caso de que se destruyan los datos, pueden calcularse los datos perdidos gracias a los datos redundantes. En función del tamaño de los símbolos, se pueden seguir calculando los datos aunque se destruya o contamine hasta un 62 % del código. Los datos adicionales que se insertan en el código ayudan a garantizar una alta seguridad; sin embargo, el espacio requerido sigue siendo muy limitado. La redundancia de datos en códigos DataMatrix contribuye a asegurar altos niveles de legibilidad e integridad.

Calidad de los códigos creados

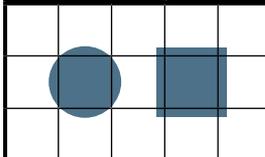
Para que los códigos DataMatrix sean legibles y fiables, existen otras consideraciones al margen de los conceptos básicos de la creación de códigos. La forma de los puntos en el interior de un código DataMatrix puede ser redonda o cuadrada. Los métodos como el marcado por puntos y la inyección de tinta producen puntos redondos; de acuerdo con los estándares de codificación, los puntos no deberían tener un tamaño un 105 % superior o un 60 % inferior al del punto idóneo. Si son demasiado grandes, pueden tocarse unos con otros o superponerse y, en consecuencia, convertirse en uno de mayor tamaño, por lo que el código sería ilegible. Si los puntos son demasiado pequeños, habrá mucho espacio en blanco entre ellos y la impresión no tendrá la calidad necesaria para obtener un código fiable. También hay establecidos valores de umbral para la elongación (la desviación del círculo idóneo) con el fin de garantizar que los puntos redondos producidos generen un código que pueda leerse con fiabilidad.

La posición de los puntos en el interior de la matriz resulta de vital importancia para que los códigos sean fiables. Los puntos no deberían desviarse de la cuadrícula de referencia o la posición del punto idóneo (el centro del punto), ni verticalmente ni horizontalmente. Asimismo, el código no debería estar distorsionado. El ángulo idóneo entre los ejes X e Y es de 90°, pero se admite una desviación de 7° según los estándares de codificación actuales.

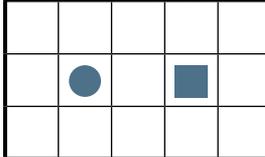
Forma y tamaño del punto correctos



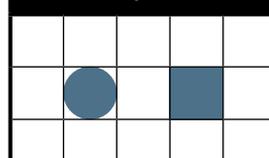
Tamaño del punto demasiado grande



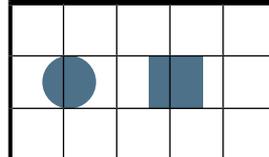
Tamaño del punto demasiado pequeño



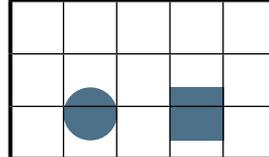
Posición del punto correcta



Punto desalineado horizontalmente

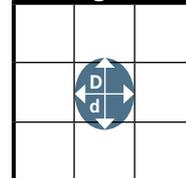


Punto desalineado verticalmente



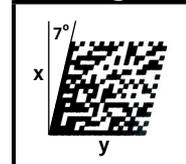
En función del método de marcado elegido, puede que solo sea posible producir puntos redondos. Hay parámetros establecidos para la elongación con el fin de garantizar que pueda leerse el código. La diferencia entre "D" y "d" no debería ser superior al 20 % del tamaño del punto.

Punto con elongación



La distorsión del código puede producirse durante el proceso de marcado o lectura. Para evitarla, deben emplearse todos los medios necesarios. El ángulo idóneo entre los ejes X e Y debería ser de 90°, aunque se permite una desviación de 7°.

Distorsión del código



Marcado

El método de marcado óptimo dependerá del sustrato de la pieza y de los requisitos de codificación.

Además de seleccionar el contenido y el formato del código, también es importante estudiar cuál es el mejor método para marcar la pieza. En los sectores de la automoción y aeroespacial, los métodos más comunes son el marcado por láser, la impresión de inyección de tinta continua, el marcado por puntos y el grabado electroquímico.

Los codificadores láser de CO₂ usan luz láser infrarroja generada por descarga de radiofrecuencia en una mezcla de gas de dióxido de carbono. Estos sistemas láser realizan el proceso de codificación de forma térmica cambiando el color de la superficie, ya que derriten, espuman o eliminan la superficie del material con el fin de crear el código.

El láser UV utiliza luz ultravioleta para lograr un marcado “frío” que sea seguro y que tenga una capacidad de impresión sin daños en muchos sustratos. Los láseres UV son ideales para el marcado directo de códigos permanentes y de alta calidad con el fin de ayudar a evitar riesgos de falsificación o con la trazabilidad del producto.

Con la tecnología de inyección de tinta continua (CIJ), un flujo de tinta entra en una boquilla del cabezal de impresión y una señal ultrasónica divide el chorro en pequeñas gotas. Estas gotas se separan del flujo y reciben una carga que determina su vuelo vertical para formar los caracteres impresos en el producto.

En el marcado por puntos, se usa una aguja para crear una muesca por cada uno de los puntos del código DataMatrix.

El grabado electroquímico elimina capas de material por electrólisis. En el proceso de grabado químico se toma una imagen de una matriz y se transfiere a un producto electroconductor por electrólisis y electricidad.

Comparación de las opciones de marcado habituales

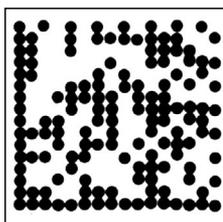
| | Láser | Inyección de tinta continua | Marcado por puntos | Grabado electroquímico |
|---|--------------|-----------------------------|--------------------|------------------------|
| Materiales que pueden marcarse Variedad de sustratos. | Alta | Alta | Media | Baja |
| Flexibilidad Imprime en superficies complicadas con distancia entre la pieza y el dispositivo de marcado. | Alta | Media | Media | Baja |
| Inversión/desembolso inicial | Alta | Media | Baja | Baja |
| Facilidad de integración Facilidad de comunicación con el controlador lógico programable (PLC) en la célula de producción y espacio necesario para la instalación y el mantenimiento. | Alta | Alta | Media | Baja |
| Tipo de método de marcado <i>Sin contacto</i> (el aparato de marcado no toca la pieza). <i>Contacto</i> (el aparato de marcado toca la pieza). | Sin contacto | Sin contacto | Con contacto | Con contacto |
| Resistencia de marcado a la abrasión | Alta | Baja | Alta | Alta |
| Movilidad Facilidad de desplazamiento del equipo de marcado a otras ubicaciones en la línea de producción. | Baja | Alta | Alta | Alta |
| Tensión térmica o química | Sí | No | No | Sí |



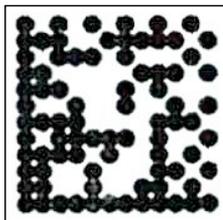
Las consideraciones para el tipo de sustrato y los requisitos de codificación de productos repercuten en la elección del mejor método de marcado. En la tabla siguiente se describen los tipos de sustratos que se adaptan mejor a cada uno de los tipos de tecnología.

Idoneidad del sustrato y la tecnología de impresión

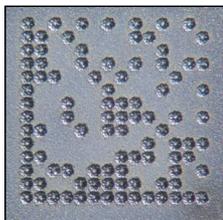
| | | Aluminio | Cobre | Titanio | Hierro | Acero | Magnesio | Cerámica | Vidrio | Fibra sintética |
|-----------------------------|--------------------------|----------|-------|---------|--------|-------|----------|----------|--------|-----------------|
| Láser | Láser de CO ₂ | | | | | | | | • | • |
| | Láser de estado sólido | • | • | • | • | • | • | • | | • |
| | Láser UV | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Inyección de tinta continua | | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Marcado por puntos | | • | • | | • | • | | | | • |
| Grabado electroquímico | | • | • | • | • | • | • | | | |



Código DataMatrix
impreso con tecnología
CIJ



Código DataMatrix
impreso con tecnología
láser



Código DataMatrix
impreso con tecnología
de marcado por puntos

Consulte a su socio experto en codificación si desea obtener ayuda en la elección de la solución adecuada para su aplicación de marcado.

Verificación

Se trata de un proceso de confirmación de la precisión del contenido y la calidad del código en 2D.

La verificación de códigos en 2D ayuda a los productores a evaluar el rendimiento del equipo de DPMI que usan. Los sistemas de verificación pueden ofrecer alertas instantáneas en caso de que los códigos producidos no aprueben el proceso de verificación, por lo que pueden abordarse y corregirse todos los problemas que surjan con el equipo. Los sistemas de verificación incluyen, normalmente, una cámara fija, tecnología óptica, iluminación, dispositivos de unión de piezas y algún tipo de software de verificación. Los sistemas de verificación de DPMI deben estar adaptados a la aplicación, con lo que se proporcionará la información específica sobre el rendimiento que precisan los usuarios individuales. Al elegir un sistema de verificación, los usuarios tienen que saber qué equipo se está comprobando y la manera exacta en que se están usando los datos de verificación para contribuir a cumplir las especificaciones de codificación.

En función del estándar, se usan los siguientes criterios para evaluar códigos DataMatrix:

| Criterios de evaluación | Descripción | Calificación | Uso de acuerdo con el estándar | | |
|--|--|--|--|---------|---|
| | | | ISO/IEC 16022 | EN 9132 | AIM DPM |
| Decodificación |  Comprueba si un código, por lo general, es legible. "A" significa que puede leerse fácilmente y "F" que no puede leerse. | A (4,0) F (0,0) | Aprobado Suspense | • | • |
| Contraste de símbolos |  Comprueba el contraste entre los puntos claros y oscuros del código. | A (4,0) B (3,0) C (2,0) D (1,0) F (0,0) | SC ≥ 70 % SC ≥ 55 % SC ≥ 40 % SC ≥ 20 % SC < 20 % | • | SC > 20 % CC 30 % CC 25 % CC 20 % CC 15 % CC < 15 % (contraste de celdas) |
| Heterogeneidad de los ejes |  Comprueba la relación entre la longitud y la anchura de un código. Si el código está estirado o comprimido, se obtiene una clasificación baja de heterogeneidad de los ejes. | A (4,0) B (3,0) C (2,0) D (1,0) F (0,0) | AN ≤ 0,06 AN ≤ 0,08 AN ≤ 0,10 AN ≤ 0,12 AN > 0,12 | • | • |
| Corrección de errores de datos sin usar |  Comprueba la cantidad de datos redundantes que tuvieron que usarse durante la lectura con el fin de decodificar el contenido de los datos. | A (4,0) B (3,0) C (2,0) D (1,0) F (0,0) | UEC ≥ 0,62 UEC ≥ 0,50 UEC ≥ 0,37 UEC ≥ 0,25 UEC < 0,25 | • | • |
| Compensación del centro de los puntos |  Comprueba la medida en que los centros de los puntos están desviados del centro teórico. | | 0 %-20 % | • | |
| Tamaño de las celdas |  Comprueba el grado de relleno de los puntos. | | 60 %-105 % | • | |
| Calificación general de símbolos | | Resume los criterios. Siempre se muestra la calificación más baja de todos los criterios usados. | A (4,0) B (3,0) C (2,0) D (1,0) F (0,0) | | |

Cada una de las aplicaciones específicas no solo definirá los parámetros de codificación, sino también la calidad de impresión y las especificaciones relativas a estructuras de transferencia, identificadores, formatos y datos. Lo mismo sucede con los sistemas de verificación de DPMI.

Al elegir un sistema de verificación de DPMI, no solo debe poder proporcionar información sobre su configuración, sino que también tiene que poder registrar, notificar y compartir resultados, así como datos de verificación e imágenes. Asimismo, el sistema debe registrar y calificar métricas de calidad para cada una de las piezas verificadas, así como realizar su trazabilidad. De este modo, se obtendrán marcas de fecha y hora, así como imágenes de mapa de bits. Las métricas deben estar basadas en estándares internacionales como ANSI y GS1.

Las soluciones de DPMI optimizadas incluirán una interfaz intuitiva para los operarios que permite a los usuarios introducir información de configuración. Entre los datos de configuración habituales se incluyen el nombre de usuario, parámetros de iluminación y detalles específicos de la cámara, como ajustes de la óptica y valores de la exposición.

The screenshot displays a software interface for DPMI verification. It includes several key sections:

- Overall grade:** 3.5/13/660 (A)
- ISO Grading:** Full (selected), Pass/Fail
- ISO/IEC Parameters:** 013035024213468321123 4567891234
- View options:** Overall grade, Contrast, Modulation, Decodability, Defects, OCR, Zoom.
- Central Image:** A photograph of a part with a QR code. Text on the part includes: LOT: N12345, EXP: OCT2011, and (01) 3 03 50242 134683 (21) 1234567891234.
- ISO/IEC Parameters (Detailed):**
 - Symbology: ECC-200
 - Cell size: 16.3 mils
 - Decode: PASS
 - Contrast: 4.0 (A) 78%
 - Modulation: 3.8 (A)
 - Axial nonuniformity: 3.5 (A) 6%
 - Grid nonuniformity: 4.0 (A) 3%
 - Unused EC: 4.0 (A) 100%
- Data Structure Analysis Table:**

| Embedded data | Description | Value |
|----------------|---|----------------|
| <232> | Func1 | <Func1> |
| 01 | Identification of a Fixed Measure Trade Item (GTIN) | (01) |
| 30350242134683 | Global Trade Item Number (GTIN) | 30350242134683 |
| 21 | Serial Number | (21) |
| 1234567891234 | Serial Number | 1234567891234 |

Ejemplo de un sistema de visión que realiza la verificación de la precisión de los datos y la calidad de un código DataMatrix

Conclusión:

El marcado directo de piezas resulta esencial para realizar la trazabilidad del ciclo completo a lo largo de la cadena de suministros y el proceso de fabricación.

Con independencia de que se traten de códigos en 1D y 2D básicos o de códigos DataMatrix, el éxito de la verificación y el marcado de productos dependerá del sistema de DPMI que elija.

En Videojet, comprendemos la complejidad del proceso de marcado directo de piezas, así como los entresijos de la fabricación eficaz. Gracias a que pueden sacar partido de nuestra experiencia, numerosos proveedores de piezas y fabricantes de equipos originales de los sectores de la automoción y aeroespacial ya confían en Videojet. Nuestro equipo global de experimentados técnicos de mantenimiento y especialistas de codificación les ayuda a diseñar e integrar soluciones de codificación en función de sus necesidades de aplicación específicas. En conjunción con una amplia variedad de tecnologías de marcado para prácticamente todo tipo de aplicación, podemos ayudarle a especificar la solución de codificación idónea para su entorno de producción y a impulsar un tiempo de funcionamiento superior de sus operaciones.

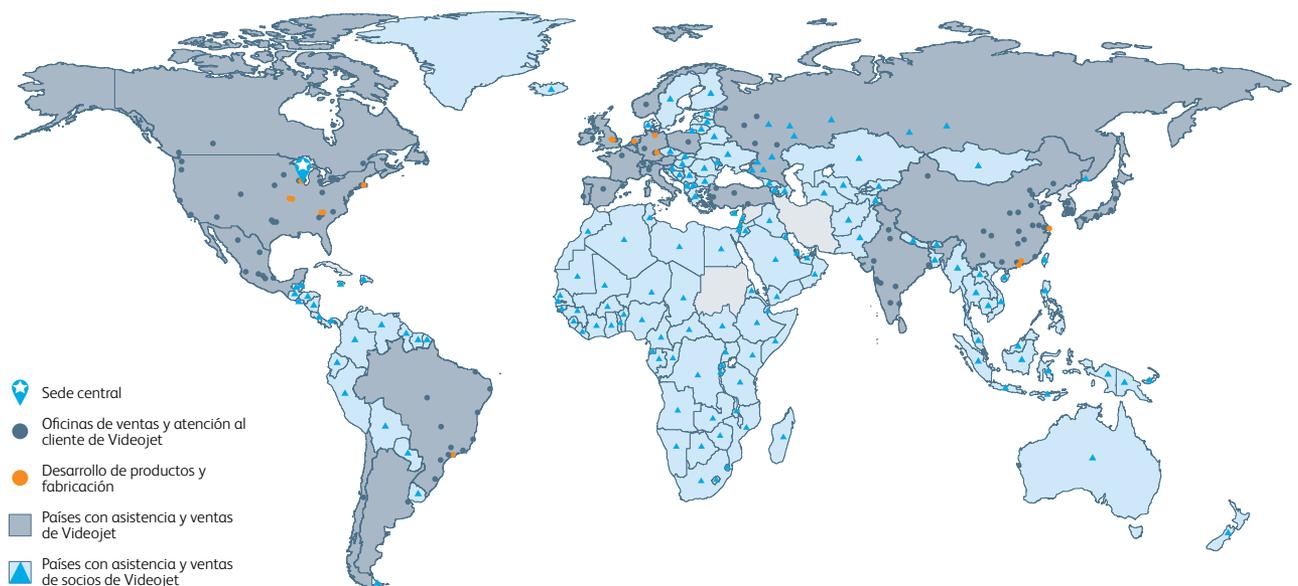
Confíe en la experiencia de un líder mundial en codificación de productos. Confíe en Videojet.

La tranquilidad viene de serie

Videojet Technologies es una empresa líder mundial en el mercado de la identificación de productos que ofrece soluciones de marcado, codificación e impresión en línea, fluidos para aplicaciones específicas y servicios para el ciclo de vida de tales soluciones.

Nuestro objetivo es colaborar con nuestros clientes en los sectores de bienes industriales, farmacéuticos y de consumo empaquetados con el fin de mejorar su productividad, proteger sus marcas y garantizar su crecimiento, así como de que se mantengan a la vanguardia de las normativas y tendencias del sector. Como expertos en aplicaciones para clientes y líderes en tecnologías de inyección de tinta continua (CIJ), inyección térmica de tinta (TII), marcado por láser, sobreimpresión por transferencia térmica (TTO), etiquetado y codificación de cajas y un amplio catálogo de servicios de impresión, Videojet cuenta con más de 345 000 impresoras instaladas en todo el mundo.

Nuestros clientes confían en Videojet a la hora de realizar impresiones en más de diez mil millones de productos diariamente. La asistencia de ventas a clientes, las aplicaciones, los servicios y la formación se proporcionan mediante operaciones directas con más de 4 000 miembros de equipos en 26 países de todo el mundo. Además, la red de distribución de Videojet incluye más de 400 distribuidores y fabricantes de equipos originales que prestan servicio en 135 países.



Teléfono: **+34 911984405**
Correo electrónico:
informacion@videojet.com
Sitio web: **www.videojet.es**

Videojet Technologies, S.L.
C/ Valgrande, 8. Edificio Thanworth II,
Nave B1A, P.I. Valportillo,
28108 Alcobendas (Madrid)

© 2018 Videojet Technologies, S. L. Reservados todos los derechos.

La política de Videojet Technologies, S. L. consiste en mejorar constantemente sus productos. Nos reservamos el derecho a modificar el diseño o las especificaciones sin previo aviso.

