



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Tema 1: Normativa electrónica

José M. Cámara y Miguel Cantera

(checam@ubu.es y macantera@ubu.es)

V 1.3

Introducción

- Las actividades profesionales están sujetas al cumplimiento de normas.
- La electrónica en sus diferentes aspectos no es una excepción.
- El diseño y fabricación electrónicos están sujetos a una amplia normativa de índole muy diversa.
- El ingeniero debe conocer qué normativa afecta a su ámbito de trabajo y aplicarla correctamente.
- Existen organismos acreditados que verifican que los productos electrónicos (entre otros) se ajustan a la normativa vigente.
- Los productos y servicios recibidos también se han de ajustar a una normativa y se debe exigir su cumplimiento.

Aspectos generales

- Normalización: trabajo de unificación aplicable a productos y procesos.
- Tolerancia: márgenes de error admisibles sobre un valor nominal.
- Fiabilidad: probabilidad de fallo.
 - ❖ Fallo: incumplimiento de las condiciones de trabajo previstas.

Normalización

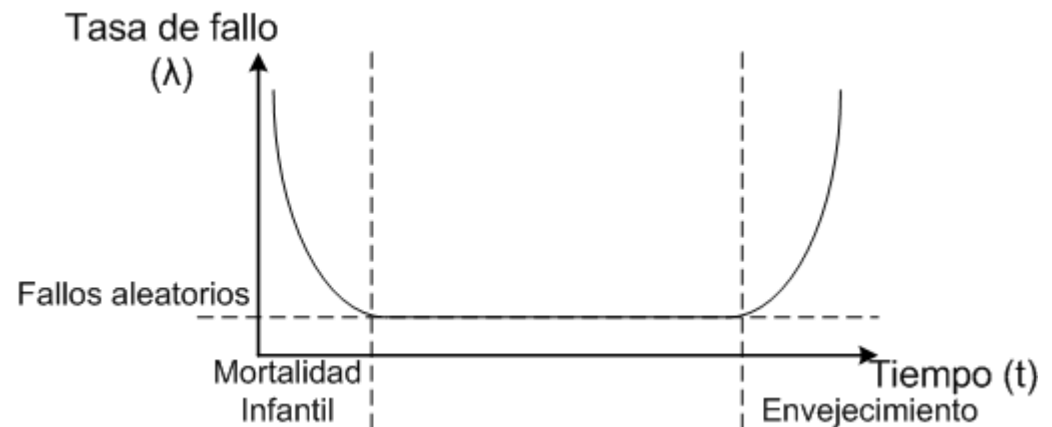
- Tipos de normas:
 - ❖ Nacionales: afectan al país que las emite.
 - ❖ Internacionales: son de aplicación en múltiples países.
- Organismos de normalización:
 - ❖ Nacionales: AENOR, ANSI.
 - ❖ Internacionales: ISO, IEC (International Electrotechnical Commission).
 - ❖ Privados: IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), IPC (Institute for Printed Circuits), EIA – JEDEC (Electronic Industries Alliance).

Tolerancia

- Se expresa como:
 - ❖ Valores máximos y mínimos.
 - ❖ Porcentaje de variación.
 - ❖ Valor absoluto de variación.
- Afecta a:
 - ❖ Valores nominales.
- Es afectada por:
 - ❖ Factores ambientales como la temperatura, intervalo de tiempo, etc.

Fiabilidad

- Tiempo medio entre fallos: $MTBF = \frac{\sum_{i=1}^N t_{fallos_i}}{N}$
- Tasa de fallo: ritmo al que se producen los fallos (gráfica de bañera).
- Tipos de fallos:
 - ❖ Mortalidad infantil.
 - ❖ Aleatorios.
 - ❖ Envejecimiento.
- Procesos de fallo:
 - ❖ Súbitos.
 - ❖ Derivas.



Jerarquía de normas

- Normas básicas: definen y describen los problemas, y los métodos de medida y prueba, así como los instrumentos y sus accesorios que son necesarios. Ej. EN 61000.
- Normas genéricas: se aplican a todo tipo de productos en ausencia de normas de familia de producto o normas de producto. Ej. EN 50081 y 50082.
- Normas de familia de producto: se le aplican a todos los equipos de una misma familia en ausencia de normas específicas de producto. Ej. EN 55011 , EN 55014, EN 55015, EN 55022.
- Normas de producto: se aplican a los equipos de un tipo determinado y perfectamente definido. Estas normas predominan sobre el resto. Ej. EN 60669.

Las normas relacionadas como ejemplos se aplican a compatibilidad electromagnética.

Normativa electrónica

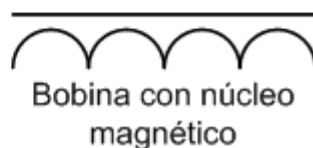
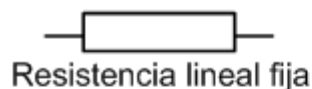
- Componentes electrónicos.
 - ❖ Simbología.
 - ❖ Valores normalizados.
 - ❖ Marcado.
 - ❖ Encapsulados.
- Diseño y fabricación de circuito impreso.
- Compatibilidad electromagnética.
- Sostenibilidad medioambiental.
- Marcado CE.

Componentes electrónicos – Símbolos

IEC 60617 – UNE-EN 60617

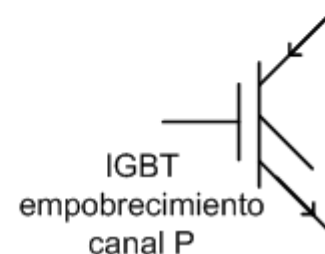
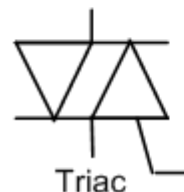
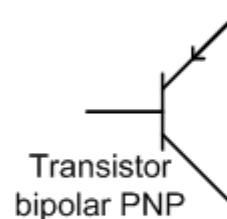
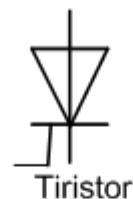
Componentes pasivos:

UNE – EN 60617 -4.



Componentes activos:

UNE – EN 60617 -5.



Componentes electrónicos – Valores normalizados

IEC 60063 UNE 20531

Se definen valores preferidos principalmente para: Resistencias, condensadores, bobinas y diodos zéner.

Son valores nominales establecidos por década y clasificados en series según la tolerancia.

Serie	Tol	Valores																							
E-12	10%	10		12		15		18		22		27		33		39		47		56		68		82	
E-24	5%	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75	82	91

Otras series:

E-6 (20%) E- 48 (2%) E-96 (1%) E-192 (0.5%)

Componentes electrónicos – Marcado

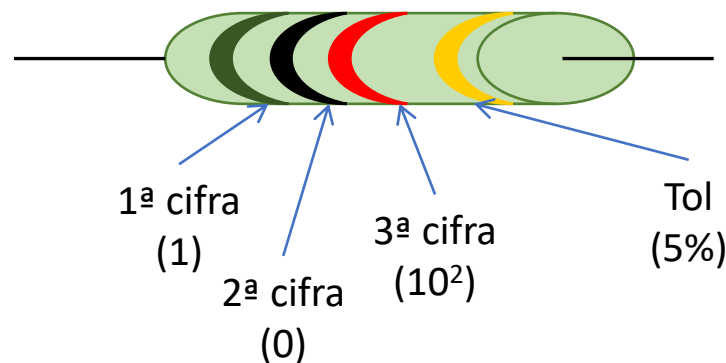
IEC 60062 UNE-EN 60062

Se definen códigos de marcado para resistencias y condensadores.

Se codifican: valores nominales, tolerancia, coeficiente de temperatura, fecha de fabricación, material dieléctrico.

Color	Valor	Coef. Mult.	Tol	Coef. Temp
Negro	0	1	-	$\pm 250 (10^{-6}/K)$
Marrón	1	10	1%	$\pm 100 (10^{-6}/K)$
Rojo	2	10^2	2%	$\pm 50 (10^{-6}/K)$
Naranja	3	10^3	0.05%	$\pm 15 (10^{-6}/K)$
Amarillo	4	10^4	-	$\pm 25 (10^{-6}/K)$
Verde	5	10^5	0.5%	$\pm 20 (10^{-6}/K)$
Azul	6	10^6	0.25%	$\pm 10 (10^{-6}/K)$
Violeta	7	10^7	0.1%	$\pm 5 (10^{-6}/K)$
Gris	8	10^8	-	$\pm 1 (10^{-6}/K)$
Blanco	9	10^9	-	-
Plata	-	10^{-2}	10%	-
Oro	-	10^{-1}	5%	-

Código de colores de resistencias



$$R = 10 \times 10^2 = 1.000\Omega = 1k\Omega$$



Podría haber una tercera cifra significativa



Aunque no lo recoge la norma, los fabricantes también aplican el código a condensadores

Componentes electrónicos – Marcado

IEC 60062 UNE-EN 60062

Código de letras de resistencias y condensadores: se emplea la unidad de medida (o sus múltiplos y divisores) para codificar la coma decimal.

$R10 = 0.10\Omega$ $10R = 10\Omega$ $4k7 = 4.7k\Omega$ $10M = 10M\Omega$ $p10 = 0.10pF$ $5n9 = 5.9nF$ $10\mu = 10\mu F$

Se puede utilizar un sistema de 3 caracteres para un marcado equivalente al código de colores.

$R10 = 0.10\Omega$ $100 = 10\Omega$ $472 = 4.7k\Omega$ $106 = 10M\Omega$

Este sistema es aplicable también a condensadores.

$472 = 4.7nF$

También se puede codificar la tolerancia y coef. de temperatura mediante letras.

$F = 1\%$ $G = 2\%$ $J = 5\%$ $K = 10\%$ $M = 20\%$

$G = 0.1 (10^{-6}/K)$ $J = 0.5 (10^{-6}/K)$ $K = 1 (10^{-6}/K)$

Es posible codificar la fecha de fabricación y el material dieléctrico en condensadores.

Componentes electrónicos – Marcado Semiconductores PROELECTRON

Formado por dos letras y un número de serie que puede incluir una tercera letra.

1ª Letra: material (ancho de la banda prohibida)		2ª Letra: función	
A	0.6 -1.0 eV (germanio)	A	Diodo de señal
B	1.0 – 1.3 eV (silicio)	C	Transistor de audio de señal
C	> 1.3 eV	D	Transistor de audio de potencia
D	Cerámica	F	Transistor de señal de alta frecuencia
R	Materiales compuestos	N	Optoacoplador
		Z	Zéner

JEDEC propone un sistema de marcado basado en una cifra, una letra y un número de serie. Ej: 1N4007.

Componentes electrónicos – Marcado

Circuitos Integrados

PROELECTRON dispone de un código formado por 3 letras y un número de serie.

1ª Letra: tipo de dispositivo		2ª Letra: función	
F	Dispositivo perteneciente a una familia lógica		Familia lógica concreta
S	Circuito digital aislado		Forma parte del número de serie
T	Circuito integrado analógico		
U	Mixto (analógico/digital)		
M	Microprocesador		Tipo de procesador o elemento relacionado
N	Otros		

Fabricantes importantes como Texas Instruments plantean sus propios códigos de marcado: Fabricante + margen de temperatura + subfamilia + nº de serie + sufijos.

SN74LS04: Texas Instruments + Margen de temperatura comercial + subfamilia LS + 6 puertas NOT

Componentes electrónicos – Encapsulado

JEDEC - JESD30-B

Se define la forma de designar los encapsulados de semiconductores discretos y circuitos integrados.

Se especifican distintos tipos de encapsulados. No se definen encapsulados concretos.

Código					
Características	Material	Posición	Encapsulado	Forma de los terminales	Nº de terminales

El campo “Encapsulado” es obligatorio, el resto no.



CP
(clamped package)



FM (flange mount)



LF
(long form)



IP (in parallel)



CY (cylinder)



CC (chip carrier)



DB (disk button)



PM (post mount)

Diseño de circuito impreso. IPC 2221

Introduce recomendaciones que afectan a múltiples aspectos del diseño de PCB:
Materiales, tamaños, distancias, trazados, etc...

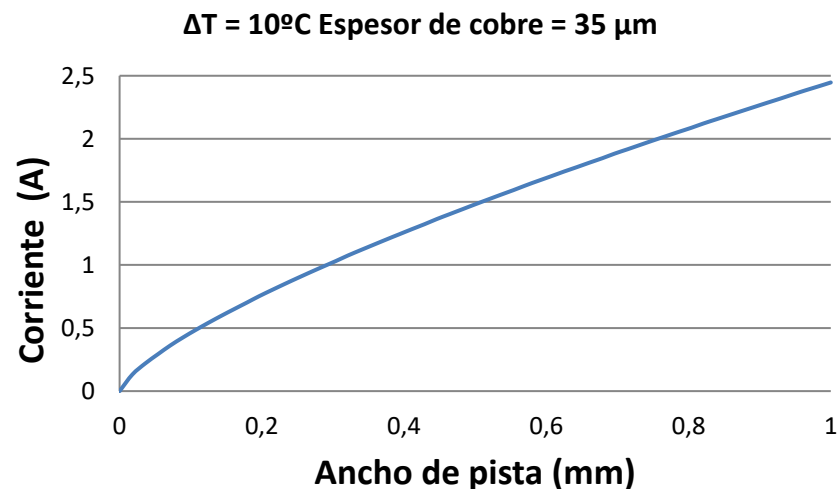
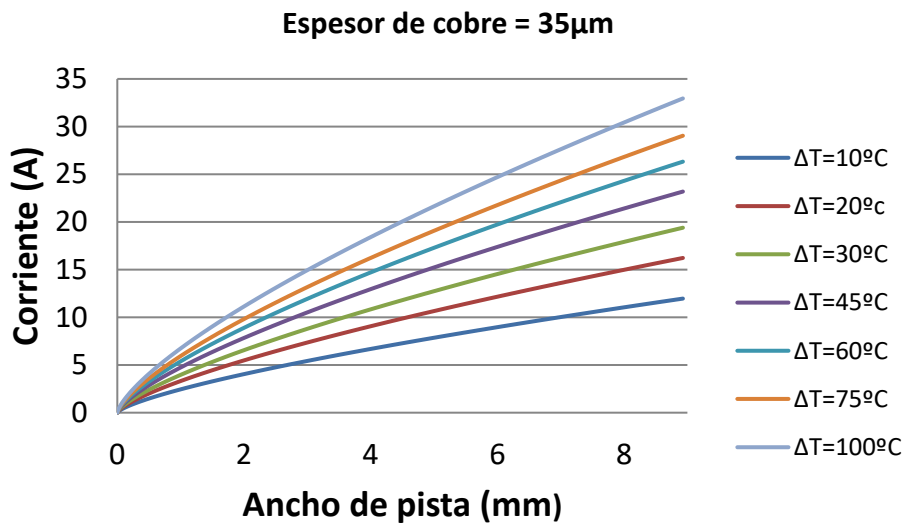
$$\text{Ej. : } I = k\Delta T^{0.44} A^{0.725}$$

I: corriente en amperios

A: sección del conductor en milésimas de pulgada cuadradas

ΔT : incremento de temperatura en $^{\circ}\text{C}$

$K=0.048$ para capas externas, 0.024 para internas



Fabricación de circuito impreso. IPC 4101

Las placas rígidas de circuito impreso están formadas por un material base + resina aglutinante. La norma define las diferentes combinaciones y sus propiedades.

Los materiales base se referencian respecto al estándar NEMA (National Electrical Manufacturers Association). La descripción completa se encuentra en la pág. 25 de la norma.

	Resina Epoxy	Resina fenólica
Fibra de vidrio	G10, CEM-3, FR4, FR5	
Papel	FR3	XPC, FR1, FR2
Fibra de vidrio + papel	CEM-1	

Normas europeas equivalentes: IEC 249 – UNE 20620-1.

Compatibilidad electromagnética

Se trata de un aspecto muy completo afectado por todos los procesos de diseño y fabricación.

Existe abundante normativa al respecto como se ha visto al explicar la jerarquía de normas.

Se puede tomar como punto de partida la norma IEC 61000 – UNE EN 21000.

- Perturbación electromagnética: “fenómeno electromagnético susceptible de crear anomalías en el funcionamiento de un dispositivo, de un aparato o de un sistema, o de afectar desfavorablemente la materia viva o inerte”.
- Interferencia electromagnética: “anomalía aportada al funcionamiento de un dispositivo, de un aparato o de un sistema por una perturbación electromagnética”.
- Compatibilidad electromagnética: “aptitud de un aparato o de un sistema para funcionar en su entorno electromagnético de manera satisfactoria y sin producir el mismo perturbaciones electromagnéticas intolerables para todo lo que se encuentre en ese entorno”.
- Inmunidad: “aptitud de un dispositivo, de un aparato o de un sistema a funcionar, sin degradación, en presencia de una perturbación electromagnética”.
- Susceptibilidad: “inaptitud de un dispositivo, de un aparato o de un sistema a funcionar, sin degradación, en presencia de una perturbación electromagnética”.

Compatibilidad electromagnética (II)

- Emisor: “dispositivo, aparato o sistema que produce tensiones, corrientes o campos potencialmente perturbadores”.
- Dispositivo susceptible: “dispositivo, equipo o sistema cuyo funcionamiento puede ser degradado por el efecto de estas emisiones.
- Nivel de emisión: “nivel de perturbación electromagnética de un tipo dado, emitida por un dispositivo, aparato o sistema y medida de una manera especificada”. El máximo nivel de emisión aceptado constituye el “límite de emisión”.
- Nivel de inmunidad: “nivel máximo de una perturbación electromagnética de un tipo dado, incidiendo sobre un dispositivo, aparato o sistema de una manera especificada de forma que no genere una degradación de funcionamiento”. El valor mínimo requerido del nivel de inmunidad constituye el “límite de inmunidad”.

Sostenibilidad medioambiental -RoHS

La directiva RoHS fue publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea como Directiva 2002/95/CE el 27 de enero de 2003 como directiva *“sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos”*. Esta directiva fue transpuesta a la legislación española en el Real Decreto 208/2005.

La directiva europea pretende armonizar las legislaciones nacionales en materia de utilización y eliminación de materiales potencialmente peligrosos para el medio ambiente y la salud humana en equipos eléctricos y electrónicos.

El RD 208/2005 transpone tanto la directiva 2002/95 como la 2002/96 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, y la directiva 2003/108 que actualiza la anterior. En concreto se establece la prohibición de emplear una serie de sustancias en la fabricación de los equipos electrónicos:

- Plomo
- Mercurio
- Cadmio
- Cromo hexavalente
- Polibromobifenilos
- Polibromodifeniléteres

Se establecen una serie de excepciones, no obstante, que afectan a algunas aplicaciones concretas de estas sustancias con limitaciones de cantidad. Básicamente se trata de preservar aplicaciones en las que no haya una sustancia sustitutiva viable.

Sostenibilidad medioambiental -RAEE

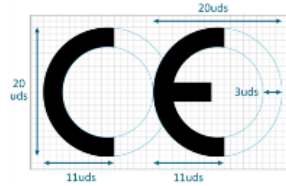
La directiva RAEE fue publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea como Directiva 2012/19/CE el 4 de julio de 2012 como directiva “*sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*”. Adaptada a la legislación española en el RD 110/2015 actualizado por el RD 27/2021.

Está encaminada a la protección del medio ambiente de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Establece que a partir de 2016 el índice de recogida deberá superar el 45% y a partir de 2019 el 65%. Para ello define los diferentes agentes presentes en el proceso y la forma de medir el índice de recogida. Pone restricciones a la exportación de los residuos:

“Los RAEE que se exporten fuera de la Unión computarán para la consecución de las obligaciones y los objetivos contemplados en el artículo 11 de la presente Directiva únicamente si, cumpliendo con los Reglamentos (CE) n o 1013/2006 y (CE) n o 1418/2007, el exportador puede demostrar que el tratamiento se realiza en condiciones equivalentes a los requisitos impuestos por la presente Directiva.”

Marcado (I)



El **Marcado CE** se encuentra fundamentado en la directiva 93/68/EEC de Julio de 1993. Entra en vigor en 1995 con un periodo transitorio hasta 1997.

Significa “Conformité Européene”: conformidad europea.

Obliga a los fabricantes e importadores de diversos tipos de productos (entre ellos los electrónicos) a cumplir con las directivas comunitarias que les sean de aplicación.

Organismos autorizados independientes se encargan de comprobar la conformidad si así lo exige la directiva correspondiente.

¿Cómo conocer la normativa aplicable al producto?

<http://www.marcado-ce.com/guia-interactiva-evaluar-directivas-marcado-ce-aplicables-producto.php>

Ej.: equipo de accionamiento de dispositivos remotos por radiofrecuencia.

- Baja tensión (LVD, 2006/95/CEE)
- Compatibilidad Electromagnética (CEM, 2004/108/CE)
- Equipos radioeléctricos y equipos terminales de telecomunicación y reconocimiento mutuo de su conformidad (RTTE, 1999/5/CE)
- Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS, 2011/65/EU)

Marcado (II)



El marcado CE es una auto certificación que realiza el fabricante del producto. Por tanto, no es únicamente un documento, sino que es un PROCESO. Es responsabilidad del fabricante cumplir la normativa aplicable. No tiene carácter retroactivo.

El otro aspecto importante en certificación es la seguridad hacia las personas

Fuera de la Unión Europea, hay otros marcados. En EEUU está FCC (**Federal Communications Commission**), el organismo encargado de regular aspectos como la compatibilidad electromagnética.

Al contrario, para cumplir en EEUU, el producto debe ser aprobado por la FCC, el cuál decide si el producto cumple o no con los estándares requeridos (por ejemplo, de compatibilidad electromagnética). En caso afirmativo, se le asigna la etiqueta FCC para que aparezca en el producto.

Ejemplo: módulo Bluetooth →



Referencias

- Sistema PROELECTRON:
http://www.eeca.eu/images/downloads/PRO%20ELECTRON_D15%20final%20version%202007_12%20ESIA%20updated%2016%2007%2010.pdf
- Resumen de normativa de compatibilidad electromagnética: <https://eur-lex.europa.eu/ES/legal-content/summary/electromagnetic-compatibility-of-electrical-and-electronic-apparatus.html>
- Resumen de materiales para PCB:
[https://www.pcbgogo.com/Article/What is PCB Substrate Material.html](https://www.pcbgogo.com/Article/What_is_PCB_Substrate_Material.html)
- Utilización de normas en electrónica: <https://www.aldeiatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/>
- Aplicación de normativa RAEE: <https://erp-recycling.org/es-es/que-hacemos/flujos-de-residuos/raee/>
- Marcado CE vs FCC en electrónica
<https://www.youtube.com/watch?v=CTPb7etzOmA>