



**UNIVERSIDAD
DE BURGOS**

Tecnología de los Sistemas Electrónicos Manual de Prácticas

Juan C. Bertolín
José M. Cámara
Pedro L. Sánchez

Introducción	5
Curso 2015 / 2016	5
PRÁCTICA 0	6
OBJETIVOS	6
NORMATIVA DE LA ASIGNATURA APLICABLE A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.	7
PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO. NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.	7
ELABORACIÓN DEL INFORME DE LA PRÁCTICA	10
PRÁCTICA 1	11
OBJETIVOS	11
PRÁCTICAS	11
INTRODUCCIÓN	12
COMPONENTES ANALÓGICOS Y DIGITALES	12
COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS	12
COMPONENTES PASIVOS	12
PRÁCTICA	24
ELABORACIÓN DEL INFORME.	24
PRÁCTICA 2	25
OBJETIVOS	25
PRÁCTICAS	25
INTRODUCCIÓN	26
CLASIFICACIÓN	26
SEMICONDUCTORES DISCRETOS	26
SEMICONDUCTORES INTEGRADOS	31
COMPONENTES NO ELECTRÓNICOS	32
PRÁCTICA	34
ELABORACIÓN DEL INFORME:	34
PRÁCTICA 3	36
OBJETIVOS	36
PRÁCTICAS	36
INTRODUCCIÓN	37
TIPÓS DE DISEÑOS: MANUAL, CON ORDENADOR.	38
DISEÑO MANUAL	39
DISEÑO PRÁCTICO	40
PRÁCTICA	42

ELABORACIÓN DEL INFORME	42
PRÁCTICA 4	44
OBJETIVOS	44
PRÁCTICAS	44
INTRODUCCION	45
GENERACIÓN DE FICHEROS.	45
ELABORACIÓN DEL INFORME	47
PRÁCTICA 5	48
OBJETIVOS	48
PRÁCTICAS	48
INTRODUCCION	49
CREACIÓN DEL PROYECTO EN LAYOUT	49
PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN	51
POSICIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES	54
RUTADO MANUAL	54
FINALIZACIÓN DEL DISEÑO	55
IMPRESIÓN	58
ELABORACIÓN DEL INFORME	59
PRÁCTICA 6	60
OBJETIVOS	60
PRÁCTICAS	60
INTRODUCCIÓN	61
POSICIONADO AUTOMÁTICO DE COMPONENTES.	61
AUTORUTADO	61
DOCUMENTACIÓN	62
ELABORACIÓN DEL INFORME	64
PRÁCTICA 7	65
OBJETIVOS	65
PRÁCTICAS	65
INTRODUCCIÓN	66
POST PROCESO DE LA PLACA	66
ENVÍO DE DOCUMENTACIÓN	68
ELABORACIÓN DEL INFORME	69
PRÁCTICA 8	70
OBJETIVOS	70

PRÁCTICAS	70
INTRODUCCION	71
MÉTODO FOTOGRÁFICO	71
ACCIÓN CORROSIVA	72
ELABORACIÓN DEL INFORME	73
<i>PRÁCTICA 9</i>	74
OBJETIVOS	74
PRÁCTICAS	74
INTRODUCCIÓN	75
PROCESO FINAL	75
ELABORACIÓN DEL INFORME	77

Introducción

Curso 2015 / 2016

El presente documento recoge el material con el que el alumno contará para realizar las prácticas de la asignatura de Tecnología de los Sistemas Electrónicos de 3º de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática durante el curso 2015 / 2016.

PRÁCTICA 0

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PRÁCTICA DE PRESENTACIÓN

OBJETIVOS

- Presentación y Normativa de las Prácticas de Tecnología Electrónica
- Conocer las instalaciones donde se desarrollarán las prácticas.
- Conocer y recordar los riesgos en el Laboratorio de Tecnología Electrónica.

NORMATIVA DE LA ASIGNATURA APLICABLE A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

La normativa relativa al laboratorio se encuentra contemplada en la guía docente, haciéndose referencia a la parte práctica en los siguientes aspectos:

- a) Se evaluará el dominio de la parte práctica de los alumnos de forma individualizada. Para ello se tendrán en cuenta los informes presentados por los alumnos sobre las prácticas realizadas; así como el resultado de una prueba práctica que se resolverá de forma individualizada. La estructura y contenidos de los informes se explicarán durante el desarrollo de las prácticas.
- b) Para aprobar la asignatura será necesario superar, tanto la parte teórica, como la práctica. Una vez superadas, la nota final será la obtenida como media entre la parte teórica y la práctica.

Repetidores: en el caso de que un alumno supere en un curso una de las dos partes de la asignatura, se le considerará temporalmente aprobada y en su caso, se le mantendrá la nota únicamente durante los dos cursos siguientes (aunque no se matricule de la asignatura).

PRÁCTICAS EN EL LABORATORIO. NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES.

En este como en cualquier laboratorio, sea o no de electrónica, es imprescindible aplicar unas pautas de conducta para garantizar como mínimo los siguientes aspectos:

- En primer lugar, la seguridad personal.
- Un óptimo rendimiento académico.
- Evitar deterioros involuntarios en la manipulación de componentes e instrumentación.
- El orden y clasificación de componentes.

Los descuidos y desconocimiento de posibles peligros, en el laboratorio, pueden originar distintos tipos de accidentes de consecuencias irreversibles.

Accidentes más comunes en el laboratorio de electrónica

Entre los accidentes más comunes en el laboratorio de electrónica podemos enumerar:

- Descarga eléctrica.
- Quemaduras en la piel por soldadura y por manipulación de productos químicos (elaboración de circuitos impresos).
- Cortes en la piel (al emplear herramientas de corte como tijeras, alicates, etc.).

Efectos de la corriente eléctrica sobre el organismo

La energía eléctrica, en forma de corriente eléctrica, al circular por el cuerpo, produce diversos

efectos como consecuencia de una interacción con los órganos y sus mecanismos de funcionamiento. Los efectos fisiológicos de la corriente que pueda circular por el organismo dependen de los siguientes factores:

- **Intensidad de corriente**

De 0 a 10 mA: Movimientos reflejos musculares (calambres).

De 10 a 25 mA: Contracciones musculares, tetanización de los músculos de los brazos y manos que se oponen a soltar los objetos que se tienen asidos. Dificultad de respiración. Aumento de la presión arterial.

De 25 a 30 mA: Irregularidades cardíacas. Fuerte efecto de la tetanización. Afecta a los músculos respiratorios y a partir de los cuatro segundos aparecen los síntomas de asfixia y quemaduras eléctricas.

De 40 mA a 10 A: Se produce la fibrilación ventricular del corazón.

Superior a 10 A: El corazón sufre una parada durante la circulación de la corriente; si el tiempo es corto, menos de un minuto, puede recuperar su actividad normal. La corriente actúa, a la vez, como agente de fibrilación y desfibrilación.

Las quemaduras eléctricas se producen por el efecto térmico desarrollado en la trayectoria de corriente.

- **Tiempo de contacto**

Principalmente es decisivo cuando la corriente que circula por el organismo es superior a 30 mA.

- **Influencia de la tensión y resistencia del organismo**

La influencia de la tensión se manifiesta porque de ella depende la intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo (Ley de Ohm).

La piel es un medio que aísla el cuerpo humano del medio exterior, ofrece una determinada resistencia al paso de corriente pues los tejidos que la componen son malos conductores. Estos tejidos pueden ser comparados con un dieléctrico, formando el conjunto de la dermis y la epidermis un sistema capacitivo análogo a un condensador.

Frente a una corriente continua, la piel opone mayor resistencia que ante una corriente alterna.

Los efectos de la corriente continua (c.c.) son generalmente menos peligrosos, en iguales condiciones de tensión e intensidad, que los de corrientes alternas (c.a.) a 50 Hz, en una proporción aproximada de cuatro veces menos.

Una piel rugosa seca puede ofrecer una resistencia de 50.000 Ω . Sin embargo, una piel fina y húmeda, por el sudor o por el agua, puede representar una resistencia de 1.000 Ω .

Voltajes considerados como de baja tensión, 220 V y 380 V, pueden producir

intensidades que provocan la electrocución.

- **Otros factores que influyen sobre los efectos negativos de la corriente eléctrica en el organismo**
 - Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto.
 - Recorrido de la corriente por el cuerpo.
 - Frecuencia de la corriente.

Primeros auxilios

- **Accidentes de origen químico**

Pueden tener lugar durante los procesos de fabricación de los circuitos impresos, mientras se manipulen las placas en las cubetas de líquidos de revelado o atacado.

Si alguna sustancia química salpica o cae en los ojos, lavarlos inmediatamente con abundante agua.

Si las salpicaduras se producen en la piel también pueden producirse irritaciones, por lo que también se procederá a su limpieza.

- **Accidentes de origen eléctrico**

Para tensiones elevadas, cuando el accidentado está en contacto con el conductor debe ser rescatado:

- dejando la instalación sin tensión.
- liberando al accidentado del contacto con el conductor. La persona que preste auxilio se aislará del suelo para evitar accidentes en serie.

Cuando se trata de un choque eléctrico, con pérdida del conocimiento, pero no hay parada respiratoria, ni modificación de la coloración de la piel, los latidos y pulso son perceptibles y la pupila del tamaño normal, en este caso es suficiente colocar al accidentado en posición lateral, vigilando su respiración, esperando la llegada de socorro.

Cuando existe pérdida de consciencia con parada respiratoria, acompañada o no de cianosis, se le debe practicar una respiración asistida.

Cuando existe pérdida de consciencia con parada circulatoria, palidez, no percepción de pulso, dilatación de la pupila (midriasis), es importante asociar a la asistencia respiratoria un masaje cardiaco externo.

Prevención

Cada vez que se tenga que manipular el cableado (al montar, desmontar o modificar una práctica), primero por seguridad personal y segundo para evitar el deterioro de los componentes o la avería del equipo utilizado, se eliminara la alimentación del circuito. Antes de restablecer la alimentación

se realizará un repaso visual, comprobando que las conexiones efectuadas en el circuito son las correctas.

Las comprobaciones y medidas sobre circuito se realizarán con puntas de prueba provistas de material aislante.

No deben inhalarse los vapores de ninguna sustancia (ácidos, revelador, etc.) utilizados en la elaboración del circuito impreso.

Es preciso comprobar las polaridades de los componentes, en especial la de los condensadores electrolíticos.

ELABORACIÓN DEL INFORME DE LA PRÁCTICA

Para esta práctica no ha de presentarse informe.

PRÁCTICA 1

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PRÁCTICA DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS PASIVOS

OBJETIVOS

- Estudiar los distintos tipos de componentes electrónicos PASIVOS.
- Realizar la clasificación de los mismos.
- Identificar los componentes en el laboratorio.

PRÁCTICAS

- Reconocimiento de resistencias.
- Comprobar la tolerancia de resistencias.
- Reconocimiento y medición de condensadores
- Medición de inductancia.
- Ensayo de una LDR.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de esta práctica es concienciar al alumno de las muchas formas de clasificar los elementos relacionados con los montajes electrónicos.

Haciendo referencia a estas clasificaciones nos fijaremos en los aspectos característicos que por lo tanto diferencian a unos elementos de otros.

Incluiremos en estas clasificaciones elementos que sin ser puramente electrónicos están relacionados con el montaje y final funcionamiento de los mismos.

Como en todas las clasificaciones habrá algunos aspectos discutibles que esperamos queden resueltos con las explicaciones.

Los elementos de conexión son muchos y muy variados, dejaremos para el final elementos como los cables, interruptores y conectores.

Las propias placas de circuito impreso también son consideradas elementos de conexión.

COMPONENTES ANALÓGICOS Y DIGITALES

La primera clasificación y por lo tanto la más genérica dividiría los componentes electrónicos según el tipo de circuito de aplicación, es decir analógicos y digitales.

Muchos de los componentes son comunes a ambas partes, por lo que no es lo más conveniente.

COMPONENTES ACTIVOS Y PASIVOS

Donde podremos profundizar más razonablemente puede ser en la clasificación atendiendo al balance de energía de los componentes:

- Activos: son componentes varía su característica eléctrica en función de la excitación.
- Pasivos: son componentes cuya característica eléctrica no depende de la excitación.

COMPONENTES PASIVOS

Clasificación de los componentes pasivos según su Función:

Tipo de componente	Propiedad característica
Resistores	Resistencia
Condensadores	Capacidad
Inductores	Inducción magnética

Resistores

Se basan en la resistencia que presenta todo conductor al paso de la corriente eléctrica. Ésta viene determinada por la resistividad del material (ρ) y sus características geométricas.

La resistividad es el inverso de la conductividad, la cual viene dada por la movilidad de los

electrones, la concentración de los mismos y su carga.

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad \sigma = \mu_h \cdot n \cdot e \quad \mu_h \left[\frac{m^2}{V \cdot s} \right]; \quad d \left[(\Omega \cdot m)^{-1} \right]$$

Si suponemos que la densidad de corriente es constante en toda la sección, cosa muy cierta en la mayoría de los casos (bajas y medias frecuencias)

$$R = \int \rho \frac{dx}{A}$$

Si el material es homogéneo la resistividad será constante. Si la sección es constante nos queda:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Parámetros básicos:

Resistencia nominal: Rn resistencia teórica del componente. Corresponde a un valor normalizado. (a 25°C)

Tolerancia: desviación máxima respecto del valor anterior. Viene dada en forma porcentual y en unos márgenes normalizados.

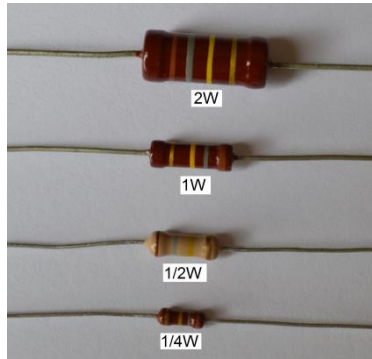
Las resistencias se organizan o se fabrican en series de valores normalizados en función de una tolerancia permitida.

Serie	Tolerancia	Cifras significativas comerciales																												
E6	±20 %	10				15					22					33					47					68				
E12	±10 %	10		12		15		18		22		27		33		39		47		56		68		82						
E24	±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					

Si en una serie existe un determinado valor, existen también todos los múltiplos de 10 correspondientes. Si existe el valor '22', quiere decir que existe desde 0,22 Ohmios (22 · 10⁻²), hasta 22 Mega-Ohmios (22 · 10⁶).

Potencia nominal: potencia que el componente puede disipar de forma continuada sin que se produzca deterioro. Existen también márgenes normalizados que corresponden con potencias de 2.

En la figura se representa la relación de tamaños para las resistencias de carbón de 1/4 W, 1/2 W, 1 W y 2 W



Tensión nominal: viene dada por la potencia nominal y la resistencia nominal. Es tensión eficaz. No debe superar la tensión máxima de trabajo. $V_n = \sqrt{P_n R}$

Tensión máxima de trabajo: tensión continua máxima aplicable en valor eficaz. No debe superar la tensión nominal. La resistencia a la cual ambas se igualan se denomina resistencia crítica. Por debajo de ella, la limitación está en la tensión nominal; por encima en la tensión máxima de trabajo. Así, en resistencias de 1W y 500V de tensión de trabajo, se igualarían en 22.36 ohmios. $500 = \sqrt{1R}$

Tensión máxima de sobrecarga: tensión máxima aplicable durante un corto espacio de tiempo (5 segundos)

Temperatura nominal: temperatura ambiente para la que viene dada la disipación nominal.

Coefficiente de tensión: incremento unitario de la resistencia frente a variaciones de tensión.

$$\frac{\Delta R / R}{\Delta V}$$

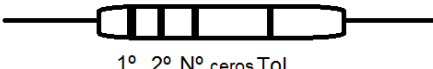
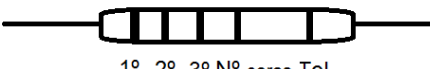
Temperatura máxima: temperatura máxima a la que puede funcionar el componente. Está relacionada con la curva de disipación, la cual indica que a partir de una determinada temperatura ambiente, la potencia disponible disminuye hasta que a una cierta temperatura se dispone del 0% de la potencia nominal.

Coefficiente de temperatura: variación del valor óhmico con la temperatura debido a su efecto sobre la resistividad. Se suele considerar el término de primer orden:

$$R = R_0(1 + \alpha \Delta T)$$

Característica de frecuencia: variación del valor óhmico con la frecuencia debido a su efecto sobre la uniformidad de la densidad de corriente.

Los valores numéricos de la mayoría de las resistencias se expresan mediante unos anillos de color alrededor de la resistencia; en la tabla adjunta se relaciona cada serie con los anillos que aparecen para efectuar la lectura del valor indicado mediante ellos.

Código de colores de resistencias fijas. IEC 60062 UNE-EN 60062									
GAMA DE POTENCIAS PARA RESISTENCIAS DE PELÍCULA DE CARBÓN 1/8 - 2 W									
3 ó 4 bandas Series: E6-E12-E24				5 bandas Series: E48-E96				Todas las series	
								α Coeficiente de temperatura ($10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}$)	
Plata	-	-	10^{-2}	$\pm 10\%$	Plata	-	-	10^{-2}	
Oro	-	-	10^{-1}	$\pm 5\%$	Oro	-	-	10^{-1}	
Negro	-	0	10^0		Negro	-	0	10^0	± 250
Marrón	1	1	10^1	$\pm 1\%$	Marrón	1	1	10^1	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	10^2	$\pm 2\%$	Rojo	2	2	10^2	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	10^3	-	Naranja	3	3	10^3	-
Amarillo	4	4	10^4	-	Amarillo	4	4	10^4	-
Verde	5	5	10^5	$\pm 0,5\%$	Verde	5	5	10^5	$\pm 5\%$
Azul	6	6	10^6	$\pm 0,25\%$	Azul	6	6	10^6	-
Violeta	7	7	-	$\pm 0,1\%$	Violeta	7	7	-	-
Gris	8	8			Gris	8	8	-	-
Blanco	9	9			Blanco	9	9	-	-
Ninguno				$\pm 20\%$				-	$\pm 20\%$
1° 2° Dígitos significativos				Factor	Tolerancia	1°,2°,3° Dígitos significativos			Factor
									Tolerancia
									Sexta banda más ancha, discontinua o en espiral

Nota: la serie E48 tiene una tolerancia del 2% y la E96 del 1%.

Clasificación:

Lineales	Fijos	De carbón	Aglomerados
			De película
	Variables	Metálicos	De película
		(potenciómetros o reóstatos)	Bobinados
No lineales	NTC, PTC, VDR, LDR, galgas...		

Resistores aglomerados

Han sido muy populares por su bajo coste y robustez, pero han quedado obsoletos. Además tienen la ventaja de no presentar comportamiento inductivo, así como una elevada robustez mecánica y eléctrica. Apenas varían con la temperatura. Se emplean en aplicaciones de baja potencia (hasta 4 w).

Tienen los inconvenientes de un elevado ruido y una bajada en su valor óhmico con la frecuencia y la tensión. Son poco estables. Baja precisión (tolerancia $\geq 5\%$)

Su capacidad parásita es grande, de manera que pronto tiende a disminuir su impedancia.

Resistores de película de carbón

Ventajas: poco ruido, valor independiente de tensión y frecuencia.

Inconvenientes: frágiles; soportan mal las sobrecargas.

Se emplean en baja potencia (hasta 6 W). Coeficiente de temperatura negativo. Se pueden emplear para compensar variaciones de temperatura.

Resistores de película metálica

Su principal característica es su elevada estabilidad. Además destacan por su bajo ruido y la posibilidad de obtener componentes de elevada precisión.

Resistores bobinados

Parámetros de diseño son: diámetro del núcleo (D), diámetro del hilo (d), paso de las espiras (p), número de espiras (n), resistividad del material (ρ). El diámetro del hilo se determina en función de la potencia que se pretenda disipar, por lo que el valor óhmico se ajusta con el resto de parámetros:

$$R = \rho \frac{nl_e}{\pi d^2 / 4} \quad \text{donde } l_e = \sqrt{\pi^2 D^2 + p^2} \quad \text{longitud de cada espira}$$

Sus aplicaciones se encuentran en dos campos diferenciados: potencia y precisión.

De potencia:

Los podemos tener de varios modelos según el material aislante del exterior: pintados, cementados, vitrificados.

		
Resistencias esmaltadas	Resistencias vitrificadas	Resistencias cementadas

Existen de potencias desde unos pocos vatios hasta kilovatios.

De precisión:

Se emplean cuando se necesita precisión superior al 1%, estabilidad y ausencia de ruido, así como una cierta potencia. Se puede incluso evitar el efecto inductivo mediante arrollamientos contrarios. También existen diferentes modelos en función tanto del aislante interno como externo. El elevado valor de su inductancia genera la aparición de picos en el valor de su impedancia.

Resistores lineales variables

Constan de un encapsulado, un elemento resistivo y un cursor. Se denominan potenciómetros o reóstatos. Esta terminología se suele utilizar indistintamente, aunque en todo caso los reóstatos son aquellos que se colocan en serie con la carga con el cursor unido a uno de los extremos y los potenciómetros en paralelo con el cursor como salida hacia la carga, formando un divisor de tensión.

TIPOS DE RESISTORES VARIABLES

De capa: de carbón, metálica.

Bobinados: de pequeña disipación, de potencia, de precisión.

De capa de carbón: se forma una pasta mezclando negro de humo con baquelita líquida y un plastificante; se deposita mediante rodillos sobre un soporte de baquelita.

De capa metálica: mezcla de óxido de estaño y de antimonio depositado sobre soporte de vidrio.

Bobinadas de pequeña disipación: son similares en cuanto a materiales y construcción a las resistencias bobinadas fijas.

Bobinadas de potencia: se emplea también hilo de Ni-Cr pero sobre soporte de material refractario para soportar el calor generado.

Bobinadas de precisión: emplean aleaciones de pequeña resistividad (Au-Ag) para obtener valores bajos sin tener que incrementar el diámetro. Entre ellas se encuentran los resistores multivuelta helicoidales.

Resistores no lineales

Tiene un valor óhmico que varía en función de parámetros físicos tales como: temperatura, luz, tensión, etc.

Vamos a ver los casos más comunes:

Termistores: su valor óhmico es función de la temperatura. Su descripción incorpora algunos parámetros nuevos:

Resistencia nominal: en este caso el valor nominal se proporciona a una determinada temperatura (25°, ambiente).

Autocalentamiento: fenómeno que supone el incremento de temperatura provocado por el paso de la corriente eléctrica que provoca a su vez una interpretación falsa de la temperatura ambiente. Se cuantifica en base al factor de disipación térmica que se define como la potencia necesaria para elevar en un grado la temperatura del componente.

Existen dos tipos de termistores: PTC (coeficiente de temperatura positivo) y NTC (coeficiente de temperatura negativo). Estos coeficientes hacen referencia al signo del parámetro α e indican el sentido de variación del valor óhmico frente a los incrementos de temperatura.

Varistores (VDR): su resistencia varía con la tensión aplicada, concretamente disminuye con la tensión. Están compuestos de carburo de silicio u óxido de zinc. Presentan una disminución brusca de resistencia con la tensión a partir de un valor dado.

Se emplea en aplicaciones de conmutación tales como la protección de circuitos más que en medición.

Fotorresistencias (LDR): su resistencia varía en función de la luz que reciben. Disminuye a mayor intensidad luminosa de forma aproximadamente exponencial. Se aplica más que en medición, en detección de umbrales, por lo que la ley de variación no es crítica.

Condensadores

Son dispositivos formados por dos placas o láminas conductoras separadas por un material dieléctrico.

Se caracterizan por su capacidad para almacenar energía. La cantidad de energía almacenada depende de sus características geométricas y del material dieléctrico empleado. Así, un condensador de placas paralelas tiene una capacidad:

$C = \varepsilon \frac{S}{d}$ donde S es la superficie de las placas, d es la distancia entre ellas y ε es la permitividad del dieléctrico.

Un condensador esférico: $C = 4\pi\varepsilon \frac{R1}{1 - \frac{R1}{R2}}$ con $R2 > R1$

Parámetros básicos:

Capacidad nominal: capacidad teórica del condensador. Es un valor normalizado. Las unidades básicas son los picofaradios. (a 25°C y 1kHz ó 100Hz para electrolíticos)

Tolerancia: desviación máxima respecto del valor nominal.

Corriente de fugas – Resistencia de aislamiento: resistencia que presenta el condensador entre sus placas. Idealmente es infinita. Realmente es muy alta. Se suele proporcionar en términos de μ amperios / (voltios x μ faradio). También se proporciona un valor máximo o mínimo.

Respuesta en frecuencia: También se suele llamar resistencia equivalente serie (ESR). Otra forma de proporcionar este dato es como factor de pérdidas: $\text{tg}(\delta)$ donde δ es la

diferencia entre el desfase teórico entre corriente y tensión (90°) y el real, debido a la presencia de la ESR.

Rigidez dieléctrica – Campo de ruptura: valor máximo de campo eléctrico que puede soportar el dieléctrico conservando su carácter aislante; a partir de él se comporta como conductor. Se suele proporcionar la tensión de ruptura como parámetro más práctico aunque puede recibir diferentes nombres.

Tensión nominal: máxima tensión aplicable al condensador de forma continuada, ya sea continua, alterna de pico o suma de la componente continua y el pico de la componente alterna.

Coefficientes de temperatura y frecuencia: la variación de la capacidad con estos factores se debe a cambios en la permitividad del dieléctrico. La complejidad de estos fenómenos nos lleva a una representación gráfica.

Gradiente de tensión: máxima pendiente de incremento de tensión. Está relacionada con la corriente máxima instantánea que soporta, ya que:

$$i = C \frac{dV}{dt}$$

Máxima corriente de rizado: es la forma habitual de expresar la potencia, es la máxima corriente alterna soportada en valor eficaz. Es función de la temperatura y la frecuencia.

Clasificación:

Fijos	Sin polaridad	Cerámicos
		Plástico
		Otros
	Polarizados	Aluminio
Tántalo		
Variables	(trimmer)	

Condensadores cerámicos

Están constituidos por mezclas de silicatos y óxidos metálicos. Concebidos para aplicaciones de AF. Se distinguen dos grupos:

Grupo1: son condensadores denominados estables por tener un coeficiente de temperatura lineal (de primer orden), definido y constante. Tienen un coeficiente de tensión prácticamente nulo. Tienen bajas pérdidas. Se aplican en osciladores, filtros, etc. Aplicaciones que necesitan tener unas capacidades determinadas por cálculos.

Grupo 2: condensadores denominados inestables. Su factor de temperatura no está definido, así como su factor de tensión. Tiene mayores pérdidas que los anteriores. Se emplean en aplicaciones que no requieren de un valor exacto de capacidad (acoplo, desacoplos).

Condensadores de plástico

Emplean como dieléctrico diferentes materiales plásticos: poliéster (mylar), policarbonato, poliestireno, teflón, polipropileno. Como ocurre con los anteriores, diferentes dieléctricos confieren diferentes propiedades que los hacen apropiados para diferentes aplicaciones.

Poliéster	Alta capacidad. Uso general en baja tensión y frecuencia.
Policarbonato	Estable con la temperatura. Uso general en baja tensión y frecuencia.
Poliestireno	Alta frecuencia y alta tensión.
Teflón	Similar al anterior soportando mayor temperatura.
Polipropileno	Similar a los anteriores pero más estable.

Mica: éste es su material dieléctrico (silicato de aluminio y potasio). Se caracterizan por bajas pérdidas, ancho rango de frecuencias, estabilidad elevada con temperatura y tiempo.

Otros materiales

Existen algunos otros materiales dieléctricos utilizables tales como el papel o el vidrio empleados en diferentes aplicaciones (potencia y alta frecuencia respectivamente), aunque de forma más restringida.

Condensadores electrolíticos

Aunque no siempre coinciden se suele asimilar el concepto de electrolítico con polarizado; en realidad existen condensadores electrolíticos no polarizados, pero su uso es más reducido. Se trata de condensadores que, debido a sus características constructivas son sensibles a la polaridad de la tensión aplicada, de manera que una tensión inversa de un determinado valor puede llegar a destruirlos.

Su principal ventaja respecto a los anteriores es su mayor capacidad, tanto es así que su capacidad va a venir expresada en microfaradios; otra ventaja es la elevada corriente de rizado que soportan. Como principal desventaja tenemos que su polaridad les hace inservibles para muchas aplicaciones. Otros inconvenientes son: tolerancia, pérdidas y coeficiente de temperatura elevado y no lineal.

Están formados por dos electrodos, un electrolito y un dieléctrico. El electrolito tiene como misión, en el periodo de formación del condensador, proveer de oxígeno a uno de los electrodos que, por acción de una corriente eléctrica aplicada, se oxida constituyendo este óxido el dieléctrico del condensador así formado. El electrodo conectado a positivo durante el proceso de formación, debe seguir siendo conectado a positivo y pasa a denominarse ánodo. Según sea el electrolito sólido o líquido, estos condensadores se denominan secos o húmedos.

Tenemos dos tipos de condensadores de este tipo:

De aluminio: los electrodos son de este material; el dieléctrico formado es de alúmina.


De tántalo: los electrodos son de este material y el dieléctrico de óxido de tántalo. Es más aislante por lo que el condensador resultante es de mayor capacidad. Por otro lado, soportan menores tensiones y son más caros.






Condensadores variables

Se obtienen variando alguno de los parámetros constructivos que les afectan: distancia entre placas o superficie enfrentada principalmente. Dentro de este grupo podemos considerar los condensadores ajustables o trimer que mediante un tornillo permite cambiar puntualmente su capacidad.

Tabla de capacidad de los condensadores con su gama de valores y tensiones máximas de trabajo.

Tipo de condensador	Gama de valores	Gama de tensiones máximas
Mica	2 pF a 22 nF	250 a 4000
Papel	1 nF a 10uF	250 a 1000
Poliestireno (styrtoflex)	10 pF a 4'7 nF	25 a 63
	4'7pF a 22 nF	160 a 630
Poliéster	4'7 nF a 1'5uF	100 a 160
	1 nF a 470 nF	400 a 1000
poliéster metalizado	47 nF a 10 uF	63 a 100
	10 nF a 2'2 uF	250 a 400
	10 nF a 470 nF	630 a 1000
Policarbonato metalizado	47 nF a 10 uF	63 a 100
	10 nF a 2'2 uF	250 a 400
	10 nF a 470 nF	630 a 1000
Cerámico Grupo 1	0'56 pF a 560 pF	63 a 100
	0'47 pF a 330 pF	250 a 500
Cerámico Grupo 2	4'7 nF a 470 nF	15 a 50
	220 pF a 22 nF	63 a 100
	100 pF a 10 nF	250 a 500
	470 pF a 10 nF	1000
Electrolítico de aluminio	100 uF a 10.000 uF	4 a 10
	2'2 uF a 4700 uF	16 a 40
	0'47 uF a 2200 uF	63 a 160
	2'2 uF a 220 uF	200 a 450
Electrolítico de Tántalo	2'2 uF a 100 uF	3 a 10
	220 nF a 22 uF	16 a 40

Cerámicos grupo 1		Se emplea la unidad de medida como coma decimal.
-------------------	---	--

Cerámicos grupo 2		La capacidad se expresa en números equivalentes a colores.
Electrolíticos		Capacidad indicada en valor numérico y unidades. Suele indicarse el polo negativo o existe un anillo de polaridad.
Tántalo		La capacidad se encuentra en cifras y unidad. Suele haber un “+” indicando la polaridad
Poliéster metalizado		La capacidad se expresa en números, código de colores, etc.
Poliestireno		

Códigos de Identificación de valores de los condensadores.

Banda de color	A	B	C	D		E
	1 cifra	2 cifra	Factor multiplicador	Tolerancia		
				C < 10 pF	C > 10 pF	Coef. de temp. ppm/°C
				±pF	±%	
Negro	0	0	10 ⁰	2	20	0
Marrón	1	1	10 ¹	0,1	1	-33
Rojo	2	2	10 ²	-	2	-75
Naranja	3	3	10 ³	-	3	-150
Amarillo	4	4	10 ⁴	-	-	-220
Verde	5	5	10 ⁵	0,5	5	-330
Azul	6	6	-	-	-	-470
Violeta	7	7	10 ⁻³	-	-	-750
Gris	8	8	10 ⁻²	0,25	-	-
Blanco	9	9	10 ⁻¹	1	10	-
Oro	-	-	-	-	-	100
Azul oscuro	-	-	-	-	-	1.500

Valores de tolerancia para los condensadores.

Letra	C < 10 pF ±pF	C ≥ 10 pF ±%
B	0,1	
C	0,25	
D	0,5	0,5
F	1	1
G	2	2
H		2,5
J		5
K		10
M		20
P		0 - +100
R		-20 - +30
S		-20 - +50
Z		-20 - +80

Indicadores de los coeficientes de temperatura para condensadores.

Letra	ppm/°C
A	100
C	0
H	-33
L	-75
P	-150
R	-220
S	-330
T	-470
U	-750
W	-1500

Tabla con los valores máximos de tensión en los condensadores (U_{cc}).

	F Poliéster	G Poliestireno	H Tántalo
Negro		630	10
Rojo	250	160	4
Naranja			40
Amarillo	400	63	6,3
Verde			18
Azul	630	25	
Gris			25
Blanco			2,5

Inductores

Se trata de dispositivos formados por un arrollamiento de un hilo conductor alrededor de un núcleo ferromagnético.

Al igual que los condensadores se muestran capaces de almacenar temporalmente energía. La cantidad de energía almacenada depende de sus características geométricas y del material del núcleo.

La expresión de la inductancia de una bobina cilíndrica es:

$$L = \mu \frac{n^2 S}{l}$$
 donde μ es la permeabilidad magnética del núcleo, n es el número de espiras, S es la sección del núcleo y l su longitud.

Su presencia en el mercado es menor que la del resto de componentes pasivos. En aplicaciones en que se puede conseguir el mismo resultado mediante otros componentes se evita colocar inductancias debido a varios factores, entre los que destacan los problemas de compatibilidad electromagnética que provocan y su tamaño.

Parámetros básicos:

Inductancia nominal: valor teórico del componente. Se mide en henrios.

Tolerancia

Factor de pérdidas / Factor de calidad: representan el efecto de la resistencia serie equivalente que crea el hilo conductor. Vienen determinados por $\text{tg } \delta$ y $\text{tg } \varphi$ respectivamente; donde φ es el desfase real entre la tensión y la corriente y δ es $90 - \varphi$. Dicho de otro modo:

$$\text{tg } \varphi = \frac{R}{\omega L} \quad \text{tg } \delta = \frac{R}{\omega L}$$

Clasificación:

Bobinas	Baja frecuencia	Choques de filtrado con núcleo de FeSi
		De núcleo de aire para filtros de Potencia
		de ferrita para resonadores
	Alta frecuencia	De núcleo de ferrita para RF
		De hilo especial para RF (aire o ferrita)
		Planas (sobre circuito impreso)

PRÁCTICA

- Realizar la identificación dentro de los tipos estudiados de las resistencias que se presentan en la práctica.
- Comprobar los valores y el error respecto a la tolerancia de resistencias identificadas.
- Reconocimiento y medición de condensadores
- Medición de las tolerancias en serie y en paralelo de las resistencias
- Medir la Inductancia
- Medición de la variación de una LDR con el polímetro

ELABORACIÓN DEL INFORME.

El informe de la práctica debe incluir:

- Descripción de los tipos de resistencias visualizados, valores y tolerancias.
- Descripción de los tipos de condensadores estudiados, valores y tolerancias.
- Cálculo de la evolución de la tolerancia al combinar resistencias.
- Medida de la inductancia.
- Medidas de la LDR.

PRÁCTICA 2

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS PRÁCTICA DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS ACTIVOS

OBJETIVOS

- Estudiar los distintos tipos de componentes electrónicos activos.
- Realizar la clasificación de los mismos.
- Identificar los componentes en el laboratorio.

PRÁCTICAS

- Identificación de componentes
- Niveles TTL y CMOS

INTRODUCCIÓN

Continuando con la clasificación de componentes electrónicos iniciada en la práctica anterior, nos vamos a centrar ahora en los componentes activos. Aunque no es sencillo proporcionar una definición que englobe perfectamente a la amplia variedad de componentes activos existentes, como ya se adelantó en la práctica anterior, se pueden considerar como activos aquellos componentes capaces de transferir energía. Esto implica que una parte sustancial de la energía que se les transfiere, la devuelven al circuito aunque sea en una forma diferente.

En la actualidad se puede decir que los componentes activos están constituidos por elementos semiconductores. No siempre ha sido así, no obstante. De hecho, las válvulas de vacío dominaron el mercado durante una etapa importante de la historia de la electrónica.

CLASIFICACIÓN

La forma de clasificar los componentes activos es, una vez más, arbitraria. Se pueden seguir diferentes criterios por lo que la clasificación aquí propuesta se debe tomar como una de las posibles.

Semiconductores	Discretos	Diodos	Rectificadores
			Schottky
			LED ó emisores de luz
			Diodos Láser
		Transistores Bipolares	PNP NPN Pequeña señal
			Potencia
			baja frecuencia
		Transistores Unipolares	frecuencia
			JFET P, N
			MOS N
			MOS P
		Semiconductores controlables de potencia	Tiristor SCR
	GTO		
	IGBT		
	MCT		
	Integrados	Analógicos	A.O
			Amplificadores
Reguladores de Tensión			
Digitales		Lógica MSI	
		Subsistemas	
		Memorias	
		Microprocesadores, etc.	
Mixtos		Conversores AD	
		Conversores DA	

SEMICONDUCTORES DISCRETOS

Consideramos en este grupo aquellos semiconductores que se encapsulan aislados o en combinaciones de pocos dispositivos. Nos estamos refiriendo a:

- Diodos: rectificadores, zéner, led, varicap, túnel, PIN
- transistores bipolares: npn, pnp, darlington

- transistores de unipolares: jfet, mosfet.
- otros: tiristores, triac, igbt, diac, ujt, optoacopladores

Existe diferente normativa a la hora de designar los semiconductores y dispositivos. Por otro lado, existe gran cantidad de componentes (especialmente de potencia) que llevan una nomenclatura específica del fabricante, por lo que no formarían parte del estudio que vamos a realizar a continuación.

PROELECTRÓN (Europeo)

Este sistema se utiliza principalmente en Europa. El componente se designa de dos formas, según el tipo de aplicación al que esté destinado (comercial o profesional):

- Dos letras + secuencia alfanumérica de serie (aplicaciones comerciales)
- Tres letras + secuencia alfanumérica de serie (aplicaciones profesionales)

La primera letra indica el tipo de material:

- A: banda prohibida de 0'6 a 1 eV (Ge)
- B: banda prohibida de 1 a 1'3 eV (Si)
- C: banda prohibida mayor de 1'3 eV (GaAs)
- D: banda prohibida menor de 0'6 eV (InSb)
- E: otros materiales, como los empleados en fotosensores.

La segunda letra indica la aplicación principal:

- A: diodo de detección o conmutación (pequeña señal).
- B: diodo de sintonía (varicap)
- C: Transistor de audio de señal
- D: Transistor de audio de potencia
- E: diodo túnel
- F: transistor para alta frecuencia
- G: multichips
- H: sonda de efecto hall
- L: transistor de potencia para alta frecuencia
- M: modulador o multiplicador may
- N: optoacoplador
- P: componente sensible a radiación (fotodiodo)
- Q: emisor de radiación (LED)
- R: componente de control o conmutación (tiristor)
- S: transistor para aplicaciones de conmutación
- T: como R pero con diferente resistencia térmica
- U: transistor de potencia para conmutación
- X: varios tipos de diodos (varistor)
- Y: diodo rectificador, diodo de potencia,...
- Z: zéner.

Tercera letra (si existe): determina el tipo de componente. Será X, Y ó Z.

Secuencia alfanumérica: identifica el modelo.

Algunos componentes incorporan otro código alfanumérico a modo de sufijo que nos da cierta información adicional. Podemos destacar los siguientes:

a) Diodo Zéner: Una letra seguida de la tensión de disrupción o de trabajo típica de este diodo (en la cual la letra V actúa como coma decimal si la tensión que estabiliza no es un número entero) y donde sea apropiado, la letra R (polaridad inversa). La primera letra indica la tolerancia nominal respecto de la tensión de trabajo en %.

- A: 1%
- B: 2%
- C: 5%
- D: 10%
- E: 15%

b) Diodo rectificador: Un número y donde sea apropiado, la letra R (polaridad inversa). El número indica generalmente el voltaje de pico repetitivo máximo.

Para la designación de diodos de pequeña señal profesionales también se utiliza el código de colores. La combinación de letras inicial se designa por el color del cuerpo del diodo, mientras que las cifras de la secuencia alfanumérica que siguen a las letras se deducen de bandas de color impresas sobre el diodo. El cátodo se indica por la banda más ancha, correspondiendo dicha banda a la primera cifra. A continuación se muestra la correspondencia de letras y cifras con colores.

Letras iniciales y color correspondiente:

- BAV : VERDE
- BAW : AZUL
- BAX : NEGRO

Cifra y color de la banda:

- 0 : NEGRO
- 1 : MARRON
- 2 : ROJO
- 3 : NARANJA
- 4 : AMARILLO
- 5 : VERDE
- 6 : AZUL
- 7 : VIOLETA
- 8 : GRIS
- 9 : BLANCO

Ejemplos:

BC107B

B: Silicio

C: Transistor para aplicaciones de audio ($R_{thj-a} > 15 \text{ K/W}$).

107 B: Secuencia alfanumérica de serie.

AAZ15

A: Germanio

A: Diodo de conmutación

Z: Uso profesional

15: Secuencia alfanumérica de serie

BZY96C3V9R

B: Silicio

Z: Diodo Zener

Y: Uso profesional

96: Secuencia alfanumérica de serie.

C: Tolerancia de un 5% sobre la tensión nominal que estabiliza.

3V9: Tensión nominal 3.9 V.

R: Polaridad inversa

JEDEC

Este sistema es usado principalmente por los fabricantes americanos. Está definido por el estándar EIA RS-236-B, Junio de 1963. El código de designación se presenta básicamente como:

Una cifra + N + Secuencia alfanumérica de serie

La cifra indica el número de uniones del componente (1 para el diodo, 2 para el transistor,...). La letra N indica que el material usado es el silicio.

Para designar los diodos también se tiene un sistema de designación por colores. En este caso la primera cifra seguida de la letra N no se corresponden con información visual alguna. La secuencia alfanumérica que sigue a la N se codifica por un sistema de bandas de colores con arreglo a las normas siguientes:

Secuencia de dos cifras: una banda negra seguida de dos bandas representando una cifra cada una según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una cuarta banda según la tabla.

Cifra	Color	Letra
0	NEGRO	-
1	MARRON	A
2	ROJO	B

3	NARANJA	C
4	AMARILLO	D
5	VERDE	E
6	AZUL	F
7	VIOLETA	G
8	GRIS	H
9	BLANCO	J

Secuencia de tres cifras: tres bandas representando una cifra cada una según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una cuarta banda según la tabla 1.

Secuencia de cuatro cifras: cuatro bandas representando una cifra según la tabla 1. Si existe una letra como sufijo, se codifica con una quinta banda según la tabla 1.

Para la identificación del cátodo se utiliza en la mayoría de los casos una banda de anchura doble como primera cifra más próxima a este terminal. En otros casos, el grupo de bandas se agrupa claramente hacia el cátodo, debiendo ser leídas desde el cátodo al ánodo.

Ejemplo:

2N5965

2: Dos uniones, es decir, un transistor.

N: Silicio

5965: Secuencia alfanumérica de serie.

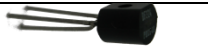


Encapsulados




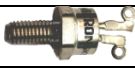
En este aspecto vamos a considerar el estándar JEDEC como universalmente asumido. Considera la denominación de los componentes activos, tanto discretos como integrados como una secuencia alfanumérica formada por varios campos:

[Característica] – [material][posición](encapsulado) – [forma][cuenta]

de todos estos campos, solamente el de encapsulado es obligatorio. No obstante si se especifica material, también se incluirá la posición.

El campo de encapsulado emplea dos letras, lo que da lugar a multitud de combinaciones. No todas se emplean, y de las que se emplean vamos a hacer referencia por el momento a las que se aplican a semiconductores discretos:

CY: cylinder package		
CP: clamped package		

DB: disc-button package	
FM: flange-mount package	
LF: long-form package	
PF: press-fit package	
PM: post-mount package	

Esta denominación no es la que vamos a encontrar en los catálogos de componentes activos, ya que hace referencia únicamente a tipos de encapsulados y no a modelos completos. En esta práctica vamos a encontrar modelos concretos y a hacerlos corresponder con el tipo JEDEC al que pertenecen.

SEMICONDUCTORES INTEGRADOS

Se trata de componentes electrónicos activos construidos dentro de un mismo encapsulado para desempeñar una función en conjunto. Se trata más de circuitos que de componentes.

Distinguimos hasta tres modalidades: analógicos, digitales y mixtos.

Analógicos son aquellos que reciben una señal de entrada analógica y generan una salida analógica.

Digitales son los que reciben entrada digital y generan salida digital.

Mixtos son los que reciben entrada analógica y generan salida digital o viceversa.

En el caso de los semiconductores discretos comentamos que sobre todo en el caso de los de potencia, la codificación depende del fabricante. En el caso de los circuitos integrados esto es mucho más evidente, aunque existe algún estándar que pasamos a comentar:

PROELECTRÓN

Formado por tres letras y tres cifras.

Primera letra: T (analógico), F ó S (digital), U (mixto)

Segunda letra: agrupa a dispositivos que tienen algo en común. Normalmente se asocia una D a la familia MOS y una J a la TTL.

Tercera letra: función: A (amplificador lineal), H (circuito combinacional)...

Dos primeras cifras: código del dispositivo.

Tercera cifra: margen de temperatura.

TEXAS INSTRUMENTS

Identificación del fabricante (SN)

Dos cifras que indican el margen de temperatura 74 (0-75); 54 (-55 a 125)

- Familia lógica
- Una letra opcional para casos especiales
- Nº de bits (opcional)
- Campo opcional para opciones del componente
- Función o modelo
- Campo opcional para revisión del modelo
- Encapsulado
- Detalles del encapsulado

Encapsulados

Los tomamos de la norma JEDEC que vimos para semiconductores discretos. En el caso de los integrados, tendríamos:

- CC: suelen ser cuadrados o rectangulares con patillas en los cuatro lados y de muy corta extensión, aunque con distintas formas.
- CY: cilíndrico como el de los discretos, aunque normalmente con más patillas.
- FM: para montaje adosado como los discretos aunque con más patillas normalmente.
- FP: encapsulado plano. El cuerpo es similar al CC, las patillas son o acaban planas paralelas al plano del componente (para montaje superficial).
- GA: cuerpo similar al anterior, pero con patillas por toda la cara inferior del componente.
- IP: en línea o en paralelo.
- SO: encapsulado pequeño. Configuración de pequeño tamaño similar a IP normalmente para montaje superficial. Puede tener una distribución de patillas asimétrica.

COMPONENTES NO ELECTRÓNICOS

Respecto a la función que realizan:

Circuitos impresos	Soporte
Cables	Conducción de señal eléctrica y de potencia
Fibras ópticas	Conducción de señal óptica
Conectores	Conexión eléctrica u óptica
Zócalos	Soporte de circuitos integrados

Circuitos impresos

Respecto a cómo realizaremos el montaje de los componentes en el circuito impreso podemos hacer una nueva división:



Circuito impreso	Con solo componentes de inserción (Clase A)	1 cara (Tipo 1)
	Solo con SMD (Clase B)	1 cara (Tipo 1)
		Doble cara (Tipo 2)

	Mezcla componentes discretos y SMD	1 cara (Tipo 1)
		Doble cara (Tipo 2)

Cables


Cables de cobre	Coaxiales
	Pares trenzados
	De Potencia
Fibras ópticas	Monomodo
	Multimodo


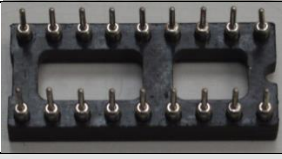
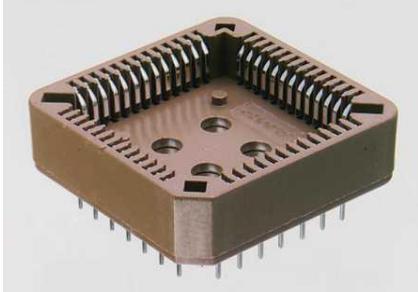
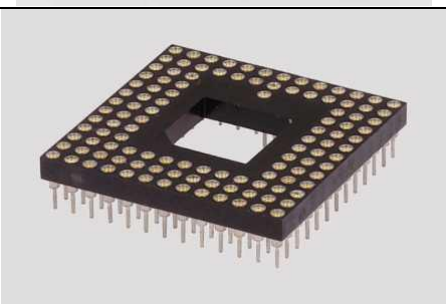

Conectores

para cables de alimentación y potencia (No directamente relacionados con PCB)	Internacionales: Conexiones de red normalizados	
	Industriales	
	DC. Jack	
	Rectangulares propósito general	
	Regletas atornillables	
de señal	A medida	
	Sub D, DB9, DB25	
	IE 488	
	SCSI, SCSI 2	
	USB	
	Otros normalizados FCC-68, DIN 41612	
de cable plano	Mono hilo	
de memorias y tarjetas		
de conexión en PCB	Espadines	
	Terminales atornillables	
	Terminales de inserción (macho o hembra)	
de coaxial	BNC	

Zócalos

Zócalos de inserción:

SIL (Single in Line)	
----------------------	--

DIL (Dual-In-Line) ó DIP (Dual-In-Paralell)	Pin normal	
	Pin torneado	
PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)		
PGA (Plastic Grid Array)		
SIMM	<p>Son los utilizados en los módulos de memorias de 30 y de 72 vías, verticales y oblicuos; incluyen cierres de plástico o metálicos. Los zócalos necesitan muy poca fuerza de inserción y van polarizados a la derecha; los vástagos de polarización coinciden con unas aberturas en la placa, para evitar inserciones erróneas.</p> <p>Paso entre pines, 30 vías - 2,54mm. 72 vías - 1,27mm</p>	

PRÁCTICA

- Identificar componentes.
- Comprobación niveles TTL y CMOS con puertas NOT
- Identificar el tipo de encapsulados de los C.I.

ELABORACIÓN DEL INFORME:

El informe de la práctica debe incluir:

- Descripción de los tipos de componentes identificados.
- Mediciones de los niveles detectados en las dos tecnologías.

PRÁCTICA 3

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DISEÑO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

OBJETIVOS

- Introducir los conceptos relacionados con el diseño de placas de circuito impreso.
- Conocer las distintas posibilidades y técnicas que existen.
- Realizar los procesos de diseño manual de un circuito impreso.

PRÁCTICAS

- Diseño de un circuito impreso para el esquema propuesto.

INTRODUCCION

Partimos de la idea de conseguir realizar de forma práctica el montaje de un circuito del que tenemos de un esquema.

Dicho esquema puede ser inicialmente un dibujo en un papel o tener además una representación del mismo en un programa de ordenador. Puede haberse realizado la simulación del circuito con lo que podemos tener cierta seguridad de que el resultado final funcionará como nosotros habíamos diseñado. Si no se han realizado simulaciones del circuito la única manera de tener la certeza de que el resultado final funcionará será montando un prototipo previamente.

Existen distintas formas de realizar los prototipos:

- En placa prototipo o *'board'*, donde los componentes se unen mediante cables insertados; existen varios puntos conectados entre si en zonas concretas. No se realizan soldaduras
- Wire wrapping. Una técnica de conexión de componentes mediante hilo especial.
- Uniprint. Sistema en el que las placas tienen los agujeros unidos por filas, y se cortan las pistas donde corresponda después de haber soldado los componentes. También son necesarias las soldaduras con cable para hacer otras conexiones distintas de las de fila.
- Placa prototipo: se trata también de una placa preperforada en la que los huecos se encuentran internamente conectados de acuerdo con un determinado patrón. Los componentes quedan atrapados en los orificios por lo que no necesitan ser soldados. El resto de conexiones se realizan mediante hilos externos que son también atrapados.

Entendemos por lo tanto que antes de realizar el circuito impreso definitivo habremos asegurado el funcionamiento del mismo.

Diseñar un circuito impreso es conseguir la interconexión de los distintos componentes que lo forman mediante pistas de cobre.

Relación entre los procesos completos para la elaboración de circuito impreso según el grado de automatización

PROCESO BÁSICO	PROCESO ASISTIDO POR ORDENADOR Y AUTOMATIZADO
Esquema	<p>Captura del esquema. Editor de esquemas eléctricos con biblioteca de símbolos y encapsulado de componentes.</p> <p>Simulación de funcionamiento analógica y digital, análisis térmico y mecánico.</p> <p>Listado de los componentes, presupuestos, etc.</p>

Disposición de los componentes y trazado de pistas ó rutado manual	PCB (Print Circuit Board): Disposición de los componentes. Autotrazado (autorruting). Plantillas de taladro. Máscara de soldadura.
Impresión sobre el cobre (rotulado con indeleble o transferibles)	Máscara de pistas Mediante impresora, plotter, fotoplotter, etc.
Corrosión. Eliminación de las partes de cobre que no pertenezcan a las pistas mediante ácido corrosivo	Fabricación de las pistas mediante control numérico CNC, por eliminación del resto del cobre que no forma parte de la pista por fresado o similar.
Taladrado manual	Taladrado automático
Inserción de componentes uno a uno	Inserción automática o semiautomática
Soldadura manual	Soldadura por ola o similar
Mecanizado	
Cableado externo a la placa	
Test de funcionamiento	

TIPÓS DE DISEÑOS: MANUAL, CON ORDENADOR.

La principal diferencia respecto a los distintos tipos de diseño tendrá relación con el grado de automatización en la realización del mismo.

Diseño manual

Se caracterizará por la ausencia de automatización. Todo el proceso se realiza de forma manual.

La calidad final depende en gran medida de la práctica de la persona que realiza el diseño.

Por ordenador

Se necesita de un computador para poder llevar a término el trabajo. Se pueden conseguir distintos grados de automatización del proceso.

Diseño Manual con Ordenador

El Ordenador es básicamente una herramienta para mejorar la apariencia del resultado final, casi podemos decir que es una programa de dibujo con las características orientadas hacia los circuitos electrónicos.

Semiautomático

El ordenador realiza parte del trabajo.

El diseñador tiene que situar los componentes en la placa. Definir las conexiones a realizar y generar las pistas. En algunas ocasiones se considera semiautomático si hay que realizar el posicionado de los componentes aunque el resto del proceso se realice de forma automática.

Diseño Automático

Las pistas vienen siempre definidas por parte del esquema del circuito que ya se encuentra 'descrito' en un formato electrónico. El programa se encarga de posicionar los componentes según unas estrategias definidas.

DISEÑO MANUAL

Para el diseño manual es indiferente partir de un esquema creado en un programa ordenador o de un simple dibujo en papel.

Necesitaremos conocer las dimensiones exactas de los componentes utilizados en nuestro circuito, teniendo incluso en cuenta si serán necesarios disipadores u otro tipo de elementos.

Se trabajará normalmente en una escala superior a la real, 2:1 suele ser suficiente.

Disponer los componentes como parezca que pueden ser realizadas mayores conexiones directamente. Realizar el mayor número posible de las uniones marcadas por el esquema, no cruzando las futuras pistas de cobre que supondrían cortocircuitos en el circuito.

Recolocar los componentes para poder completar las conexiones que haya en el circuito o que supongan menos conexiones o menores distancias.

Para dibujar el circuito a escala 1:1 tendremos en cuenta algunas consideraciones de diseño para la realización del circuito impreso definitivo:

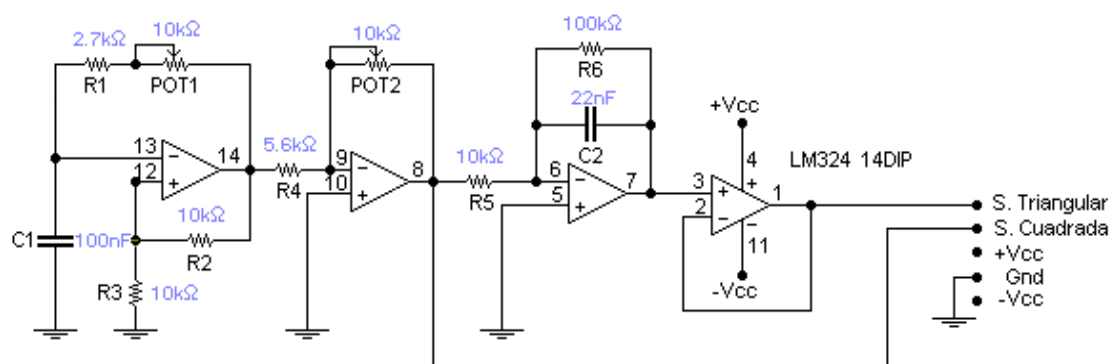
- La anchura de las pistas conductoras no es relevante en el caso de que las corrientes no sean elevadas, normalmente se realizan como mínimo de 0,5 mm. En el caso de que se trabaje con corrientes elevadas se debe aumentar la anchura de la pista. Por ejemplo para una corriente de 2 A se utilizarán espesores de cobre de 35 μm , y de 0,7 mm de ancho de pista; para 5 A se requerirán como mínimo 2 mm.
- Las pistas de alimentación y masa suelen ser más anchas que el resto de las pistas del circuito y es conveniente que se identifiquen claramente.
- La distancia entre pistas depende de la máxima tensión existente entre ellas. Como mínimo debe ser de 0,4 mm, para tensiones hasta 100 V. Una distancia entre pistas comprendida entre 0,8 y 1 mm es suficiente y por cada incremento de 100 V de

tensión se debe aumentar 1mm la distancia de la pistas.

- El área de soldadura para el terminal del componente se suele realizar con un tamaño del doble del diámetro de éste. Normalmente suelen ser de unos 3 mm. de diámetro. También se evitarán las grandes zonas de cobre, especialmente en las zonas donde se insertan componentes
- Las pistas cuando cambian de dirección no deben hacerlo en ángulo recto sino formando ángulos de 135° para evitar el efecto punta.
- No hay que olvidar el sistema de anclaje del circuito impreso si éste fuera necesario.
- El circuito impreso tendrá una mejor presencia si los componentes se encuentran distribuidos ordenadamente, alineando componentes similares o distribuyéndolos de forma uniforme e incluso simétrica.
- Evitaremos en la medida de lo posible el trazar pistas entre las patillas de un circuito integrado así como el número de pistas que pasen por debajo de ellos. Nunca es aconsejable que sean más de 3 ya que ello supondría anchos de pista demasiado pequeños.
- Las zonas de ubicación de los conectores o puntos de conexión se situarán lo más cerca posible de la parte externa del circuito.

DISEÑO PRÁCTICO

Diseñar un circuito impreso para el esquema de la figura:



Realizar:

- El diseño de la placa para la cara de serigrafía, indicando la disposición de componentes o serigrafía de componentes.
- El diseño de la placa para la cara de soldadura, rutado o máscara de pistas.

CONDICIONES:

No se deberá pasar más de 3 pistas en paralelo por debajo del integrado (siendo recomendable pasar sólo 2).

No pasar pistas entre las patillas del integrado.

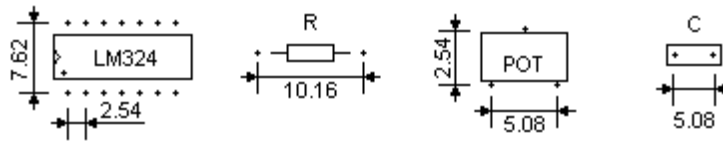
No pasar más de 4 pistas por debajo de una resistencia (siendo recomendable pasar sólo 3).

No pasar más de 1 pista por debajo de un condensador.

No pasar más de 1 pista en paralelo entre el conector y el borde de la placa.

No pasar pistas entre las patillas de los potenciómetros.

Dimensiones de los componentes en mm:



PRÁCTICA

- Croquizar el diseño de la placa en borrador.
- Pasarlo a tamaño real.
- Calcarlo sobre soporte transparente (o escanear) el rutado de pistas.

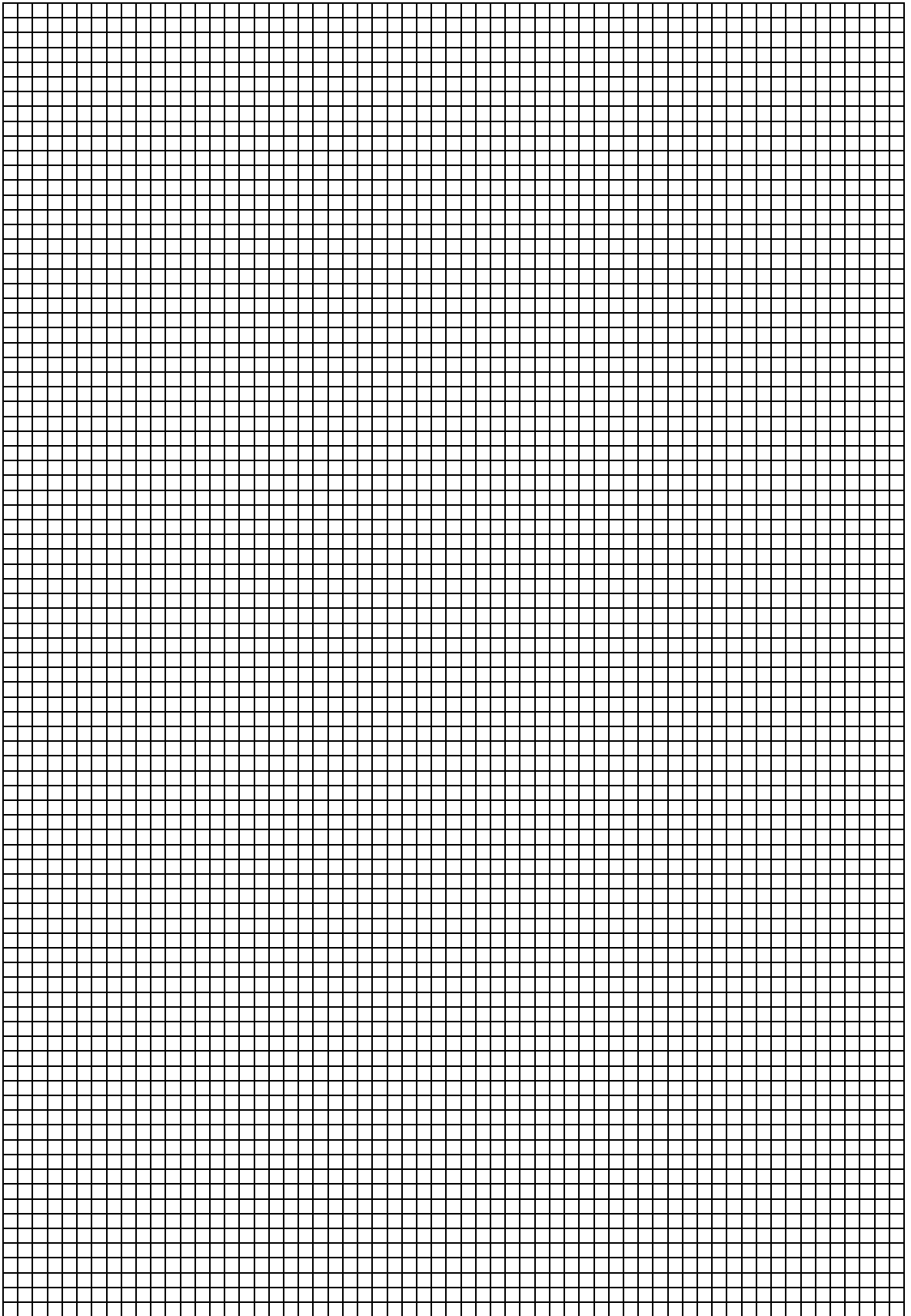
ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- Esquema del circuito en borrador, sin escala.
- Diseño del circuito en papel vegetal o acetato a escala 1:1.
- Trazado de pistas en soporte transparente (escaneado).
- Descripción de los pasos realizados hasta conseguir el diseño.

Anexo:

Se incluye papel 'pulgametrado' para facilitar el diseño.



PRÁCTICA 4

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DISEÑO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO II

OBJETIVOS

- Introducción del esquema eléctrico en CAPTURE.
- Configuración de huellas.
- Generación del circuito de conexiones para LAYOUT.

PRÁCTICAS

- Traslado del circuito propuesto a Orcad.

INTRODUCCION

En esta práctica partimos de que el alumno tiene un conocimiento suficiente del programa de captura de esquemas (OrCAD Capture), como para poder generar el esquema eléctrico del circuito que se propuso en la práctica anterior. Las librerías en las que se pueden encontrar estos componentes son las que se señalan a continuación:

Resistencias	Capture\library\PSPICE\ANALOG.OLB
Condensadores	Capture\library\PSPICE\ANALOG.OLB
Potenciómetros	Capture\library\PSPICE\BREAKOUT.OLB
LM324	Capture\library\PSPICE\OPAMP.OLB
Conector 5 elementos	Capture\library\Conector.olb

GENERACIÓN DE FICHEROS.

Partiremos de un esquema correctamente generado en el programa CAPTURE.

Footprints

Antes de generar ninguno de los ficheros necesarios es preciso que cada uno de los componentes utilizados tenga correctamente asignados sus huellas para el circuito impreso.

Editar las propiedades de cada uno de los componentes y verificar que ciertamente existe una definición para su huella. En ocasiones, las huellas por defecto son correctas, pero en otros casos, la propiedad “footprint” del componente se encuentra vacía, con lo que hay que introducirla a mano; también es posible que exista una huella asociada, pero no sea la correcta para el programa de diseño de PCB, habitualmente por una cuestión sintáctica. Para los componentes de nuestro diseño, las huellas correctas son:

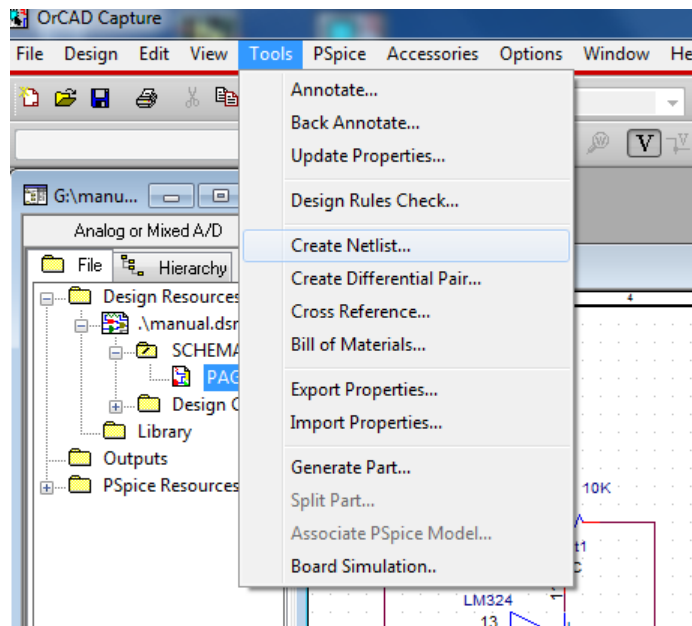
LM324	DIP.100/14/W.300/L.800
R1, R2, R3, R4, R5, R6	AX/.300X.100/.028
C1	RAD/.300X.125/LS.200/.031
C2	RAD/.300X.125/LS.200/.031
POT1, POT2	VRES51
CONECTOR	SIP/TM/L.500/5

Fichero de salida ‘.MNL’

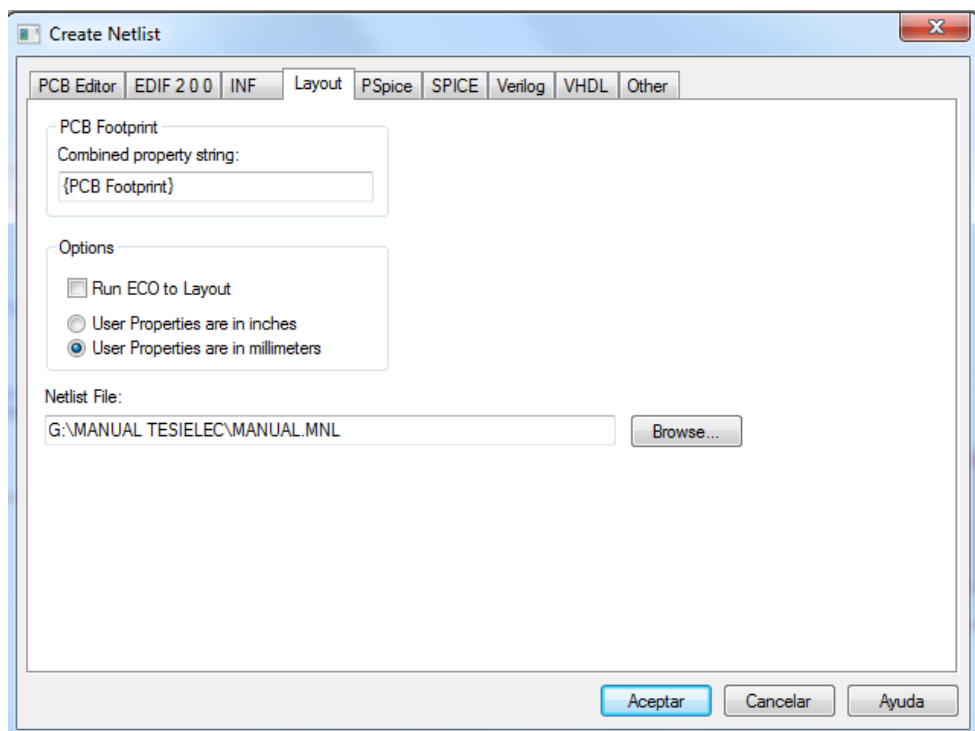
El programa LAYAOOUT recoge la información referida a los componentes de un fichero conexiones de salida con extensión ‘.MNL’.

La generación de este fichero se realiza teniendo seleccionado la página correspondiente del esquema (fichero SCHEMATIC1/PAGE1 por defecto) y eligiendo de la barra de

menús el de ‘TOOLS’:



Nos aparecerá un menú con el tipo de formato a generar. Nosotros utilizaremos directamente el de LAYOUT:



La generación de este fichero se verá reflejada en el gestor de entorno ya que aparecerá un nuevo ítem dentro del apartado de salidas (Design Resources/Output).

Activaremos la opción ECO si queremos que se nos informe de las modificaciones realizadas en el fichero del esquema y que puedan repercutir en el resultado final del circuito impreso.

Nuevamente un cambio en las unidades de medida puede tener resultados catastróficos en el diseño, por lo que tiene que coincidir en el PCB y en el esquema.

ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- Esquema eléctrico del circuito.
- Descripción de los pasos realizados hasta conseguir el diseño.
- Comentar las principales dificultades en el manejo del programa.

PRÁCTICA 5

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DISEÑO DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO III

OBJETIVOS

- Introducción al LAYOUT. Características comunes a todos los tipos de funcionamientos.
- Conocer las distintas posibilidades de trabajo con los programas de diseño.
- Realizar los procesos de diseño manual de un circuito impreso mediante OrCad Layout.

PRÁCTICAS

- Diseño mediante Orcad de un circuito impreso para el esquema obtenido en la práctica anterior.

INTRODUCCION

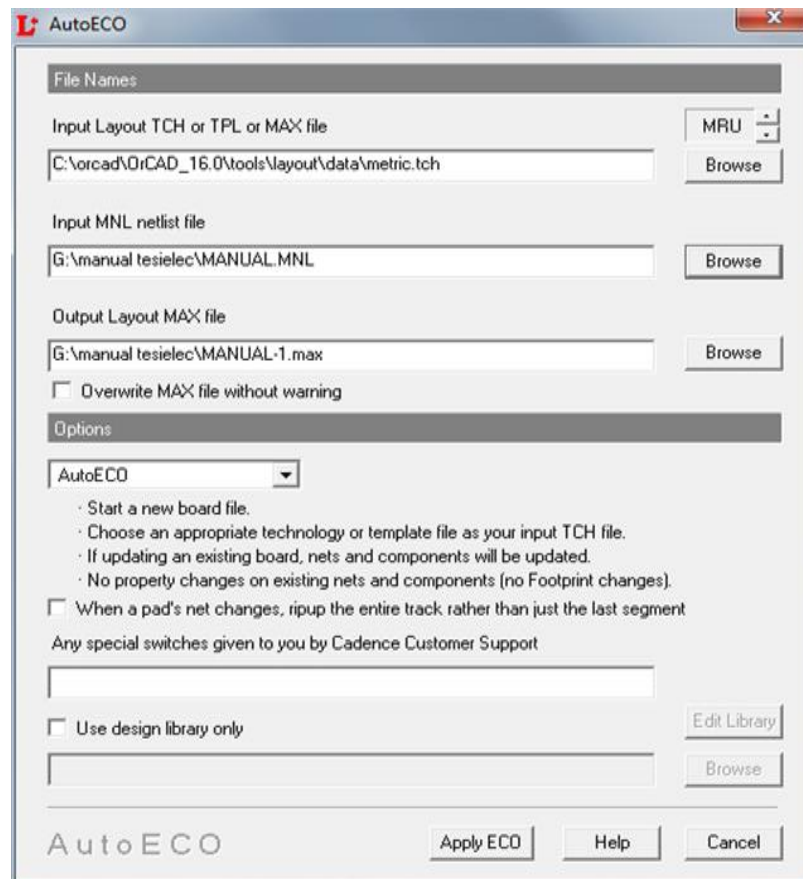
Realizaremos en esta práctica la unión entre el esquema introducido en la parte de CAPTURE y la parte de diseño de circuitos impresos.

CREACIÓN DEL PROYECTO EN LAYOUT

Después de haber insertado los componentes en el esquema, haber salvado el proyecto correspondiente y generado correctamente el fichero MNL estamos en condiciones de crear un proyecto en el LAYOUT.

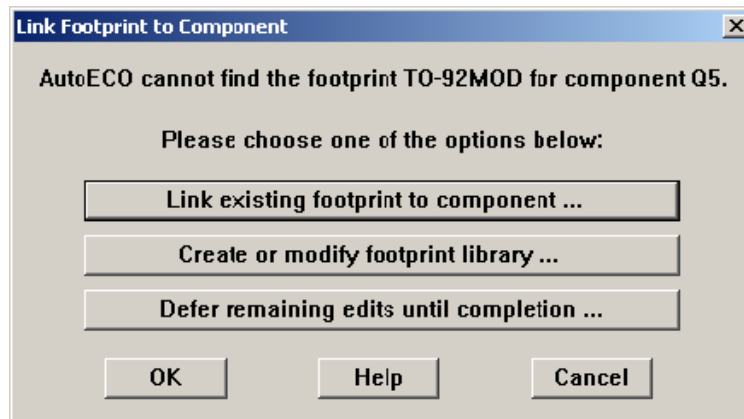
Seguiremos los siguientes pasos:

- Abrir la aplicación OrCAD-LAYAOOUT
- Seleccionar del menú la opción FILE/new
- Seleccionar la plantilla técnica 'METRIC.TCH'.
- Seleccionar el fichero de pistas de extensión MNL creado desde el programa CAPTURE.
- Asignar el nombre con el que guardar nuestro proyecto. Se creará un fichero de extensión '.MAX'



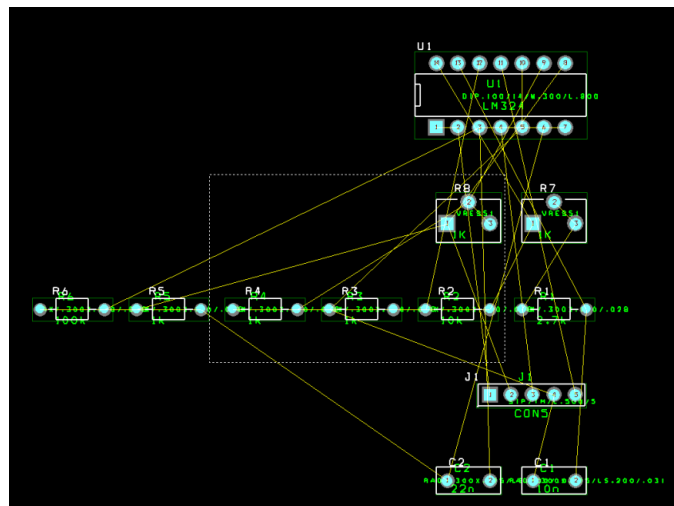
Si la configuración de las huellas de los componentes en Capture no ha sido completa y/o

correcta, aparecerá la siguiente información:

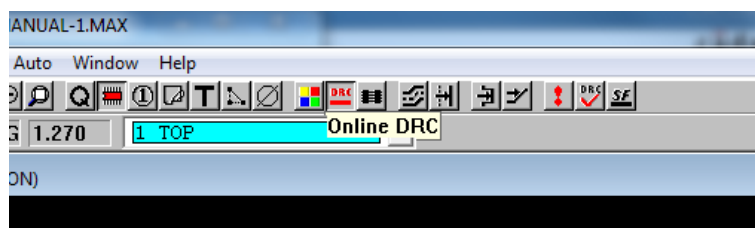


Se puede seguir alguna de las alternativas propuestas, pero lo correcto sería solucionar el problema en Capture y rehacer el fichero de conexiones.

Si todo es correcto nos tendrá que aparecer en pantalla los componentes definidos en el esquema, con sus conexiones lógicas en un espacio sin bordes definidos.



La línea punteada representa la zona de comprobación de reglas de diseño. Para trabajar con comodidad en el proceso de diseño, podemos desactivar esta opción pulsando en el botón DRC.

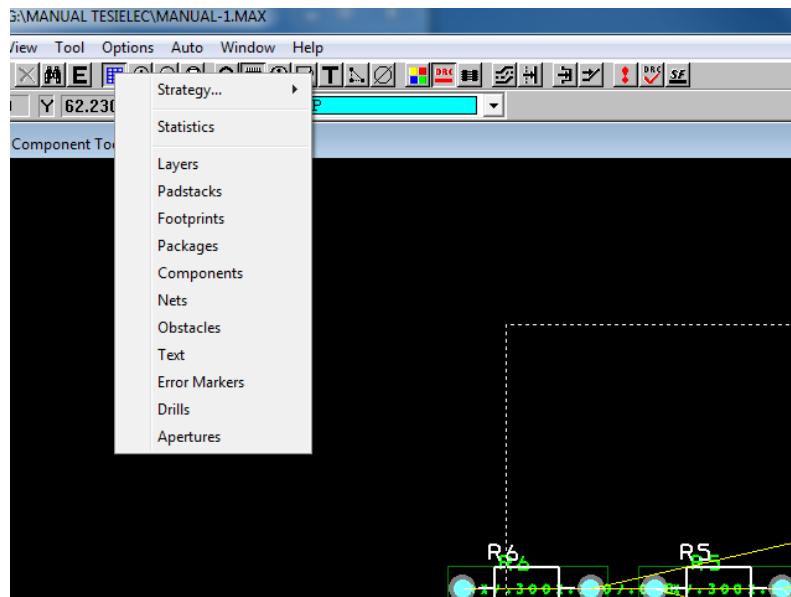


PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN

Antes de comenzar a trabajar sobre nuestro diseño es necesario configurar las reglas de diseño establecidas para este trabajo:

Rutado a una sola cara	
Ancho de pistas	0'8 mm
Separación entre pistas	0'8 mm (no configurar)
Diámetro exterior para DIP y para el conector	2 mm
Drill	0'5 mm
Diámetros exteriores para otros componentes como resistencias	2'5 mm

Estos ajustes se pueden realizar mediante sus correspondientes hojas de cálculo, accesibles a través de un único botón con forma de rejilla:



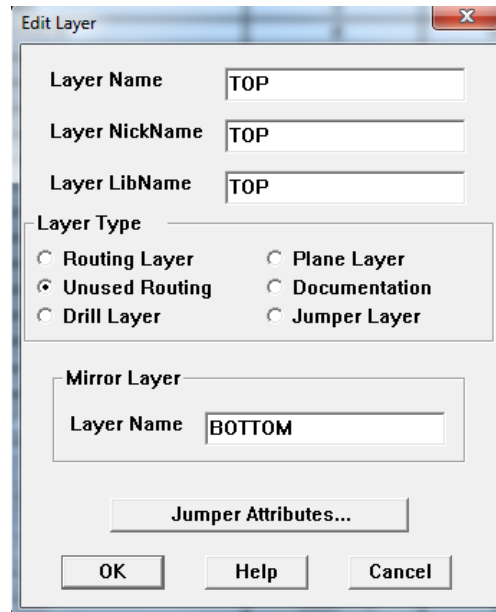
Ajuste de las caras de rutado

El ajuste de las caras de rutado se realiza mediante la hoja denominada "layers". En ella se han de modificar las propiedades de la cara "top" para que aparezca como no utilizable para rutado, "Unused".

Layer Name	Layer Hotkey	Layer NickName	Layer Type	Mirror Layer
TOP	1	TOP	Unused	BOTTOM
BOTTOM	2	BOT	Routing	TOP
GND	3	GND	Plane	(None)

Seleccionada la que queremos forzar por ejemplo para que no se permita rutar pistas en

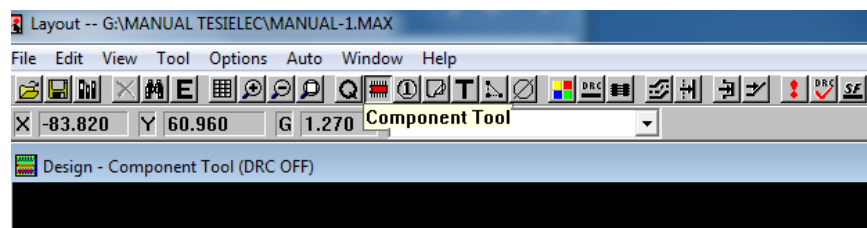
ella, haremos doble click, apareciéndonos el siguiente menú:



Seleccionando la opción ‘Unused Routing’ no será utilizada para rutar pistas y no aparecerán por lo tanto en ella.

Ajuste del tamaño de pads

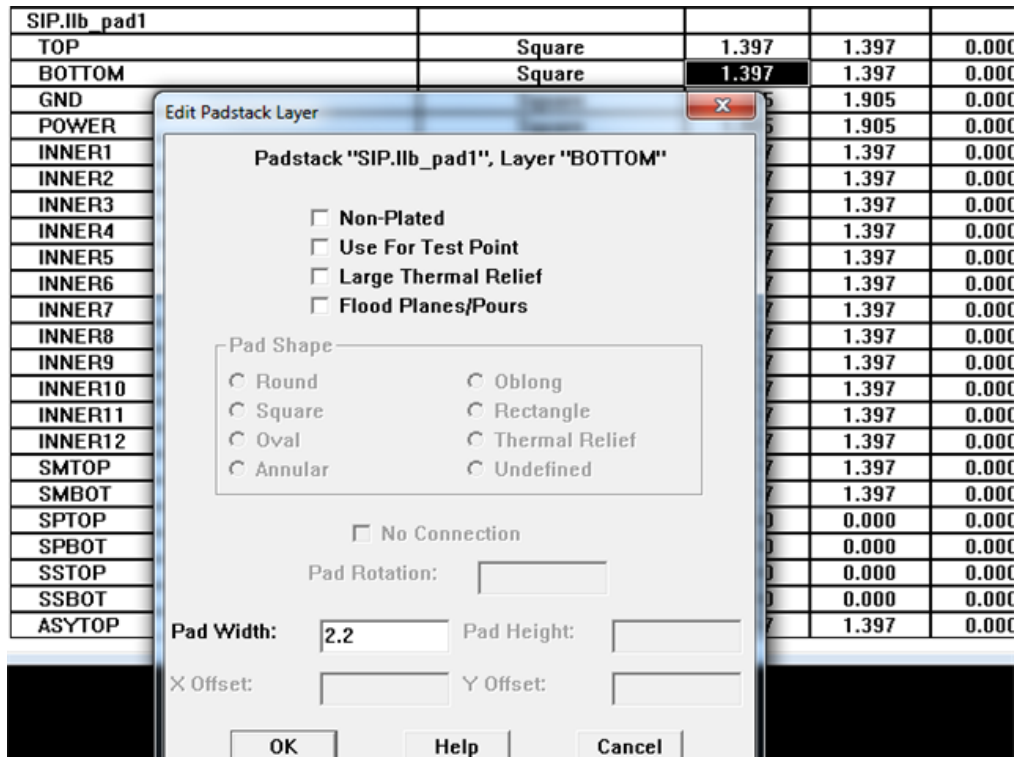
Mediante la opción “Padstacks” se pueden modificar los tamaños y formas de los pads. La hoja de cálculo que aparece resulta compleja ya que incluye elementos de diseño que no se corresponden con nuestros componentes, como son las vías de interconexión de capas. Para localizar fácilmente los componentes cuyos pads queremos ajustar, es conveniente seleccionarlos primero con la herramienta de selección de componentes:



Se pulsará la tecla de escape antes de acceder a la hoja de “Padstack” y veremos que accedemos directamente al componente previamente seleccionado. Sin embargo, la descripción de los pads de un solo componente es compleja. La hoja de cálculo nos proporcionará una descripción para cada tipo de pad que incluya el componente. Cada una de ellas incluye la forma y dimensiones del pad en todas las capas del diseño. Hay que tener en cuenta que los componentes que estamos utilizando tienen uno o dos tipos de pad. Por ejemplo, el circuito integrado, que tiene 14 patillas, presenta dos tipos de pad: uno cuadrado en la patilla 1 y otro redondo en el resto de patillas. Para el desarrollo de

esta práctica, en la que vamos a realizar un rutado tan solo por la cara “bottom” son relevantes las características del pad en dos capas únicamente:

- “bottom”: marca el diámetro exterior del pad.
- “drill”: marca el diámetro interior.



Ajuste del ancho de pistas

Este ajuste se puede realizar mediante la opción “Nets”.

Net Name	Color	Width			Routing Enabled	Share	Weight	Reconn Rule
		Min	Con	Max				
+VCC		0.254			Yes	Yes	50	Std
-VCC		0.254			Yes	Yes	50	Std
0		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01047		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01135		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01247		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01349		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01689		0.254			Yes	Yes	50	Std
N01831		0.254			Yes	Yes	50	Std
N02535		0.254			Yes	Yes	50	Std
N02668		0.254			Yes	Yes	50	Std
N02812		0.254			Yes	Yes	50	Std

En este caso, al tratarse de un diseño sencillo, la hoja de cálculo lo es también. Además, si el ancho de todas las pistas va a ser el mismo, como es nuestro caso, es posible modificar todas a la vez si se seleccionan realizando “click” en la cabecera de la columna “Width Min Con Max”. Como se ve en la figura, los tres parámetros se ajustan al valor de 0,8 mm.

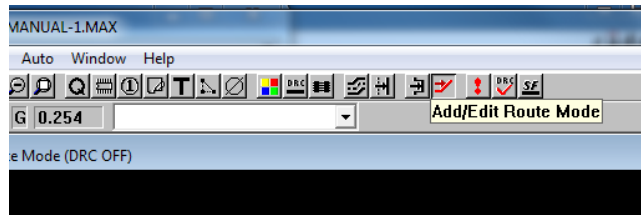
POSICIONAMIENTO DE LOS COMPONENTES

Mediante la herramienta de selección de componentes podemos desplazarlos por el diseño. Como resultado de la práctica 3, ya tenemos una idea de dónde debe acabar cada componente, por lo que utilizaremos ese resultado para posicionar los componentes ahora. Es posible configurar rejillas para posicionamiento de componentes, rutado, etc, aunque no es imprescindible para el desarrollo de la práctica.

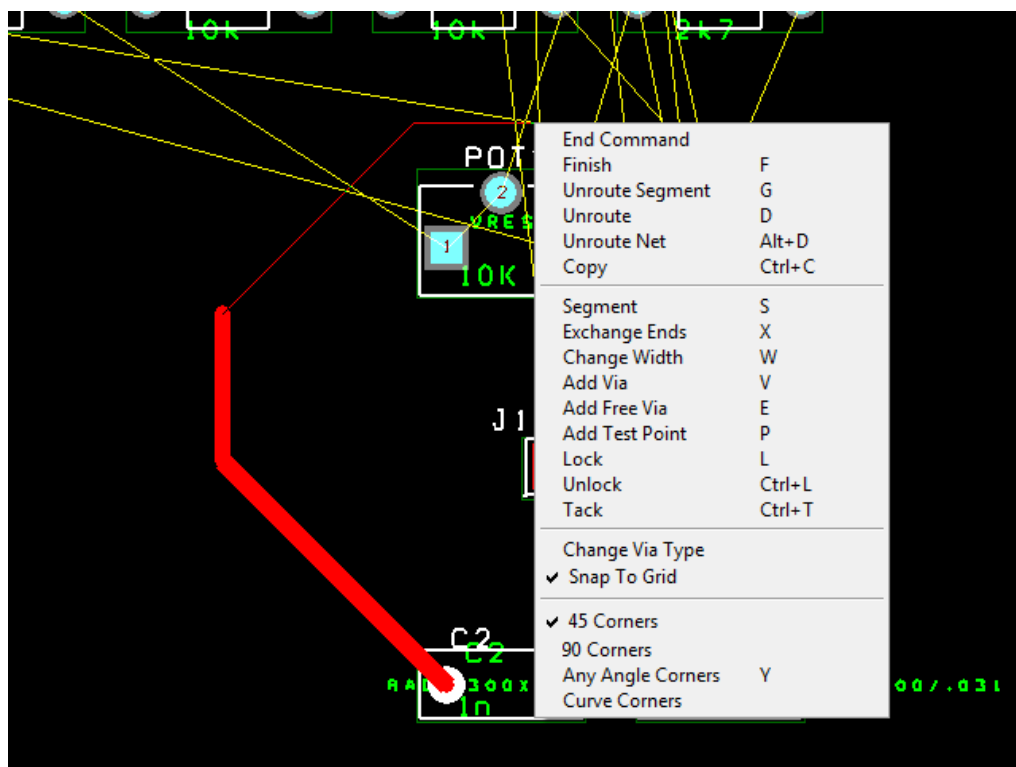
RUTADO MANUAL

Si no hemos empleado rejilla para el posicionamiento, es probable que encontremos que los componentes se encuentran demasiado próximos o demasiado alejados en el momento de trazar las pistas, haciendo que bien no quepan entre ellos, bien que sobre demasiado espacio. Dado que es la primera placa que se diseña, el proceso interactivo de trazar pistas y ajustar la posición de los componentes resulta positivo para adquirir soltura en estas tareas.

Existen varias herramientas para el trazado de pistas. Utilizaremos la que permite realizar un trazado libre.



En las tareas que se describen a partir de esta, hay que tener en cuenta que el botón derecho del ratón se utiliza constantemente para acceder a las diferentes opciones que proporcionan las herramientas. En la figura siguiente se aprecia el proceso de trazado de una pista y las opciones disponibles. Entre ellas destacan las que permiten el trazado automático del tramo restante (“Finish”) y las que permiten borrar total o parcialmente la pista. Es importante destacar que el rutado no se hace “arrastrando” con el ratón, sino haciendo “click” en los puntos por los que queremos que pase la pista.



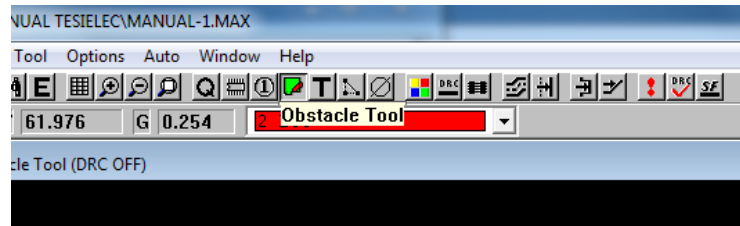
FINALIZACIÓN DEL DISEÑO

Una vez trazadas todas las pistas de acuerdo con nuestro diseño de la práctica 3, se realizarán una serie de tareas encaminadas a dejar el trabajo listo para la fabricación de la placa de circuito impreso.

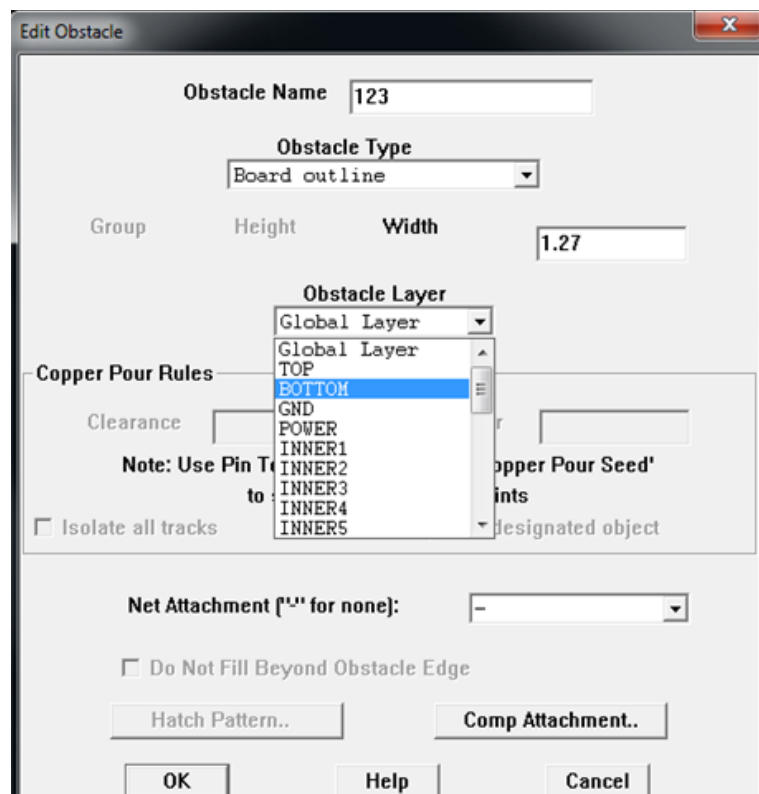
Trazado del borde exterior

Mediante la herramienta de colocación de obstáculos se va colocar el borde exterior de la placa. Se trata de una línea poligonal (rectangular normalmente) que rodea a una distancia

mínima igual al ancho de una pista, todos los elementos del diseño. No existe una distancia máxima, pero no se debería alejar de ese valor del ancho de pista para no desperdiciar espacio de placa.



Una vez seleccionada la herramienta, el botón derecho del ratón nos permitirá añadir un nuevo obstáculo (“new”) y de nuevo el botón derecho nos permitirá acceder a sus propiedades para configurarlo como “board outline”.

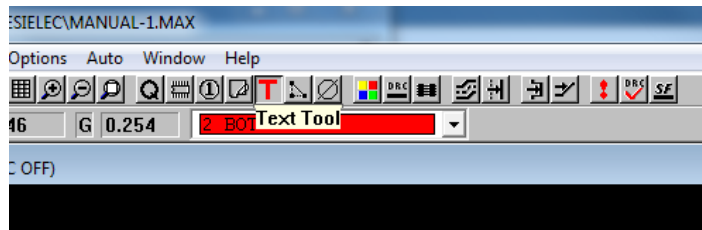


Lo dejaremos en la cara “bottom” que es la que se va a transferir. Una vez configurado ya se puede dibujar. La forma de dibujarlo no resulta muy intuitiva, por lo que es posible que requiera varios intentos. Conviene recordar que en Orcad Layout, no se traza “arrastrando” el ratón.

Inserción del texto identificativo

La herramienta de inserción de texto nos permite escribir texto libremente en la placa. Hay que tener en cuenta que ese texto va a quedar impreso en cobre, por lo que debe estar

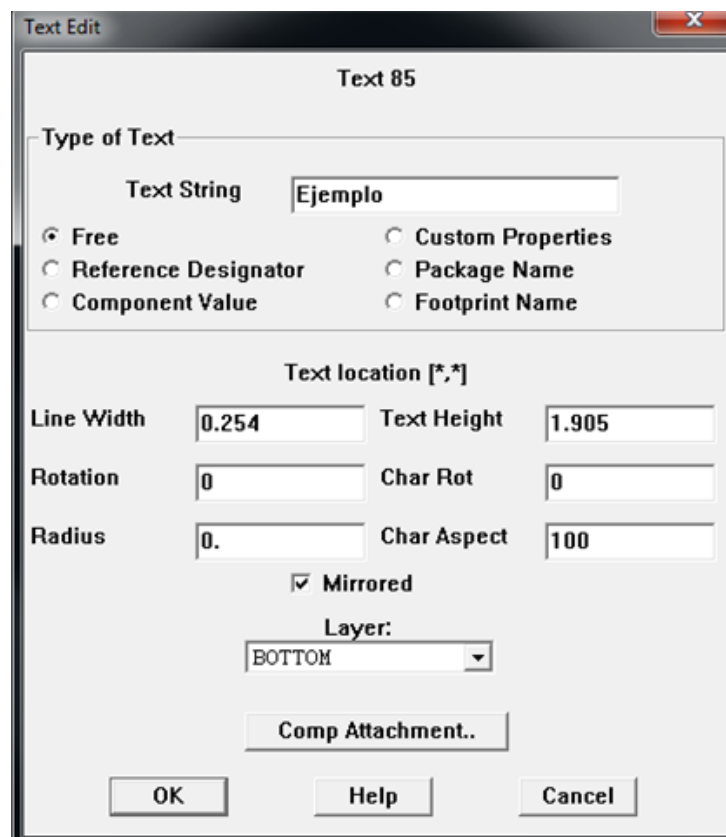
separado de cualquier otro elemento de la placa para evitar cortocircuitos.



De nuevo el botón derecho nos da acceso a la opción “new” para crear un nuevo texto. En nuestro caso, la inserción de texto tiene un objetivo doble:

- Identificar al propietario de la placa.
- Servir de referencia para colocar el cliché en la insoladora.

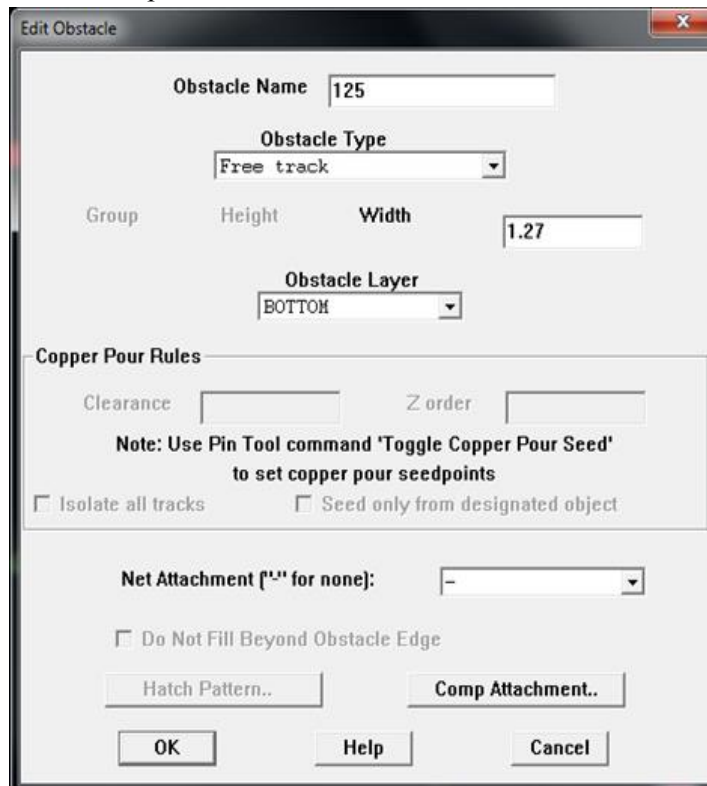
Con este segundo objetivo, el texto deberá leerse invertido, ya que va a ser impreso en la cara inferior de la placa (“mirrored”).



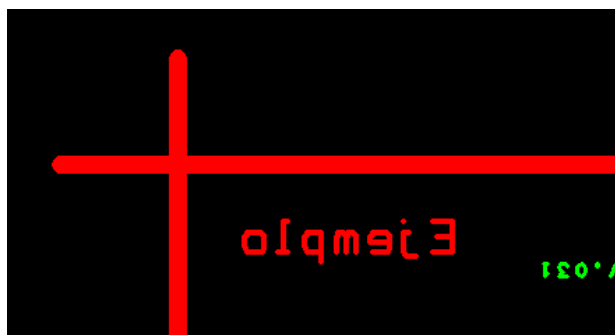
Se puede jugar con las opciones de tamaño grosor, etc, para que el texto quede en una posición adecuada y sea legible. Si se dibujan las letras demasiado delgadas, es posible que en el proceso de fabricación llegue a desaparecer.

Trazado de las marcas de referencia

Volveremos a emplear la herramienta de inserción de obstáculos para esta última tarea. Se trata de dotar al diseño de unas marcas exteriores alineadas con la orientación del mismo para que nos sirvan de referencia en el proceso de insolado. Estas marcas se puede realizar seleccionando el tipo de obstáculo denominado “free track”.



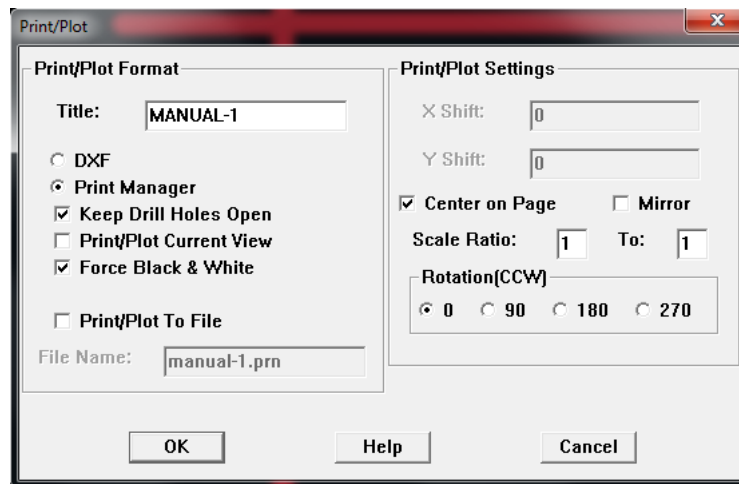
La forma más habitual es dibujar unas aspas en cada una de las esquinas del borde exterior. El resultado final de la colocación de los tres elementos sería similar al que vemos en la figura.



IMPRESIÓN

Se puede realizar la impresión del circuito impreso mediante el menú de Fichero. Tienen que estar como no visibles las capas que no queramos que aparezcan. Elegir las opciones de forzar impresión a blanco y negro y la de dejar abiertos los agujeros de

taladrado como se indica en la imagen del menú.



ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- Diseño del circuito impreso obtenido.
- Descripción de los pasos realizados hasta conseguir el diseño.
- Comentar las principales dificultades en el manejo del programa.

PRÁCTICA 6

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DISEÑO AUTOMÁTICO DE CIRCUITOS IMPRESOS

OBJETIVOS

- Realizar un diseño de circuito impreso de forma completamente automática.
- El posicionado automático de componentes no va a ser posible, no obstante.
- Rutado automático.
- Especificación de parámetros de configuración y estrategias.

PRÁCTICAS

- Diseño automático de un circuito mediante el LAYOUT.

INTRODUCCIÓN

En las prácticas anteriores hemos realizado la conexión entre la parte del programa de dibujo de circuitos electrónicos y el programa de diseño de circuito impreso; falta ver cuales son las funciones que el programa es capaz de gestionar por si mismo, es decir de forma automática. Entre estas labores automáticas que el programa es capaz de realizar de forma independiente se encuentran la de posicionado automático de los componentes del circuito y el trazado automático de las pistas o autorutado (en inglés autorouting).

El punto de partida para esta práctica va ser la configuración de las reglas de diseño que vimos en la práctica anterior: “Layers”, “Padstacks” y “Nets”.

POSICIONADO AUTOMÁTICO DE COMPONENTES.

La opción de posicionamiento automático de componentes no está disponible en todos los programas comerciales ni en todas sus versiones. Para el programa OrCAD solamente funciona en la versión LAYOUT PLUS

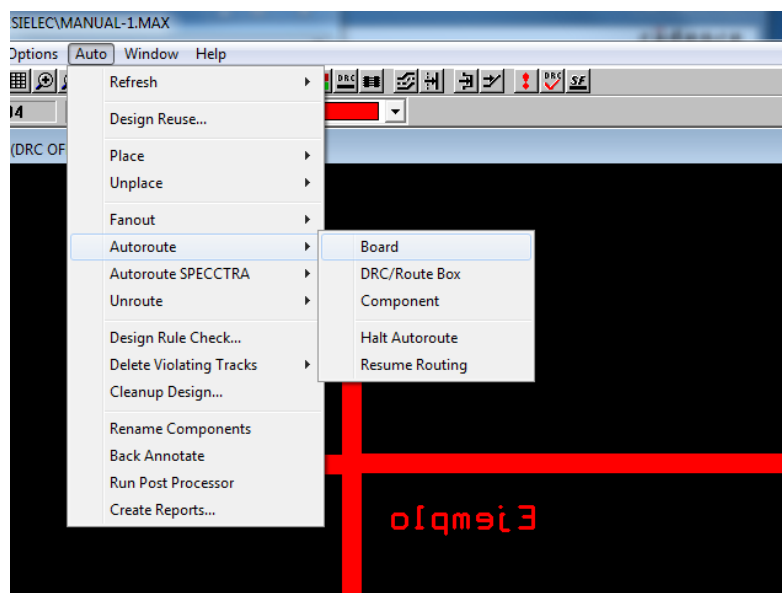
Para realizar de forma automática el posicionado de los componentes estos deben estar correctamente definidos en el fichero '.MNL', y por lo tanto hemos de llegar a ver los componentes en la placa con sus correspondientes uniones lógicas según el esquema introducido en el programa CAPTURE y a partir del cual se generó el fichero de extensión '.MNL'. Este proceso ya ha sido realizado en las prácticas anteriores, por lo que nos dedicaremos a ver las acciones nuevas. Dado que la versión del laboratorio no incluye esta posibilidad, vamos a tener que realizar el posicionamiento de forma manual. El posicionamiento de los componentes que se adoptó en la práctica anterior puede hacer difícil la resolución del rutado automático. Posiblemente sea necesario separar más los componentes para facilitar el rutado de las pistas.

AUTORUTADO

Antes de proceder al rutado automático será necesario establecer el borde exterior de la placa para delimitar el área en la que se van a ubicar las pistas. Dado que no se trata de un producto real, el que se va a llevar a cabo, por lo que no existen unas dimensiones de partida, no es crítico el espacio que se defina. Si se queda excesivamente corto, se puede incrementar e intentar de nuevo el rutado.

Rutado a una cara

Con los ajustes establecidos en la práctica anterior, se puede proceder directamente al rutado a simple cara. Para ello, únicamente hay que arrancar la acción correspondiente como aparece en la figura:



El rutado a una cara con las reglas establecidas para nuestro diseño es muy complejo para la máquina, por lo que es probable que no consiga finalizarlo. Se le puede ayudar modificando la posición de los componentes o el tamaño del borde exterior. El proceso es muy rápido, ya que la opción “Unroute” permite eliminar todas las pistas de manera inmediata.

El proceso de cálculo del rutado es configurable, pero los algoritmos y su configuración quedan fuera del alcance de estas prácticas.

Rutado a doble cara

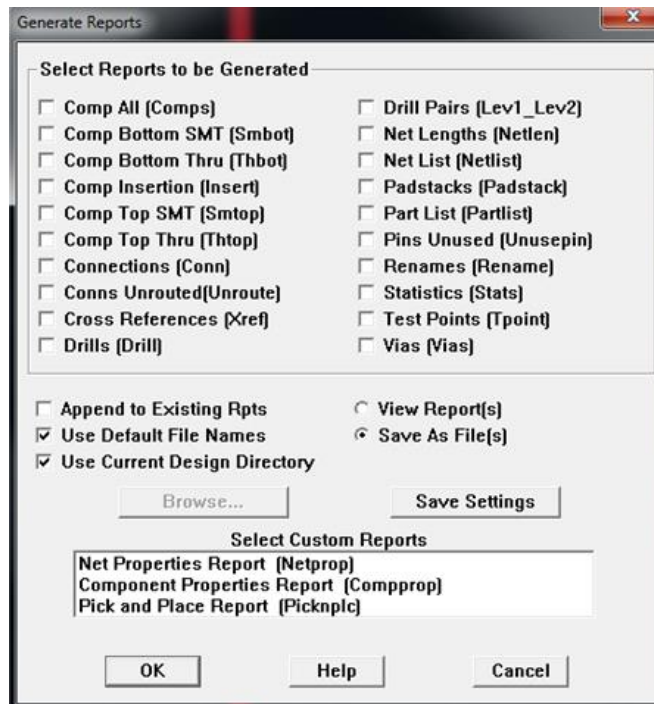
Dadas las dificultades de finalizar el rutado a una cara, vamos a lanzar también un rutado automático a doble cara. Para ello, solamente hay que modificar el ajuste de las capas de rutado, devolviendo a la cara “Top” a su valor por defecto “Routing” que habíamos modificado por “Unused”.

Una vez realizado el ajuste, se vuelve a dar la orden de autorutar la placa y veremos cómo el programa traza pistas por ambas caras, añadiendo vías de interconexión dónde sean necesarias.

DOCUMENTACIÓN

Ficheros

Podemos documentar los diseños realizados con diferentes datos. Para generar estas informaciones en forma de ficheros o sólo para visualización seleccionaremos la opción AUTO/Create Reports y elegiremos los necesarios de todos los posibles:



Entre ellas podemos destacar los siguientes:

- Lista de componentes [Component List (Generic)], donde aparecen todos los elementos utilizados en nuestro diseño, así como el número de cada uno de ellos (en PART LIST REPORT) con sus referencias
- Estadísticas nos puede servir para realizar comparaciones entre los distintos diseños aportados, incluso para comparar la diferencia de coste de manufactura según la solución aportada (número de caras) longitudes, vías, etc.
- También se pueden generar en pantalla (no para imprimir) mediante la selección de View/Database/Statistics
- Pins no conectados (unusedpin). Puede servirnos para comprobar si hemos dejado de realizar alguna conexión en algún componente por error u olvido y que haría que nuestro circuito impreso no funcionara correctamente.

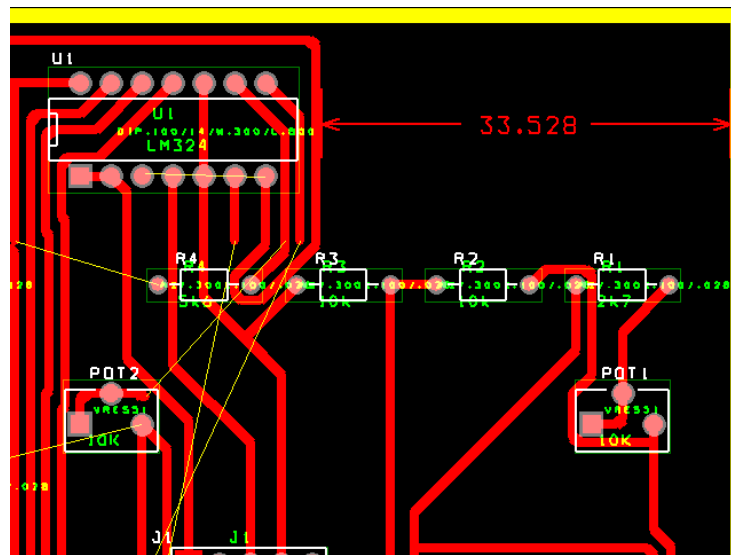
Gráficos

Otra herramienta es el Mapa de densidad de distribución de componentes y pistas; nos proporciona un gráfico a partir de la opción VIEW/Density Graph

Acotaciones

Podremos generar ficheros de formato de intercambio gráfico (DXF) para representar las dimensiones de nuestra placa mediante la herramienta **Tool/Dimension Tool**.

También existe la herramienta que nos permite hacer medidas entre puntos del diseño **Tool/Measurement tool**



Además el paquete Orcad incluye una aplicación llamada Visual CAD como una herramienta que podemos llamar desde la propia aplicación OrCad Layout en el menú TOOLS y que es un completo programa de dibujo asistido por computador.

ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- Diseño de un circuito impreso en doble cara, especificando las pistas de la cara superior e inferior.
- Diseño de un circuito impreso simple cara.
- Realizar la comparativa de las estadísticas de ambos diseños, indicando ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos en cuanto a densidad de componentes, tamaño de placas, etc.

PRÁCTICA 7

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS POST PROCESO DE PCB

OBJETIVOS

- Finalizar la documentación del proyecto.
- Realizar el post proceso para fabricación.

PRÁCTICAS

- Generación de ficheros Gerber.

INTRODUCCIÓN

De cara a la fabricación de la placa de circuito impreso mediante un proceso industrial, el fabricante nos va a solicitar cierta documentación en forma de ficheros. Para obtenerla deberemos realizar lo que se llama el “post procesado” de la placa diseñada. Dado que el fabricante no va a tener las restricciones que se nos presentan en el laboratorio, vamos a trabajar con la placa rutada a doble cara.

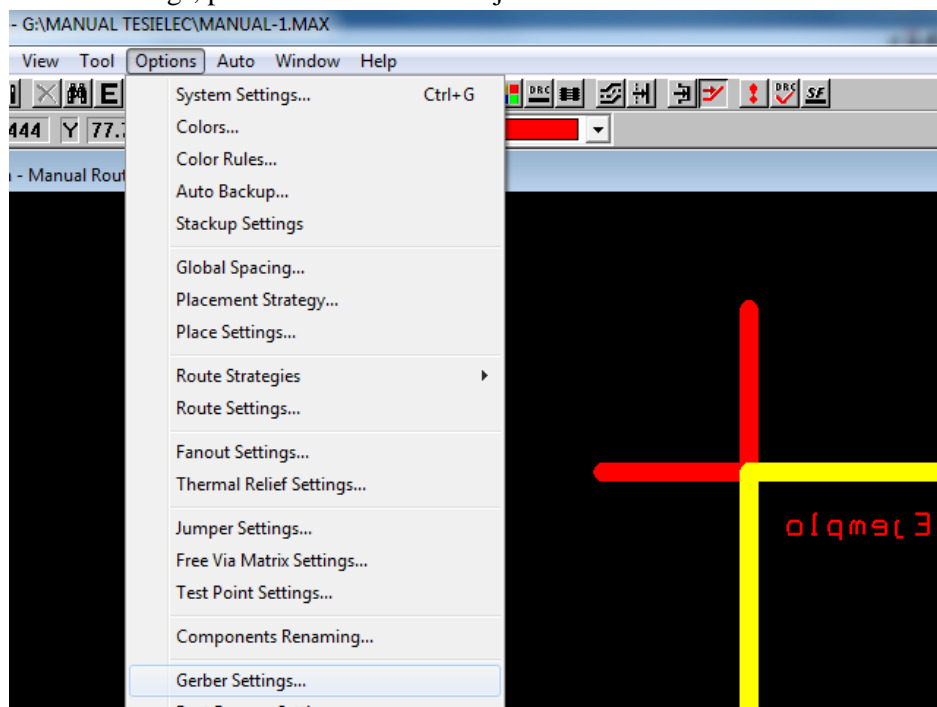
POST PROCESO DE LA PLACA

Los fabricantes nos van a demandar una información completa sobre la placa. Las aplicaciones de desarrollo como Cadence generan esa información de manera automática. Los formatos son diversos, pero la inmensa mayoría de los fabricantes nos van pedir lo siguiente:

- Un fichero Gerber habitualmente en formato RS-274X (Extended Gerber) en el que se describen las diferentes capas que forman la placa. En él se van a encontrar los movimientos necesarios para el trazado de las pistas, los pads, la serigrafía, etc.
- Un fichero en formato Excellon en el que se detalla la posición y diámetro de los taladros.

Para poder generar esta documentación debemos realizar una serie de tareas sobre nuestro diseño terminado:

1. Ajustar la generación de ficheros de documentación. A través del menú Options > Gerber Settings, podemos realizar estos ajustes.

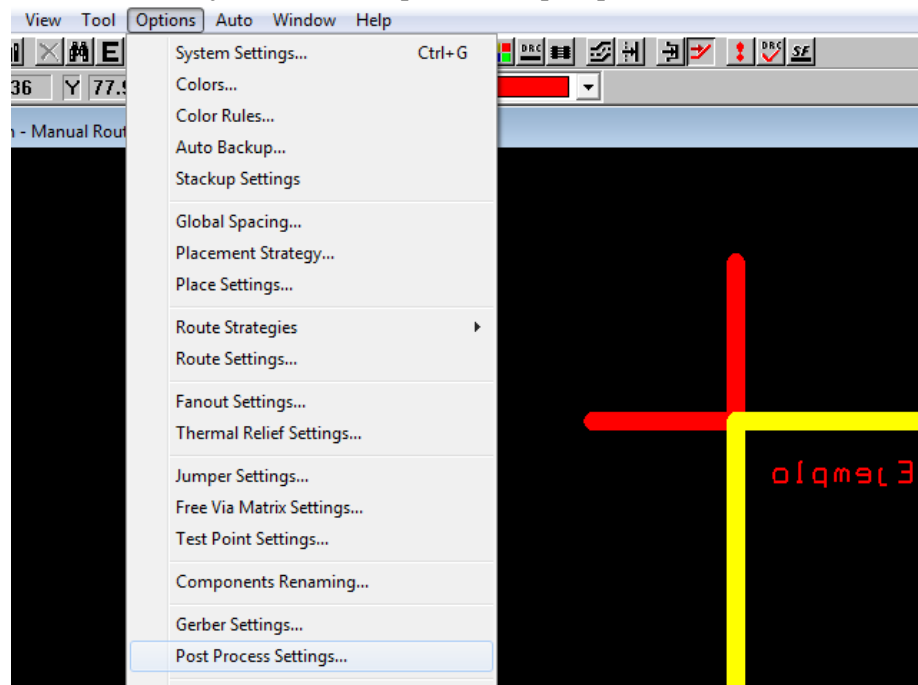


2. Los ajustes por defecto nos permitirán generar la documentación en el formato con el

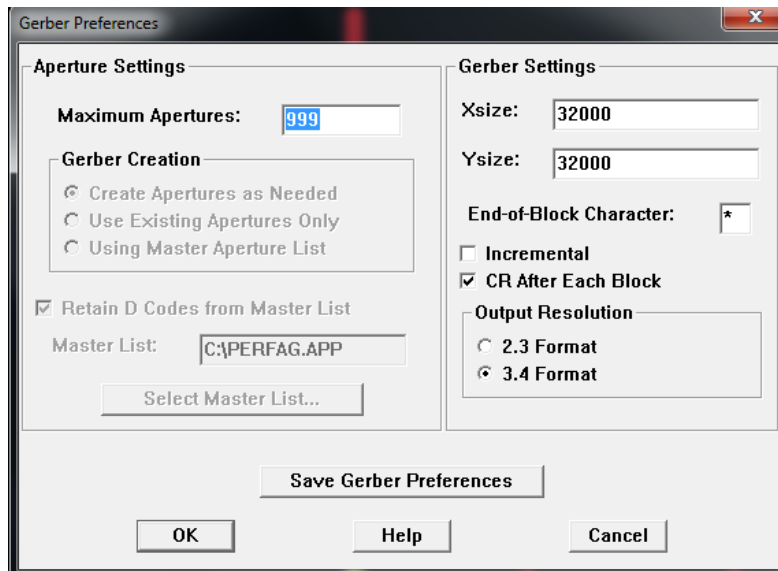
que trabajan los fabricantes.

Plot output File Name	Batch Enabled	Device	Shift	Plot
*.TOP	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Top Layer
*.BOT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Bottom Layer
*.GND	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Ground Plane
*.PWR	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Power Plane
*.IN1	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 1
*.IN2	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 2
*.IN3	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 3
*.IN4	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 4
*.IN5	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 5
*.IN6	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 6
*.IN7	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 7
*.IN8	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 8
*.IN9	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 9
*.IN10	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 10
*.IN11	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 11
*.IN12	No	EXTENDED GERBER	No shift	Inner Layer 12
*.SMT	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Top
*.SMB	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Soldermask Bottom
*.SPT	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Top
*.SPB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Solder Paste Bottom
*.SST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Top
*.SSB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Silkscreen Bottom
*.AST	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Top
*.ASB	No	EXTENDED GERBER	No shift	Assembly Bottom
*.DRD	Yes	EXTENDED GERBER	No shift	Drill Drawing

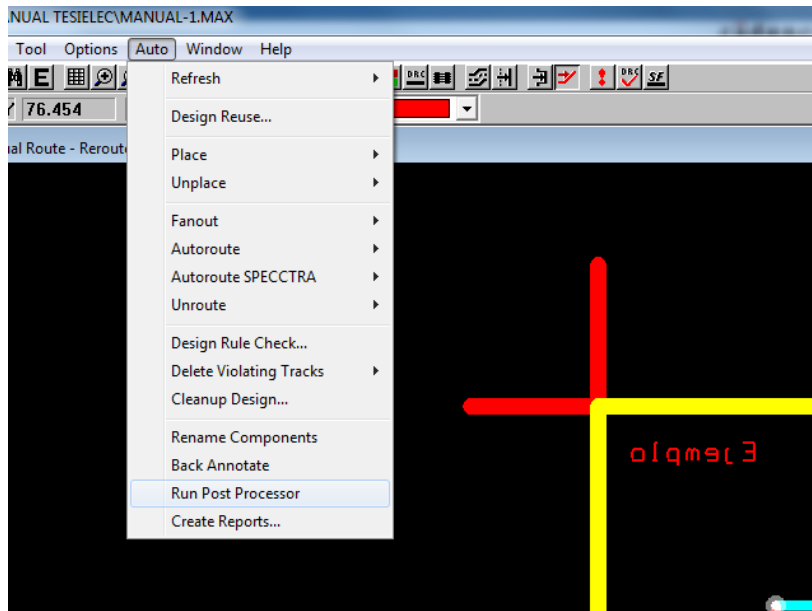
3. A continuación ajustaremos las opciones del post proceso.



4. De nuevo, los ajustes por defecto van a ser los más aconsejables.



5. Finalmente, mediante la opción Auto > Run Post Processor, se generará la documentación necesaria.



ENVÍO DE DOCUMENTACIÓN

Como resultado del proceso anterior, se habrán generado una serie de ficheros que vamos a tener que enviar al fabricante de PCB seleccionado:

- Un fichero *.lis. Es un fichero de texto que se abre de forma automática al finalizar el post proceso y que representa un informe de post proceso con el resumen de aperturas en todos los ficheros de las distintas capas de la placa.
- Un fichero denominado “thruhole.tap” en el que tenemos la información de taladrado en formato Excellon.

- Una serie de ficheros cuya extensión corresponde con una abreviatura del nombre de la capa a la que representan y que contienen el diseño en formato Gerber.
- El fichero de documentación Gerber *.drl.

Todos estos ficheros son relevantes para el fabricante, por lo que serán empaquetados para su envío.

ELABORACIÓN DEL INFORME

Esta práctica no contempla el envío de un informe en texto sino que el entregable será un fichero comprimido en el que se incluyan los ficheros de documentación anteriormente descritos.

Nota: Antes de enviar los ficheros conviene verificarlos. Para ello podemos utilizar un editor de Gerber. Existen editores gratuitos e incluso on-line, por ejemplo:

<http://www.gerber-viewer.com/>

PRÁCTICA 8

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS FABRICACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS. PROCESO FOTOGRAFICO

OBJETIVOS

- Conocer y realizar el proceso fotográfico para la fabricación de circuitos impresos en el laboratorio.
- Plasmar el diseño del circuito propuesto como definitivo.

PRÁCTICAS

- Impresión del circuito conseguido en papel.
- Impresión del circuito en acetato.

INTRODUCCION

El proceso a estudiar y realizar sustituirá al proceso manual que solamente tendría por objeto fabricar una única placa de circuito impreso.

En este proceso manual una vez diseñada la placa un método básico y sencillo es dibujar el diseño con tinta resistente al ácido sobre la placa de cobre del circuito impreso.

FASES EN EL PROCESO COMPLETAMENTE MANUAL:

- Cortar la placa al tamaño correcto. Utilizaremos guillotina o sierra.
- Limar los bordes.
- Limpiarla con estropajo metálico y jabón.
- Lavarla hasta que no quede restos del limpiador.
- Secarla.
- Dibujar directamente sobre el cobre las pistas y huellas de los componentes con un rotulador de tinta resistente al ácido. Para los circuitos integrados, nodos y pistas también se puede utilizar transferibles resistentes al ácido, que se adhieren a la lámina de cobre por presión o frotando.

La última parte del proceso de fabricación puede ser común con el método fotográfico

MÉTODO FOTOGRÁFICO

Como hemos dicho, si se desea construir varias placas del mismo circuito se recurre a utilizar métodos fotográficos.

El método consiste básicamente en lo siguiente:

1. Imprimir el diseño o dibujarlo mediante tinta o elementos transferibles en un soporte permeable a la luz ultravioleta; estos soportes suelen ser el papel vegetal ó láminas de acetato transparentes. Al resultado de esta operación se lo puede denominar matriz o fotolito de forma independiente del método con el que lo hayamos conseguido.



TRUCOS: En algunas ocasiones cuando la impresora no tiene buena resolución (medida en puntos por pulgada) como para obtener un fotolito suficientemente denso, se imprimen dos copias y se pegan ambas. Las impresoras láser tienen una resolución a partir de los 300 p.p.p., lo mínimo para considerar suficiente suelen ser 600 p.p.p.

2. Se utilizará una placa de circuito impreso, del tamaño necesario, con una solución

fotosensible que recubre la lámina de cobre, normalmente de 2,5 μm de espesor; esta solución viene protegida mediante un plástico negro adhesivo opaco a la luz ultravioleta. Esta placa puede ser de fibra de vidrio o baquelita indiferentemente.

3. Retiraremos el plástico protector de la parte fotosensible y la expondremos a la luz natural o de fluorescentes el menor tiempo posible para evitar su deterioro.
4. La matriz o fotolito se coloca en contacto con la película fotosensible, asegurándose su correcta posición, y el conjunto se expone a la luz ultravioleta en un aparato que denominaremos insoladora. Tomaremos nota de los tiempos empleados en el laboratorio.
5. Terminada la exposición a la luz ultravioleta, la placa expuesta se introduce en un baño de líquido revelador. De esta forma las zonas de la película fotosensible expuestas a la luz (que son aquellas que no pertenecen a las pistas y no fueron cubiertas en el fotolito por trazado negro opaco) resultan eliminadas, para el caso de placa fotosensible positiva. Se recomienda agitar la placa con una pinza en este proceso de revelado para buscar un proceso uniforme de revelado.
6. Lavado de la placa para detener el proceso de revelado
7. Someter a la placa a la acción corrosiva del ácido.
8. Lavado de la placa para eliminar restos de ácido y cobre.

Nota: Existen placas fotosensibles negativas, en las cuales las zonas de la película fotosensible no expuesta a la luz es eliminada en el revelado. La matriz a diseñar será negativa, es decir, un fondo negro con zonas transparentes que dan forma a las pistas.

En el entorno de diseño existe una herramienta llamada GERBER TOOL que incorpora entre otras opciones de verificación de la placa obtenida en el LAYOUT. Las acciones de esta herramienta se dirigen tanto a Post procesos del PCB, como a pre-fabricación.

Así por ejemplo nos permite realizar una panelización de nuestro diseño, repitiéndolo varias veces en una superficie dada, para obtener en el mismo fotolito varios de nuestros circuitos que luego solamente tendrán que ser cortados, en vez de realizar varias veces el mismo proceso de fabricación para cada uno de ellos por separado.

ACCIÓN CORROSIVA

Para eliminar de la lámina de cobre aquellas zonas que no corresponden a las pistas, se sumerge completamente la placa revelada en una solución corrosiva. Tomaremos nota de los reactivos empleados en el laboratorio y la concentración relativa de cada uno. Habitualmente, los

distribuidores proporcionan los reactivos por separado, pero en dosis que, combinadas, generan la concentración adecuada.

Seguridad:

Los reactivos son altamente corrosivos y es aconsejable llevar elementos y prendas protectoras, como por ejemplo, guantes de goma y un delantal de plástico para su manejo. Si el cloruro férrico entra en contacto con la piel, hay que lavar la zona afectada inmediatamente. Si una salpicadura llegara a los ojos, lavarlos con abundante agua fría y a continuación buscar urgentemente asistencia médica.

Todos los recipientes utilizados para contener cloruro férrico deben ser de plástico o cristal; nunca deben utilizarse metálicos. Si es preciso almacenar la solución durante un cierto periodo de tiempo éste debe ser hermético. El cloruro férrico es higroscópico, por lo que a la menor oportunidad absorbería humedad del ambiente hasta hacer rebosar un recipiente normal.

Entre otros, actualmente existen en el mercado preparados de ácido corrosivo, compuesto por un componente sólido y otro líquido, que son activos al mezclarlos, esto evita problemas en el transporte, son menos tóxicos y más seguros, proporcionando mejor rendimiento.

Se debe revisar periódicamente la placa para ver como se desarrolla el proceso de corrosión, además de que es conveniente moverla para facilitar el proceso de atacado del ácido. Una vez terminado éste, no debe dejarse la placa dentro de la solución, ya que acabaría atacando los bordes de las pistas protegidos por tinta o película fotográfica.

Terminado el proceso de corrosión se debe lavar la placa para eliminar restos de ácido y detener así su acción

ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- La descripción de cada uno de los procesos realizados.
- Los distintos diseños en papel.
- Los diseños en fotolito (o copia de los mismos).

PRÁCTICA 9

PRÁCTICAS DE TECNOLOGÍA DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS FABRICACIÓN DE CIRCUITO IMPRESO (III)

OBJETIVOS

- Montar físicamente los componentes en la placa de circuito impreso.
- Realizar la última parte del montaje práctico.
- Verificar el funcionamiento del circuito impreso fabricado.

PRÁCTICAS

- Taladrado
- Soldadura
- Verificación del circuito

INTRODUCCIÓN

Una vez obtenido la placa del circuito impreso mediante los procesos fotográficos tenemos que realizar el montaje físico de los componentes y comprobar que la placa efectivamente funciona. Habremos realizado así el proceso completo desde el diseño hasta la fabricación de un primer prototipo. Podemos entender que una vez comprobado el correcto funcionamiento se puede realizar la fabricación en serie de nuestro diseño.

PROCESO FINAL

Partiremos del resultado del proceso anterior con una placa de circuito impreso limpia y en perfectas condiciones de acabado. Para ello se ha debido eliminar los restos de fotoresina con alcohol. De lo contrario, la resina va a impedir la correcta soldadura.

Los procesos pendientes de realización quedarían reflejados en la siguiente relación:

- Taladrado
- Soldadura de componentes
- Verificación

Taladrado

Para poder realizar la soldadura de los componentes es necesario realizar los taladros que albergaran los terminales de los componentes que no son de montaje superficial; estos taladros normalmente se realizan de un tamaño que sea de 0,2 a 0,5 mm más que el diámetro del terminal, para que la inserción del componente se realice sin problemas.

Si este proceso se realiza de forma automática mediante control numérico se tienen que generar correctamente los ficheros de taladrado, que indican donde se encuentran cada uno agujeros de los taladros y con qué herramienta deben de realizarse.

Soldadura

Una vez fabricado y comprobado el C.I., es preciso realizar una segura conexión eléctrica y mecánica entre las patillas de los componentes y las pistas de cobre de la placa.

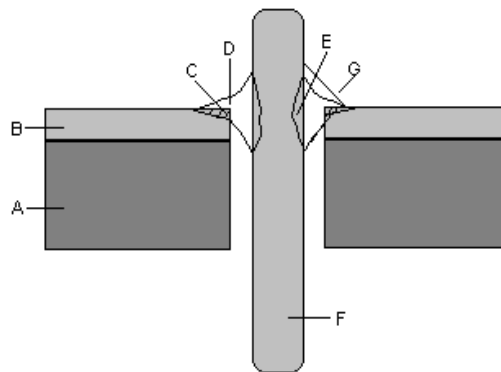
La soldadura implica el uso de un metal que funde a una temperatura relativamente baja (alrededor de los 200 °C) que ha de formar un enlace molecular entre las patillas de los componentes y las pistas de cobre. La temperatura debe ser baja puesto que los componentes pueden ser dañados por el excesivo calor, e incluso, también podría resultar afectado el adhesivo que se utiliza para unir entre sí la placa o substrato y la lámina de cobre. En el laboratorio usamos una aleación de estaño plomo 60-40, pero el uso de plomo está prohibido a nivel industrial por lo que se emplean procesos de soldadura libres

de plomo. En nuestro caso el punto de fusión se alcanza a 183 °C.

La película de óxido presente en los terminales de los componentes y en las pistas de cobre no permite una buena soldadura por lo tanto, el óxido deberá ser eliminado. Esto se realiza mediante la incorporación de una resina orgánica que mejora las propiedades de la aleación de estaño/plomo y un activador que disuelve el óxido.

Alrededor de los 200 °C, la aleación fundida desplaza al fundente de las superficies metálicas y lo absorbe formando un enlace molecular. El soldador debe retirarse entonces, dejando enfriarse la soldadura sin moverla.

Una buena soldadura deberá tener un aspecto terso y brillante, y una superficie cóncava, además la aleación debe fluir fácilmente sobre la superficie de los dos componentes a soldar. Cantidades excesivas de aleación y grandes gotas con superficies convexas son signos de soldaduras defectuosas.



- A. Base de la placa de circuito impreso.
- B. Lámina o capa de cobre.
- C. Aleación de estaño y plomo con la pista de cobre (con un espesor de solo algunas moléculas)
- D. Aleación de estaño y plomo.
- E. Aleación de estaño y plomo con el terminal del componente.
- F. Terminal componente.
- G. El ángulo máximo que debe tener entre la aleación de estaño / plomo y la pista de cobre es de 30 grados.

TÉCNICAS DE SOLDADURA

Todos los terminales del componente deben insertarse en el C.I.

Para mantener los componentes en su lugar doblar las patillas en un ángulo de unos 45 grados.

Una vez insertados y soldados se cortarán las patillas lo más cerca posible del circuito, utilizando alicates de corte.

Para soldar el componente se aplica la punta del soldador a la pista de cobre y a la patilla a soldar, llevando al punto de contacto el hilo de soldar, pero sin tocar la punta del soldador. Cuando haya suficiente estaño en la unión se retira el soldador y el hilo de soldar, dejando enfriarse la unión sin moverla. Para evitar que el componente pueda estropearse por exceso de temperatura, en el terminal a soldar se pueden colocar unas pinzas de presión para disipar el flujo de calor a través de ellas.

Verificación

Mecanizado y cableado externo a la placa

Si es necesario realizar alguna operación adicional será realizada después de haber soldado los componentes. Podríamos insertar los conectores o insertar los componentes que van con zócalos, los cuales si han sido insertados en la fabricación.

Test de funcionamiento

Servirá para verificar que se ha obtenido el resultado esperado y que no se ha dañado el circuito en ninguno de los procesos de fabricación.

ELABORACIÓN DEL INFORME

El informe de la práctica debe incluir:

- Las incidencias y los problemas observados en el montaje del circuito impreso.
- La impresión que ofrece el circuito montado, esto es, si los componentes han quedado bien nivelados, si las soldaduras son buenas, etc.
- La manera de realizar las pruebas y verificaciones a la placa.