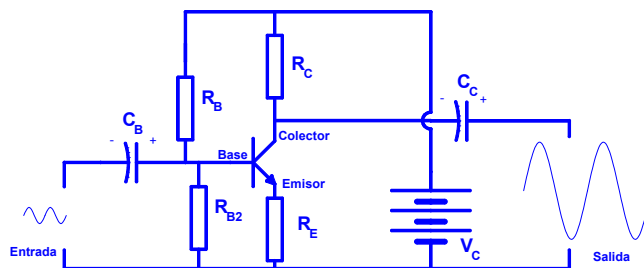


ASOCIACIÓN DE INGENIERÍA Y DISEÑO ASISTIDO

# INTERPRETACIÓN Y TRAZADO DE PLANOS ELECTRÓNICOS Y ELECTROTÉCNICOS



Manuel  
Domínguez

María del Mar  
Espinosa

**AIDA – I<sup>4</sup>**  
PUBLICACIONES

# PRÓLOGO

El lenguaje gráfico dentro de la ingeniería y de la técnica es probablemente uno de los pocos lenguajes de comunicación de carácter internacional. Un plano elaborado por un técnico en Europa puede ser fácilmente interpretable por otro técnico que necesita fabricar el producto en una factoría en Asia.

Pero a pesar de ello, todavía existen muchas dificultades que salvar. El lenguaje gráfico es un lenguaje vivo, evoluciona, y además constantemente se detecta la aparición de “dialectos”. Afortunadamente, la intuición del técnico puede llegar a interpretar esos “dialectos” aun cuando sean nuevos para él, en base a su experiencia y formación.

El trabajo que aquí se presenta está encaminado a abrir una luz en este campo de la formación del ingeniero, que le permita “entender” los planos elaborados por técnicos con una mentalidad muy diferente y, a su vez, elaborar unos proyectos que cualquier profesional del entorno industrial pueda interpretar en su idioma sin dificultad.

Una herramienta bastante útil en este entorno es la normativa. Gracias a ella se puede disponer de una serie de tablas donde se recoge el significado de muchos símbolos. Pero lamentablemente las organizaciones de normalización no son tan ágiles como a todos nos gustaría, y desde que se necesita una simbología concreta hasta que ésta es adoptada por las entidades de normalización pasa mucho, quizá demasiado tiempo. Con el agravante adicional de que a veces, cuando esta simbología es admitida y registrada, el entorno industrial ya la ha dado por obsoleta y la ha sustituido por alternativas más actuales. Y en este mar de posibilidades es donde el ingeniero debe desarrollar su trabajo, razón más que suficiente para hacer hincapié en la importancia de la formación y la experiencia.

Como complemento a lo indicado, se debe hacer una reflexión importante: solamente podremos elaborar un plano carente de riesgos de malas interpretaciones si conocemos muy bien la materia y la tecnología en la que el proyecto está enmarcado, lo que nos lleva a la necesidad del rigor en el conocimiento. Por la misma razón, solamente podremos entender correctamente un plano si nuestra formación y experiencia están a la altura de lo que se espera. Todo lo que simplifica un plano técnico en cuanto a tiempo de interpretación y velocidad de transmisión de información se pierde si el que lo lee no es capaz de interpretarlo correctamente y debe dedicar un tiempo adicional a “estudiar” previamente el significado de cada uno de los símbolos.

Por último, es importante recordar que todo técnico debe, poco a poco, configurando su propia y personal biblioteca de trabajo. Debe seleccionar libros que le pueden servir para el estudio de las materias en las fases de formación, pero también debe seleccionar libros que le puedan ser de utilidad en un futuro más cercano de lo que parece y que le permitirán desarrollarse en el ejercicio profesional. En esta línea, en el epígrafe

de bibliografía se referencia otra serie de materiales que consideramos de interés, pero la decisión y la responsabilidad final es del técnico y desde aquí sólo nos queda recomendar una detenida lectura en bibliotecas, o incluso en la propia librería técnica, antes de adquirir una obra que deberá resolver nuestras dudas técnicas durante bastante tiempo.

# CONTENIDO

PRÓLOGO .....	5
SECCIÓN I. ELECTRICIDAD .....	11
CAPÍTULO I. CONCEPTOS GENERALES .....	13
1. INTRODUCCIÓN .....	15
2. COMPONENTES .....	16
2.1 Cables .....	17
2.2 Fusibles .....	20
2.3 Tomas de corriente .....	20
2.4 Transformadores y rectificadores .....	22
2.5 Elementos finales o receptores .....	23
2.6 Contactos .....	25
2.6.1 Interruptores .....	25
2.6.2 Pulsadores .....	27
2.6.3 Conmutadores .....	28
2.6.4 Telerruptores .....	30
2.6.5 Relés .....	31
2.6.6 Contactores .....	32
2.7 Timbres y zumbadores .....	33
2.8 Motores .....	34
2.9 Calefactores y resistencias .....	35
3. MARCADO DE BORNES, APARATOS Y CONDUCCIONES .....	36
3.1 Bornes de máquinas y componentes .....	36
3.2 Bornes de interruptores y conmutadores .....	36
3.3 Bornes de equipos de protección .....	37
3.4 Marcado de conducciones .....	37
4. ESQUEMAS ELÉCTRICOS .....	38
4.1 Esquema funcional .....	39
4.2 Esquema de cableado .....	39
4.2.1 Esquema multifilar .....	40
4.2.2 Esquema unifilar .....	40
CAPÍTULO II. MÁQUINAS ELÉCTRICAS E INSTALACIONES	
INDUSTRIALES .....	41
1. INTRODUCCIÓN .....	43
2. ELEMENTOS DEL CIRCUITO .....	44
2.1 Designación de elementos .....	47

3. TRAZADO DE ESQUEMAS .....	50
4. INSTALACIONES INDUSTRIALES .....	54
4.1 Representación tridimensional y esquema en planta .....	55
4.2 Planos de instalaciones .....	56
4.2.1 Esquema unifilar .....	56
4.2.2 Esquema funcional y plano completo de la instalación .....	57
5. ACOMETIDAS .....	58
5.1 Caja general de protección .....	59
5.2 Líneas repartidoras, derivaciones y contadores .....	60
5.3 Interruptor de control de potencia y cuadro de distribución .....	61
6. SISTEMAS DE SEGURIDAD .....	63
6.1 Puesta a tierra .....	63
6.2 Sistemas de alimentación ininterrumpida .....	64
6.3 Alumbrado de emergencia .....	64
6.4 Código IP .....	65
6.5 Código IK .....	66
SECCIÓN II. ELECTRÓNICA ANALÓGICA .....	69
CAPÍTULO III. COMPONENTES .....	71
1. INTRODUCCIÓN .....	73
2. GENERADORES Y RECEPTORES .....	74
2.1 Resistencias .....	75
2.1.1 Resistividad .....	77
2.1.2 Designación de resistencias .....	79
2.1.3 Resistencias en serie, en paralelo y en estrella - triángulo .....	80
2.2 Medida de tensión e intensidad .....	81
2.2.1 Otros aparatos de medida .....	82
3. RECEPTORES INDUCTIVOS Y CAPACITIVOS .....	83
3.1 Condensadores .....	83
3.1.1 Capacidad de un condensador .....	85
3.1.2 Condensadores en serie y en paralelo .....	86
3.2 Inductores o bobinas .....	87
3.2.1 Coeficiente de autoinducción .....	88
3.3 Corriente alterna .....	90
3.3.1 Circuitos con resistencias y condensadores .....	92
3.3.2 Circuitos con resistencias y bobinas .....	94
3.3.3 Circuito serie con resistencias, condensadores y bobinas .....	96
3.3.4 Circuito paralelo con resistencias, condensadores y bobinas .....	96
3.3.5 Resonancia .....	97
4. ELEMENTOS ACTIVOS .....	98
4.1 El diodo .....	98
4.1.1 Diodo zener .....	99
4.1.2 El diodo de luz .....	99
4.1.3 El fotodiodo .....	100
4.1.4 Optoacoplador de diodos .....	100
4.2 El transistor .....	100
4.2.1 El fototransistor .....	103
4.2.2 Optoacoplador con fototransistor .....	104
4.2.3 El transistor de efecto de campo .....	104

4.2.4 Diferencias entre el transistor bipolar y el de efecto de campo.....	107
4.3 Otros elementos activos.....	108
4.3.1 Diodo túnel.....	108
4.3.2 Tiristor.....	108
4.3.3 Diac.....	109
4.3.4 Triac.....	110
4.3.5 Transistor uniunión.....	110
5. CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS.....	111
<b>CAPÍTULO IV. FUENTES DE ALIMENTACIÓN.....</b>	<b>115</b>
1. INTRODUCCIÓN.....	117
2. FASE DE RECTIFICACIÓN. EL DIODO.....	119
2.1 Factor de forma y grado de ondulación o factor de rizado.....	119
2.2 Rectificadores de doble onda.....	120
2.3 Puente de diodos.....	120
3. FILTRADO Y ESTABILIZACIÓN.....	121
3.1 Filtro en $\pi$ .....	122
3.2 Estabilizadores. El diodo zener.....	123
3.2.1 Estabilizadores en serie.....	124
<b>CAPÍTULO V. AMPLIFICADORES.....</b>	<b>127</b>
1. GANANCIA.....	129
2. CLASIFICACIÓN DE LOS AMPLIFICADORES.....	130
3. POLARIZACIÓN DEL TRANSISTOR.....	131
3.1 Polarización de base mediante dos fuentes de alimentación.....	132
3.2 Polarización mediante una sola fuente de alimentación.....	132
3.3 Polarización por realimentación del emisor.....	133
3.4 Polarización por realimentación del colector.....	133
3.5 Polarización por realimentación del emisor con divisor de tensión.....	133
4. AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES BIPOLARES.....	134
4.1 Emisor común.....	134
4.2 Colector común.....	135
4.3 Base común.....	136
5. ACOPLAMIENTO DE ETAPAS.....	137
5.1 Acoplamiento con transformador.....	139
5.2 Acoplamiento con condensador.....	139
6. AMPLIFICADORES CON TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO.....	140
6.1 Surtidor común.....	140
6.2 Drenador común.....	142
6.3 Amplificadores con transistores de efecto de campo de puerta aislada ...	143
<b>SECCIÓN III. ELECTRÓNICA DIGITAL.....</b>	<b>145</b>
<b>CAPÍTULO VI. LÓGICA DIGITAL.....</b>	<b>147</b>
1. SISTEMAS ANALÓGICOS Y SISTEMAS DIGITALES.....	149
1.1 El transistor como interruptor.....	150
2. EL SISTEMA BINARIO.....	151

3. PUERTAS LÓGICAS .....	152
3.1 Puerta NO.....	153
3.2 Puerta Y.....	155
3.3 Puerta O .....	156
3.4 Puerta O exclusiva .....	157
3.5 Puerta NO-Y.....	158
3.6 Puerta NO-O.....	159
3.7 Puerta NO-O exclusiva.....	160
4. ENCAPSULADOS .....	161
5. ÁLGEBRA DE BOOLE.....	162
5.1 Teoremas de De Morgan.....	166
<b>CAPÍTULO VII. CIRCUITOS DIGITALES.....</b>	<b>167</b>
1. CONCEPTOS GENERALES .....	169
2. FAMILIAS LÓGICAS.....	170
2.1 Familia TTL.....	171
2.2 Familia CMOS .....	173
2.3 Otras familias.....	173
3. CIRCUITOS COMBINACIONALES .....	176
3.1 Codificadores y decodificadores.....	177
3.2 Multiplexores y demultiplexores .....	178
3.3 Comparadores.....	179
4. CIRCUITOS SECUENCIALES .....	179
4.1 Astables.....	180
4.2 Monoestables .....	181
4.3 Biestables .....	183
4.3.1 Biestable RS.....	183
4.3.2 Biestable RST.....	184
4.3.3 Báscula D activada por nivel (Biestable D) .....	185
4.3.4 Biestable maestro-esclavo .....	186
4.3.5 Biestable JK.....	186
4.4 Contadores.....	187
4.4.1 Contadores decimales.....	187
5. CIRCUITOS ARITMÉTICOS: SUMADORES Y DIFERENCIADORES .....	188
5.1 Unidades aritmético-lógicas .....	190
<b>ANEXOS.....</b>	<b>193</b>
1. GLOSARIO .....	195
2. ÍNDICE DE TABLAS .....	205
3. ÍNDICE ANALÍTICO.....	206
4. NORMAS DE REFERENCIA .....	211
5. PÁGINAS EN INTERNET .....	220
6. BIBLIOGRAFÍA.....	222