

Automatismos industriales

**(Contenidos conceptuales
y procedimentales)**

**Instalaciones Eléctricas
y Automáticas**

© Raül Solbes i Monzó

© Derechos de edición:

Nau Llibres

Periodista Badía 10.

Tel.: 96 360 33 36

Fax: 96 332 55 82

46010 València

E-mail: nau@naullibres.com

web: www.naullibres.com

Diseño de portada e interiores:

Artes Digitales Nau Llibres, Pablo Navarro Roncal Y Juan Lucas Frau Garcés

Imprime:

Ulzama

ISBN13: 978-84-7642-920-4

Depósito Legal: V - 1938 - 2014

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización por escrito de los titulares del "Copyright", bajo las sanciones establecidas por las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidas la reprografía y el tratamiento informático.



Agradecimientos

Por supuesto, este libro no sería posible sin las enseñanzas de mis profesores, mis compañeros de trabajo, los comerciales y los técnicos de las empresas relacionadas con los automatismos industriales, así como mis antiguos clientes y por supuesto todo mi alumnado, el cual año tras año, aporta propuestas de mejora. Por tanto, a todos ellos, mis más sinceros agradecimientos.

También quiero agradecer a mi dos sobrinas Míriam y Andrea, a la primera por su adaptación de formatos cuando este libro era todavía un proyecto y a la segunda por su diseño de portada y sus valiosas orientaciones de marketing. Muchas gracias a ambas por vuestra paciencia.

Por último y no menos importante, no puedo dejar de agradecer la paciencia de mi familia y amigos, pero fundamentalmente de mi maravillosa mujer.

Muchas gracias María, muchas gracias por tu comprensión y ayuda, este libro es más tuyo que mío, y no hubiera podido salir a la luz sin tu apoyo incondicional.

Dedicatoria

Este libro está dedicado a mi compañera incondicional, pero también al alumnado que ha pasado y pasará por mis manos, a los que les pido las más sinceras disculpas por todos los errores que he cometido y que seguro continuaré cometiendo.

De todo corazón espero que con este libro obtengas las competencias profesionales necesarias por poder desarrollar tu trabajo en el ámbito de los automatismos industriales.

“Tanto si crees que puedes como si crees que no puedes, estás en lo cierto”

Henry Ford (1863 - 1947)

Índice

Prólogo.....	9			
		UT01.	UT04.	
		Introducción a los automatismos y a la prevención de riesgos	Estructura y aparellaje de los automatismos cableados	
Introducción. Caso práctico	11		Introducción. Caso práctico	53
1.1. Introducción a los automatismos	13		4.1. Estructura de una instalación industrial.....	55
1.2. Herramientas a utilizar	14		4.2. Tecnologías aplicables	56
1.3. Riesgos asociados a los automatismos.....	15		4.3. Elementos de protección industriales	57
1.4. Medidas y equipos de prevención.....	18		4.4. Sensores industriales	62
Autoevaluación UT1. Enunciados.....	22		4.5. Elementos de control y actuadores industriales	67
Referencias.....	23		4.6. Receptores industriales	72
			Autoevaluación UT4. Enunciados.....	74
			Referencias.....	76
		UT02.	UT05.	
		Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado	Conexiones a máquinas eléctricas	
Introducción. Caso práctico	25		Introducción. Caso práctico	77
2.1. Materiales más utilizados en la industria.....	27		5.1. Introducción a las máquinas eléctricas	79
2.2. Herramientas y operaciones de mecanizado.....	29		5.2. Motores eléctricos	80
2.3. Interpretación de planos de mecanizado	34		5.3. Motores de corriente continua.....	81
2.4. Herramientas de dibujo CAD	37		5.4. Motores síncronos de corriente alterna	84
Autoevaluación UT2. Enunciados.....	39		5.5. Motores asíncronos de corriente alterna	85
Referencias	40		5.6. Maniobra y arranque de motores eléctricos	86
			5.7. Protección de los motores eléctricos	92
			Autoevaluación UT5. Enunciados.....	95
			Referencias.....	97
		UT03.	UT06.	
		Mecanizado de los cuadros eléctricos	Esquemas y montajes cableados estándar	
Introducción. Caso práctico	41		Introducción. Caso práctico	99
3.1. Características constructivas.....	43		6.1. Tipo de esquemas	101
3.2. Protección de cuadros eléctricos	45		6.2. Maniobras básicas	102
3.3. Accesorios auxiliares de los cuadros eléctricos ..	46		6.3. Función y disposición de los distintos componentes	105
3.4. Simbología normalizada	47		6.4. Identificación de componentes	106
3.5. Dimensiones del cuadro y distribución de aparatos.....	48		6.5. Realización de pruebas funcionales.....	110
3.6. Suministro de cuadros eléctricos.....	50		Autoevaluación UT6. Enunciados.....	111
Autoevaluación UT3. Enunciados.....	51		Referencias.....	112
Referencias.....	52			

UT07.	UT10.
Documentación y software CAD electrotécnico	Instalaciones automáticas con lógica programada
Introducción. Caso práctico 113	Introducción. Caso práctico 149
7.1. Necesidad de documentar las instalaciones (REBT-ITC04)..... 115	10.1. El mapa de memoria..... 151
7.3. Software de simulación..... 117	10.2. Lenguajes de programación..... 152
Autoevaluación UT7. Enunciados..... 119	10.3. Funciones básicas de programación 155
Referencias..... 120	10.4. Programación con GRAFCET 159
	10.5. Software específico de PLC 162
	10.6. Localización y resolución de averías en sistemas programados..... 174
UT08.	Autoevaluación UT10. Enunciados 177
Instalaciones automáticas con lógica cableada	Referencias..... 178
Introducción. Caso práctico 121	
8.1. Introducción al GRAFCET 123	UT11.
8.2. Elementos del GRAFCET 124	Regulación de velocidades de los motores
8.3. Estructuras del GRAFCET..... 125	Introducción. Caso práctico 179
8.4. Reglas de evolución del GRAFCET 126	11.1. Introducción y conceptos físicos 181
8.5. Proceso de resolución de problemas secuenciales..... 127	11.2. Arrancadores electrónicos..... 183
8.6. Herramientas de representación 128	11.3. Variadores de velocidad..... 184
8.7. Localización y resolución de averías en sistemas cableados 129	11.4. Servomotores 187
8.8. Mantenimiento correctivo y preventivo 130	Autoevaluación UT11. Enunciados 188
8.9. Gestión de stocks..... 132	Referencias..... 189
Autoevaluación UT8. Enunciados..... 134	
Referencias..... 135	
UT09.	
Conocimientos básicos de los autómatas programables	
Introducción. Caso práctico 137	
9.1. Introducción..... 139	
9.2. Principio de funcionamiento 140	
9.3. Clasificación..... 140	
9.4. Componentes y estructuras 142	
9.5. Características técnicas 143	
9.6. Selección y dimensionado..... 144	
9.7. Instalación y conexión 144	
Autoevaluación UT9. Enunciados..... 147	
Referencias..... 148	

UT02. Procedimientos Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado		UT09. Procedimientos Conocimientos básicos de los autómatas programables	
Actividades.....	192	Actividad.....	242
Práctica.....	198		
		UT10. Procedimientos Instalaciones automáticas con lógica programada	
UT03. Procedimientos Mecanizado de cuadros eléctricos		Actividades.....	244
Práctica.....	202	Práctica.....	250
Trabajo.....	204	Trabajo.....	250
Anexo I - Medidas y representación de los dispositivos	205		
Anexo II - Ejemplo de un dimensionado.....	206	UT11. Procedimientos Regulación de velocidad de los motores	
		Prácticas.....	252
UT04. Procedimientos Estructura y aparellaje de los automatismos cableados			
Trabajo.....	210	Autoevaluación	
Anexo I – Webs relacionadas	212		
UT05. Procedimientos Conexiones a máquinas eléctricas			
Actividad.....	214		
UT06. Procedimientos Esquemas y montajes cableados estándar			
Actividades.....	218		
Prácticas.....	221		
UT07. Procedimientos Documentación y software CAD electrotécnico			
Prácticas.....	230		
UT08. Procedimientos Instalaciones automáticas con lógica cableada			
Actividades.....	232		
Práctica.....	238		
Trabajo.....	239		

Prólogo

QUERIDO LECTOR:

Este libro tiene una finalidad técnica y didáctica, de forma que se adapta por completo al módulo profesional de Automatismos Industriales, módulo incluido al Título de Formación Profesional de Grado Medio con nombre: Instalaciones Eléctricas y Automáticas.

El libro “**Automatismos Industriales**. Contenidos conceptuales y procedimentales” desarrolla los contenidos conceptuales y procedimentales que hay que estudiar en este módulo, y está basado en una programación didáctica desarrollada bajo competencias contextualizadas, es decir, está basado atendiendo a los resultados de aprendizaje. Por tanto la finalidad de este libro no es simplemente saber, sino más bien saber hacer.

Existen tres bloques claramente diferenciados: mecanizado, lógica cableada, y lógica programada.

El segundo bloque tiene un carácter notablemente más marcado, pues se trata de un nivel formativo de grado medio. Ahora bien, en ningún momento se deja de lado las competencias relacionadas con el mecanizado, el dibujo técnico, la programación de autómatas y la regulación de velocidad de los motores, pues son enseñanzas que se deducen de los resultados de aprendizaje del propio módulo profesional.

Por lo que respecta a las Unidades de Trabajo, es importante indicar a que guardan una misma estructura:

- **Introducción - Caso práctico.** Se trata de una historia marco con tres personajes, los cuales plantean situaciones cotidianas de una empresa de instalacio-

nes eléctricas, con la finalidad de introducir cada una de las unidades.

- **Contenidos.** Apartado donde es posible visualizar el índice de contenidos de la propia unidad.
- **Objetivos.** Son los objetivos que se pretenden conseguir después de asimilar los conceptos desarrollados en la unidad.
- **Preconocimiento.** Hay unidades donde no se requiere ningún conocimiento previo, pero hay otras donde es necesario que el alumnado tenga cierto conocimientos, los cuales, en principio, se han asimilado en unidades de trabajo anteriores.
- **Cuerpo de la unidad.** Este es la parte más importante de todas las unidades de trabajo, donde se desarrollan los contenidos conceptuales. Se divide en apartados y subapartados perfectamente numerados, para que el alumnado pueda, en todo momento, ubicar su estudio. Además, los contenidos se acompañan de numerosas imágenes y diagramas, con la finalidad de facilitar la comprensión y hacer más entretenida la lectura. Por otro lado, también hay varios enlaces Web donde el alumnado podrá aclarar dudas, ampliar conocimientos y visualizar vídeo-tutoriales.
- **Autoevaluación.** Se trata de una serie de preguntas que el alumnado debe saber responder si ha asimilado correctamente el conceptos desarrollados en el cuerpo de la unidad.

- **Webs relacionadas.** Son enlaces Web donde el alumnado podrá ampliar conocimientos relacionados con cada una de las unidades.
- **Licencias y reconocimientos de imágenes.** La gran mayoría de imágenes y diagramas son de elaboración propia, pero hay otros que son utilizadas de varios autores, los cuales facilitan sus obras con derechos de Atribución. Este apartado está dedicado a ellos, de forma que aprovecho estas líneas para agradecerles su participación indirecta en este libro.

Las últimas 70 páginas del libro corresponden a los contenidos procedimentales asociados a cada una de las unidades de trabajo, de forma que representan un complemento perfecto que ayudará al alumnado a conseguir los objetivos pedagógicos del módulo profesional.

En cuanto a las Unidades de Trabajo correspondientes a los contenidos procedimentales, es importante indicar que guardan una misma estructura:

- **Contenidos.** Apartado donde es posible visualizar el índice de contenidos de la propia unidad procedimental.
- **Objetivos.** Son los objetivos que se pretenden conseguir después de asimilar los contenidos procedimentales desarrollados en la unidad.
- **Cuerpo de la unidad.** Esta es la parte más importante de todas las unidades de trabajo, donde se desarrollan los contenidos procedimentales. A pesar de que no todas las unidades de trabajo incluyen todos los subapartados, es posible diferenciar tres:
 - **Actividades relacionadas con la unidad de trabajo asociada,** las cuales pueden resolverse en una sesión de clase de dos horas.
 - **Prácticas de taller,** donde se plantean varios montajes prácticos.
 - **Trabajos,** los cuales representan actividades largas, es decir, actividades con un tiempo de resolución más prolongado en el tiempo, de forma que resulta imposible resolverlas en una sesión de clase, a la vez que dan juego al trabajo en equipo y al desarrollo de la competencia básica de aprender a aprender.

Las actividades, prácticas y trabajos se plantean de forma clara y directa, de forma que se intenta ir al grano y huir de los tecnicismos. Ahora bien, se trata de un libro

didáctico y técnico, y en este sentido, esto último no siempre será posible.

Desde mi punto de vista, en este libro se incluyen todos los contenidos (conceptuales y procedimentales) necesarios para que el alumnado asimile los resultados de aprendizaje asociados en el módulo de Automatismos Industriales. De hecho, este libro es el que utilizo yo mismo para impartir las clases de este módulo.

Con toda mi sinceridad espero que el libro sea provechoso para todo el mundo. Principalmente para el alumnado, pues al fin y al cabo es el principal destinatario y quien más lo analizará, pero también para el profesorado responsable de impartir este módulo, pues, atendiendo a los resultados de aprendizaje del propio Título, seguro que representa una guía fiel a lo que se debe impartir.

Raül Solbes i Monzó

Introducción a los automatismos y a la prevención de riesgos

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Raül, ingeniero técnico industrial eléctrico e ingeniero de organización industrial, ha planteado a Míriam y a María la posibilidad de crear una empresa relacionada con la automatización industrial. Después de debatirlo, Míriam y María han decidido aceptar la propuesta, pero ambas no tienen ningún conocimiento al respecto. En este sentido, deciden cursar, en modalidad semipresencial, el módulo profesional de Automatismos Industriales.

María – Escucha Raül, Míriam y yo no tenemos ningún conocimiento de electricidad, ¿nos ayudarás?

Raül – ¡Claro que sí mujer! No hace falta que os preocupéis, el módulo de automatismos industriales es un módulo profesional correspondiente al primer curso del título de grado medio de instalaciones eléctricas y automáticas. En este sentido, no es necesario ningún conocimiento previo, y el nivel formativo no es demasiado elevado.

Míriam – ¿Cómo se organizan los contenidos de este módulo?



Raül 1

Raül – He analizado la guía didáctica, y he podido comprobar que hay tres bloques claramente diferenciados: mecanizado, lógica cableada y lógica programada.

María – ¿Mecanizado?

Raül – ¡Así es María! Resulta muy importante tener conocimientos básicos relacionados con el mecanizado, pues es bastante común realizar sencillas tareas de mecanizado en todo aquello relacionado con los automatismos industriales. El objetivo

no es a que sepáis utilizar máquinas herramientas complejas y específicas, como por ejemplo el torno, la rectificadora,... Ahora bien, es importante que podáis interpretar planos de mecanizado, incluso que sepáis desarrollar sencillos planos, y evidentemente que podáis identificar y hacer servir las principales herramientas y materiales de mecanizado.



María 1

Míriam – ¿Y eso de la lógica cableada y programada?

Raül – La lógica cableada está relacionada con los automatismos convencionales, es decir, aquellos que utilizan dispositivos electromecánicos relacionados mediante conductores. La lógica programada está relacionada con los autómatas programables, es decir, con dispositivos electrónicos que permiten la configuración y programación mediante un ordenador.

María – Me suena todo a chino.

Raül – ¡No te preocupes María! Empezáis con la primera unidad de trabajo, en la que se realiza una introducción a los automatismos industriales, así como la identificación de las principales herramientas y sus riesgos asociados. Tened paciencia y ya veréis como se trata de un módulo muy bonito, con importantes salidas profesionales.



Míriam 1

Míriam – Muy bien Raül. ¡Vamos a empezar!

CONTENIDOS

UT01. Introducción a los automatismos y a la prevención de riesgos	
Introducción. Caso práctico	11
1.1. Introducción a los automatismos	13
1.1.1. Concepto.....	13
1.1.2. Evolución.....	13
1.1.3. Objetivos.....	13
1.1.4. Campos de aplicación.....	13
1.1.5. Ventajas	14
1.2. Herramientas a utilizar	14
1.2.1. Herramientas mecánicas.....	14
1.2.2. Herramientas eléctricas.....	14
1.2.3. Otras herramientas.....	14
1.3. Riesgos asociados a los automatismos.....	15
1.3.1. Introducción a los riesgos.....	15
1.3.2. Legislación y marco normativo	16
1.3.3. Riesgos eléctricos en las máquinas	16
1.3.4. Riesgos mecánicos en las máquinas	16
1.3.5. Otros riesgos en las máquinas.....	16
1.3.6. Medidas de seguridad	16
1.3.7. Dispositivos a utilizar	17
1.4. Medidas y equipos de prevención.....	18
1.4.1. Equipos de protección individual. Conceptos básicos.....	18
1.4.2. Equipos de protección individual utilizados en los automatismos industriales.....	18
1.4.3. Medidas de protección: manipulación de herramientas, útiles y máquinas con seguridad.....	19
Autoevaluación UT1. Enunciados.....	22
Autoevaluación 1.1. Enunciado.....	22
Autoevaluación 1.2. Enunciado.....	22
Autoevaluación 1.3. Enunciado.....	22
Referencias	23
Webs relacionadas.....	23
Licencias y reconocimiento de imágenes.....	23

OBJETIVOS

- Conocer los conceptos fundamentales de una automatización, así como sus objetivos, ventajas y principales aplicaciones.
- Analizar las herramientas necesarias para desarrollar una automatización industrial.
- Percibir los riesgos de una automatización industrial, así como los medios para prevenirlos.

PRECONOCIMIENTO

Esta Unidad de Trabajo (UT) es introductoria y por tanto no es necesario ningún conocimiento previo.

Para realizar las prácticas de este módulo profesional, no hace falta que el alumnado cuente con todas estas herramientas, pero sí serán imprescindibles las siguientes:

- Caja de herramientas.
- Multímetro digital.
- Tijeras o alicates de corte.
- Juego de destornilladores.
- Elementos de escritura, reglas, y elementos de trazado.
- Calculadora, ordenador, impresora, y escáner.

De momento no hace falta que compres ninguna herramienta, pues en la próxima Unidad Didáctica estudiaremos para que se utiliza cada una, así como las consideraciones que hay que tener en cuenta.

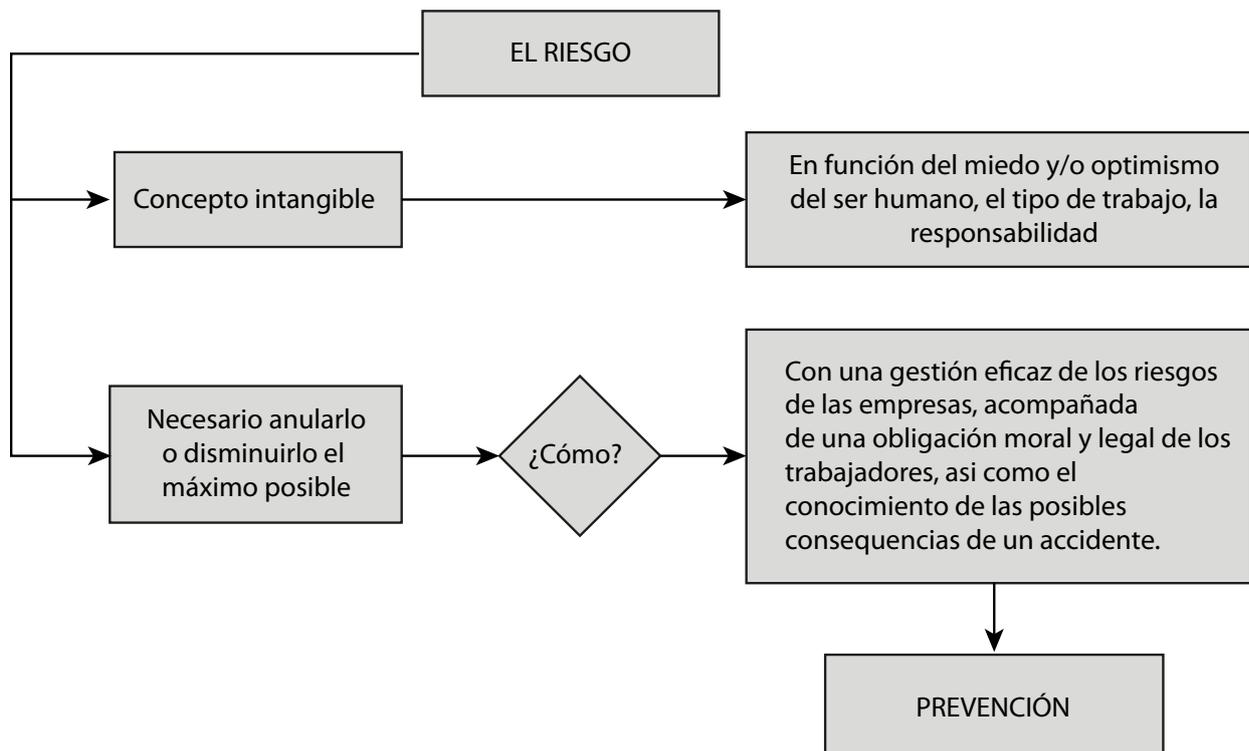
Ahora bien, tan pronto se explican estos contenidos, hay que ir a una buena ferretería y adquirir, por lo menos, las herramientas que indico como imprescindibles.



AI01_R01_ Herramientas

I.3. RIESGOS ASOCIADOS A LOS AUTOMATISMOS

I.3.1. Introducción a los riesgos



AI01_R02_ Diagrama Riesgo

En cada uno de los módulos profesionales se estudiarán los principales riesgos presentes en cada campo. Por lo que respecta en este módulo, se prestará especial atención a los riesgos presentes en las automatizaciones industriales y por tanto, a los riesgos derivados de las máquinas eléctricas y de los procesos de mecanizado y manipulación con máquinas herramientas.

■ I.3.2. Legislación y marco normativo

No es objeto del presente módulo profesional estudiar la legislación que regula la prevención de riesgos laborales, pues esto lo analizarás con detenimiento en el módulo de Formación y Orientación Laboral. De cualquier forma, es importante que conozcas de la existencia de determinadas leyes generales y específicas que se deben cumplir, como por ejemplo la Ley de prevención de riesgos laborales: <http://www.prevencion-riesgos-laborales.com/Leg.htm>.

Los objetivos generales que pretenden cumplir todas estas leyes son los siguientes:

- **Prevención** de los riesgos profesionales para proteger la seguridad y la salud.
- **Eliminación o disminución** de los riesgos derivados del trabajo.
- **Información, consulta, participación y formación** de los trabajadores en materia formativa.

■ I.3.3. Riesgos eléctricos en las máquinas

Básicamente los riesgos derivados de la energía eléctrica son:

1. Choque eléctrico por el paso del corriente a través del cuerpo humano (contactos directos o indirectos).
2. Incendio por sobrecarga o cortocircuito.

Las consecuencias de estos riesgos serán mayores o menores en función de tres variables: intensidad, frecuencia, y tiempo de duración.

■ I.3.4. Riesgos mecánicos en las máquinas

Los riesgos mecánicos que puede sufrir un operario o bien la persona que manipula, construye y/o automatiza una máquina son los siguientes:

- Pisadas.
- Cortes o seccionamientos.
- Pinzamientos.
- Fricciones o abrasiones.
- Golpes o impactos.
- Enganchamientos.

■ I.3.5. Otros riesgos en las máquinas

Evidentemente aparte de los riesgos eléctricos y mecánicos existen otros como por ejemplo:

Quemaduras, incendios, explosiones, radiaciones, ruidos, vibraciones, proyección de fluidos, higiénicos, peligros fisiológicos por malas posturas, peligros psicológicos por tensiones mentales, etc.

■ I.3.6. Medidas de seguridad

Las medidas de seguridad de una máquina se clasifican en:

1. **Medidas intrínsecas** de la máquina, es decir, las que el fabricante o constructor ha incorporado a la máquina en el momento de su diseño y construcción.
2. **Medidas no intrínsecas** de la máquina, es decir, las recogidas y especificadas por el fabricante en el manual de utilización de la máquina.

Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam y María ya tienen una mínima idea de los Automatismos Industriales, así como de las herramientas y de sus riesgos asociados. Ahora bien, hay que entrar en materia y empezar a aprender conceptos relacionados con los cuadros eléctricos y su mecanizado.

María – Raúl nos ha comentado que el módulo de Automatismos Industriales está dividido en 3 bloques: mecanizado, lógica cableada y lógica programada.



María 1

Miriam – Así es María. Parece que el primer bloque que estudiaremos será el correspondiente al de mecanizado.

María – No lo entiendo, ¿por qué estudiamos conceptos de mecanizado en un módulo profesional de la familia de electricidad y electrónica?

Miriam – Para ser competentes en los Automatismos Industriales es necesario que tengamos unos conocimientos mínimos respecto del mecanizado. Según comenta Raúl, no se pretende que tengamos conocimientos profundos, pero sí es necesario tener una idea general de los materiales y de las herramientas más usuales en el mecanizado, pues es bastante común que tengamos que realizar sencillas tareas de mecanizado en una tarea relacionada con los Automatismos Industriales.

María – ¿Qué tipo de tareas?

Miriam – Por ejemplo el mecanizado de un cuadro eléctrico, o bien el mecanizado y colocación de canales metálicas de distribución de líneas eléctricas, donde seguramente habrá que realizar acoplamientos y ajustes de apoyos.

María – Todo esto también requiere de conocimientos relacionados con el dibujo técnico.

Miriam – Así es, pues para representar el mecanizado que hay que realizar, será necesario interpretar planos de mecanizado.

María – Entonces estudiaremos sistemas de representación y normalización.

Miriam – En la segunda unidad de trabajo aprenderemos las características fundamentales de los materiales más utilizados en los Automatismos Industriales, así como las herramientas básicas de mecanizado y las normas de representación y normalización relacionadas con el dibujo técnico.



Miriam 1

María – Parece que también aprenderemos a utilizar un software informático de dibujo técnico.

Miriam – ¡Perfecto! Empecemos la segunda unidad de trabajo.

CONTENIDOS

UT02. Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado	
Introducción. Caso práctico	25
2.1. Materiales más utilizados en la industria.....	27
2.1.1. Características más destacables de los cuerpos	27
2.1.2. Materiales metálicos utilizados en el mecanizado de los cuadros eléctricos.....	27
2.1.3. Materiales plásticos utilizados en el mecanizado de cuadros eléctricos.....	29
2.2. Herramientas y operaciones de mecanizado.....	29
2.2.1. Operaciones para marcar y trazar	29
2.2.2. Operaciones de sujeción.....	30
2.2.3. Operaciones de corte.....	30
2.2.4. Operaciones de limado	30
2.2.5. Operaciones de doblado y curvado	31
2.2.6. Operaciones por realizar uniones	31
2.2.7. Operaciones con máquinas herramientas	31
2.2.8. Operaciones de medida	32
2.2.9. Algunas recomendaciones básicas de uso	32
2.3. Interpretación de planos de mecanizado	34
2.3.1. Tipo de líneas	34
2.3.2. Representación de piezas	34
2.3.3. Acotaciones	35
2.3.4. Escalas.....	35
2.3.5. Tecnologías de diseño y dossier mecánico.	35
2.4. Herramientas de dibujo CAD	37
2.4.1. Introducción y conceptos básicos.....	37
2.4.2. Software CAD.....	37
2.4.3. Software Draftsight	37
Autoevaluación UT2. Enunciados.....	39
Autoevaluación 2.1. Enunciado.....	39
Autoevaluación 2.2. Enunciado.....	39
Autoevaluación 2.3. Enunciado.....	39
Autoevaluación 2.4. Enunciado.....	39
Referencias.....	40
Webs relacionadas.....	40
Licencias y reconocimiento de imágenes.....	40

OBJETIVOS

- Conocer las principales propiedades de los materiales, y sobre todo, las características más destacables de los materiales industriales.
- Analizar las herramientas y las técnicas de mecanizado de cuadros eléctricos.
- Interpretar correctamente planos de mecanizado, con la finalidad de poder materializar una instalación.
- Adquirir conocimientos básicos de las herramientas de dibujo CAD para dibujar planos de mecanizado

PRECONOCIMIENTO

Esta UT parte de un nivel muy bajo y por tanto, no es necesario ningún conocimiento previo

2.1. MATERIALES MÁS UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA

2.1.1. Características más destacables de los cuerpos

Es necesario conocer un serie de conceptos y definiciones básicas antes de estudiar los materiales, las herramientas y operaciones de mecanizado. Estos conceptos hacen referencia a las características físicas de los cuerpos:

- **Extensión:** propiedad de ocupar un lugar en el espacio: Volumen [m^3], área [m^2], y longitud [m].
- **Porosidad:** propiedad de tener en el interior, espacios vacíos de la propia sustancia renombrados poro.
- **Compresibilidad:** propiedad de disminuir el volumen por la presión.
- **Flexibilidad:** calidad de flexible, es decir, que puede curvarse fácilmente sin romperse.
- **Elasticidad:** propiedad por la que los cuerpos, deformados por causas externas, recobran su forma y tamaño.
- **Plasticidad:** propiedad para adaptarse a una nueva forma, una vez modificada la inicial mediante una fuerza externa.
- **Dilatabilidad:** propiedad de aumentar las dimensiones al calentarse.
- **Fatiga:** deformación que sufre un material por causa de una fuerza externa continuada, inferior a la ruptura, y durante un cierto tiempo. Si esta fuerza persiste, puede provocar la ruptura.
- **Cohesión:** es la fuerza que tiende a unir entre sí las moléculas de un mismo cuerpo.
- **Solubilidad:** propiedad por la que un sólido se mezcla con un líquido y se confunde con él. La saturación es el hecho de que un líquido no pueda disolver más sustancia sólida.
- **Fluidez:** propiedad de los líquidos por la que corren más o menos fácilmente.
- **Tenacidad:** resistencia que opone un cuerpo al ruptura, al ser sometido a un esfuerzo.
- **Fragilidad:** propiedad inversa a la tenacidad, es decir, que se rompe fácilmente.
- **Dureza:** resistencia que opone un cuerpo al ser rallado por otro.

- **Ductilidad:** mayor o menor facilidad para deformarse flexiblemente y formar hilos.
- **Maleabilidad:** propiedad para poder extenderse en hojas.
- **Blandura:** es la calidad de blando, es decir, mullido, que cede fácilmente a la presión.

2.1.2. Materiales metálicos utilizados en el mecanizado de los cuadros eléctricos

Las principales características del materiales más utilizados en el mecanizado de cuadros eléctricos, son las siguientes:

- **El Hierro:**
 - Símbolo: Fe.
 - Peso específico: 7,86 Kg/dm³.
 - Punto de fusión: 1.530°C.
 - Características: metal blando, dúctil, maleable, fácilmente magnetizable, y otras características de cualquier material metálico.
 - Inconvenientes: en contacto con el agua se oxida.
 - Aplicaciones: el hierro en estado puro no tiene demasiadas aplicaciones (difícil obtención y malas propiedades mecánicas), pero combinado con carbono es utilizado en aplicaciones industriales.



AI02_R01_ Hierro

- **El acero:**

- Es una aleación de hierro y carbono. El carbono modifica las propiedades mecánicas del hierro, lo hace más resistente, pero también lo hace más frágil y dúctil. Generalmente, el porcentaje de carbono no supera el 1%.
- En función de la cantidad de carbono, y otros elementos (azufre, fósforo,...), podemos clasificar el acero como: acero al carbono, acero especial, acero inoxidable, acero de baja aleación,...

- **El aluminio:**

- Símbolo: Al.
- Peso específico: 2,7 Kg/dm³.
- Punto de fusión: 659°C.
- Características: metal muy abundante obtenido a partir de la bauxita, es blando, dúctil, maleable, muy ligero, buen conductor del calor y de la corriente eléctrica.
- Aplicaciones: a causa de su ligereza, tenacidad, e inalterabilidad a agentes atmosféricos es un metal muy utilizado. En estado puro solo se utiliza en el campo de la electricidad y para recubrimientos, pero mediante aleaciones se utiliza en aviación, construcción naval,...

- **El estaño:**

- Símbolo: Sn.
- Peso específico: 7,3 Kg/dm³.
- Punto de fusión: 232°C.
- Características: es medianamente blando, dúctil y maleable en helado, pero quebradizo en caliente.
- Aplicaciones: en estado puro no tiene demasiadas aplicaciones, pero mediante aleaciones sí tiene bastantes: con una pequeña capa de acero se utiliza para construir latas, con plomo se utiliza para la soldadura, con titanio se emplea en la industria aeroespacial,...

- **El cobre:**

- Símbolo: Cu.
- Peso específico: 8.9 Kg/dm³.
- Punto de fusión: 1.083°C.
- Características: metal rojo que se obtiene a partir de la calcopirita, es resistente, muy dúctil y maleable, muy resistente a la corrosión, buen conductor de la corriente eléctrica y del calor.



Al02_R02_Cobre

- Aplicaciones: en la industria eléctrica se emplea como conductor o como componente de varios dispositivos como por ejemplo los motores. También se emplea en aplicaciones de fontanería y calefacción.
- Aleaciones del cobre:
 - El latón: formado principalmente por cobre y zinc. Se utiliza para fabricar destornilladores, piezas varias de maquinaria, planchas, contactos eléctricos,...
 - El bronce: formado por cobre y estaño. Se utiliza para fabricar rodamientos para la industria automovilística, campanas,...
- **El plomo:**
 - Símbolo: Pb.
 - Peso específico: 11,34 Kg/dm³.
 - Punto de fusión: 328°C.
 - Características: es muy pesado y blando, muy dúctil, maleable y flexible, y por tanto, fácilmente deformable. Ofrece poca resistencia mecánica y es mal conductor de la electricidad.
 - Aplicaciones: se utiliza mezclado con la gasolina para mejorar su rendimiento, y también para recubrimientos en aparatos de laboratorio. A causa de su resistencia al ácido clorhídrico y sulfúrico es muy utilizado en la fabricación de baterías y acumuladores de corriente. También se utiliza en los revestimientos de cables eléctricos, aparatos de rayos X, y blindaje de materiales radiactivos.

Mecanizado de los cuadros eléctricos

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam y María ya tienen conocimientos al respecto del mecanizado, de las herramientas básicas y de la representación de piezas mediante dibujo técnico.

Miriam – Hasta ahora hemos estudiado conceptos genéricos, pero donde está el nexo de unión con los automatismos industriales.

María – Pues no tengo ni idea. Hemos aprendido a representar piezas, ¿pero con qué finalidad?

Raül – ¡Sois muy impacientes! Todos los conocimientos que habéis aprendido hasta ahora son totalmente aplicables al mecanizado de cuadros eléctricos. Es necesario que tengáis unos conocimientos básicos de mecanizado y de dibujo técnico, de forma que el siguiente paso es aplicarlos al campo de los cuadros eléctricos.



Miriam 1

Miriam – ¿Pero cómo los aplicamos?

Raül – El mecanizado que realiza un técnico en Automatismos Industriales es bastante sencillo, y en la mayoría de los casos está centrado en la configuración mecánica de un cuadro eléctrico, es decir, en el mecanizado necesario para poder colocar los pulsadores, las lámparas y el resto de dispositivos eléctricos sobre un cuadro, que en la mayoría de los casos, por lo menos en el ámbito industrial, se trata de cuadros metálicos.

María – ¿Y el dibujo técnico?

Raül – En ocasiones el diseño y el propio mecanizado lo realizaremos nosotros mismos, pero en otras ocasiones es posible que tengamos que interpretar unos planos de mecanizado, los cuales nos facilita el propio cliente. En otros casos es posible que nosotros realizamos los planos de mecanizado para que una empresa especializada o el propio fabricante nos realice las operaciones y la configuración del cuadro. De cualquier forma, es necesario saber interpretar y realizar sencillos planos de mecanizado, pues la documentación que facilitaremos a nuestro cliente debe incluirlos.

María – Pero no sabemos nada de los cuadros eléctricos y tampoco de los elementos que los rodea.

Miriam – Parece que la tercera Unidad de Trabajo está dedicada al estudio de los cuadros eléctricos, así que en breve podremos hablar de este tema con autoridad.

Raül – ¡Pues adelante con la tercera unidad de trabajo!



Raul 1



María 1

3.6. SUMINISTRO DE CUADROS ELÉCTRICOS

Los factores más importantes que determinan la elección de un cuadro eléctrico son los siguientes:

- El número, volumen y peso de los dispositivos eléctricos que incluirá el cuadro.
- El grado de impermeabilidad que el cuadro debe presentar frente a condiciones ambientales externas y protección con respecto al mal funcionamiento interno.
- El grado de protección mecánica frente a golpes o caídas.
- El aislamiento eléctrico y accesibilidad que el cuadro requiere por ser manipulado.
- Las exigencias o requerimientos impuestos por el entorno donde se coloque el cuadro.

Algunas recomendaciones importantes son las siguientes:

- Es conveniente solicitar cuadros estándar, es decir, cuadros con las dimensiones y características correspondientes a los catálogos de los fabricantes. En este caso, en la solicitud de oferta solo se indicará la referencia del cuadro deseado.
- En ocasiones, a causa de varios problemas (por ejemplo las características constructivas de una máquina) no es posible utilizar un cuadro estándar. En este caso, es necesario realizar una solicitud de oferta detallada. La solicitud de oferta detallada será necesario que tenga los siguientes campos:
- Datos del cliente y fecha de la solicitud.

- Esquema del cuadro deseado, indicando dimensiones exactas.
- Características constructivas:
 - Tipo de pintura.
 - Tipo de puertas (opacas, transparentes, apertura a izquierdas o a derechas,...).
 - Tipo de laterales (soldados, atornillados,...).
 - Tipo de base.
 - Tipo de paneles y placa de montaje (fija, desmontable, sin apoyo,...).
 - Nivel de aislamiento y protección IP e IK.
 - ...

Siempre será conveniente crear un símil con un cuadro estándar de catálogo, de esta manera el suministrador tendrá una orientación del tipo de cuadro que se pide.



AI03_R06_Suministro

Estructura y aparellaje de los automatismos cableados

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

María y Míriam ya han finalizado el primer bloque de contenidos del módulo de Automatismos Industriales, y ahora mismo tienen los conocimientos básicos por poder dimensionar y mecanizar un cuadro eléctrico. Ahora bien, hasta el momento aún no han estudiado ninguna tecnología ni dispositivo puramente eléctrico.

Raül – Hola chicas, ¿cómo van los estudios?

Míriam – ¡Hola Raül! Hemos finalizado el primer bloque de contenidos, el correspondiente al mecanizado y dibujo técnico.

Raül – ¡Muy bien! Ya vamos avanzando y finalizando bloques de trabajo. Tengo una buena noticia, ayer me reuní con el gerente de la empresa TextilToc SL y finalmente he conseguido el contrato de mantenimiento, de forma que debemos realizar un par de reformas y adaptaciones.

María – ¿Reformas y adaptaciones? Nosotros aún no sabemos nada de Automatismos Industriales.



Raül 1

Raül – ¡Tranquila María! Parece que ahora empezáis un nuevo bloque de contenidos, ¿es así?

Míriam – Sí, ahora empezamos el bloque de lógica cableada.

María – Concretamente empezamos a estudiar la Unidad de Trabajo 4, la cual está relacionada con la estructura y el aparellaje de los automatismos cableados.

Raül – ¡Perfecto María! En esta unidad conoceréis los principales dispositivos que constituyen un sistema automático cableado, como: los elementos de protección, los sensores, los actuadores,... Mientras vosotros estudiáis esta Unidad de Trabajo, yo realizaré una toma de datos, un dimensionado exhaustivo y los esquemas necesarios de cuanto hay que hacer en la empresa TextilToc SL. Mañana analizaré los cuadros eléctricos y las canalizaciones, pues es muy probable que tengamos que realizar operaciones de mecanizado. En este caso, mientras estudiáis el aparellaje de los automatismos cableados, también podréis realizar tareas de mecanizado.

Míriam – ¿Entonces ya empezamos con el trabajo?

Raül – Es necesario empezar! Pero no os preocupáis, pues la Unidad de Trabajo que empezáis ahora, os dará una visión general muy buena, aprenderéis a diferenciar las diferentes tecnologías que podemos utilizar y también os haréis una idea general de la estructura y elementos que constituye cualquier instalación industrial.

María – ¡Pues empezamos con esta unidad!



Míriam 1



María 1

CONTENIDOS

UT04. Estructura y aparellaje de los automatismos cableados	
Introducción. Caso práctico	53
4.1. Estructura de una instalación industrial.....	55
4.1.1. Conceptos básicos	55
4.1.2. Estructura de un sistema automático	55
4.2. Tecnologías aplicables	56
4.2.1. Lógica cableada.....	56
4.2.2. Lógica programada	56
4.3. Elementos de protección industriales	57
4.3.1. Relés térmicos.....	58
4.3.2. Interruptores magnetotérmicos y Guardamotores	59
4.3.3. Fusibles.....	60
4.3.4. Seccionadores.....	61
4.3.5. Interruptores diferenciales	61
4.4. Sensores industriales	62
4.4.1. Sensores mecánicos	63
4.4.2. Sensores capacitivos	64
4.4.3. Sensores inductivos.....	65
4.4.4. Sensores fotoeléctricos.....	65
4.4.5. Otros tipo de sensores	66
4.5. Elementos de control y actuadores industriales	67
4.5.1. Relés auxiliares	68
4.5.2. Contactores	69
4.5.3. Accionamientos manuales	71
4.5.4. Relés de seguridad	71
4.6. Receptores industriales	72
Autoevaluación UT4. Enunciados.....	74
Autoevaluación 4.1. Enunciado.....	74
Autoevaluación 4.2. Enunciado.....	74
Autoevaluación 4.3. Enunciado.....	74
Autoevaluación 4.4. Enunciado.....	74
Autoevaluación 4.5. Enunciado.....	74
Autoevaluación 4.6. Enunciado.....	75
Referencias.....	76
Webs relacionadas.....	76
Licencias y reconocimiento de imágenes.....	76

OBJETIVOS

- Conocer las diferentes fases que componen una automatización.
- Diferenciar los dispositivos de potencia de los dispositivos de maniobra.
- Conocer los principales dispositivos de potencia y maniobra, así como sus parámetros de elección y principales características.
- Saber obtener características técnicas a partir de catálogos técnicos y comerciales.
- Realizar valoraciones económicas a partir de catálogos comerciales y tarifas.

PRECONOCIMIENTO

Esta UT es la primera de un nuevo bloque, y por tanto, se parte de un nivel muy bajo, de forma que no se necesario ningún conocimiento previo.

4.1. ESTRUCTURA DE UNA INSTALACIÓN INDUSTRIAL

4.1.1. Conceptos básicos

Antes de analizar la estructura de una instalación industrial, se necesario conocer ciertos conceptos básicos.

- **Automatismo:** sistema automático capaz de efectuar funciones, controlarlas y dirigir las, obviando la intervención del ser humano.
- **Automatización:** acción o efecto de automatizar. Aplicar la automática a un dispositivo, proceso,...

Ejemplo de una automatización: Supongamos la automatización de la presión de una tubería.

La automatización comprenderá el equipo que, una vez conectado en la red eléctrica, se encargue de controlar la presión de la tubería y mantenerla en unos límites previamente fijados. Si la tubería pierde presión, se pondrá en marcha la motobomba, hasta el punto máximo de presión establecido.

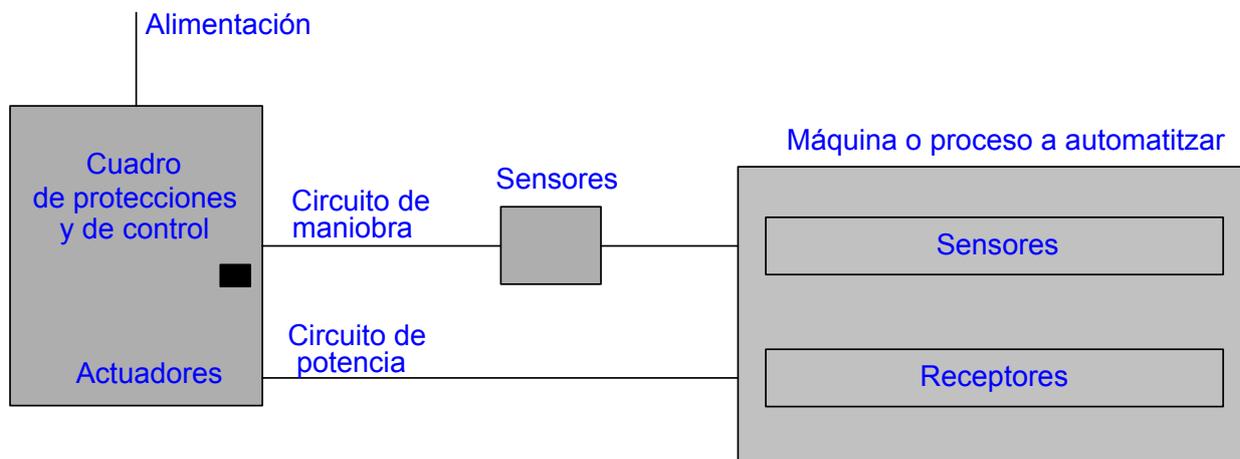
4.1.2. Estructura de un sistema automático

La estructura básica de cualquier instalación industrial automatizada incluirá los siguientes elementos:

- **Alimentación.** Se trata de la fuente de energía utilizada por hacer funcionar el automatismo. En la mayoría de los casos se tratará de energía eléctrica, pero también es posible que se trate de aire comprimido,

líquido (por ejemplo aceite), o bien una combinación de diferentes fuentes de energía.

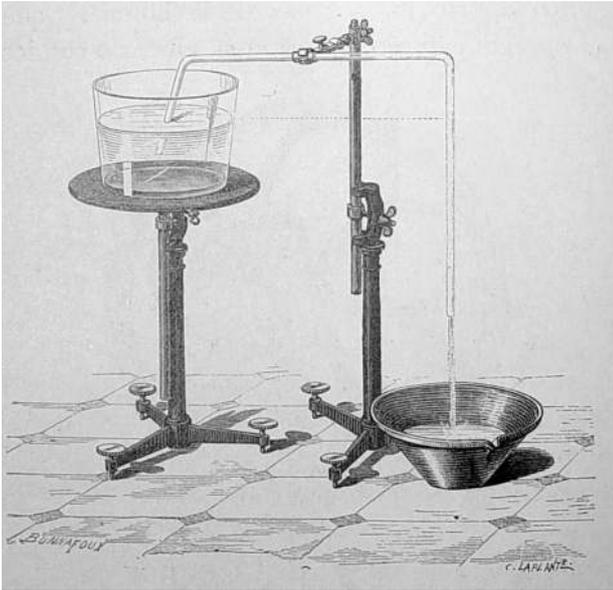
- **Cuadro de protecciones y/o de control.** El cuadro será una envolvente donde se situarán la mayoría de los dispositivos de protección eléctrica, y también, muchos de los elementos para controlar el sistema automático.
- **Circuitos de maniobra o circuitos de control.** Estos circuitos transportan los señales (posición, temperatura, color,...) que permiten controlar el estado del sistema automático a través del controlador correspondiente.
- **Circuitos de potencia.** Los circuitos de potencia transportan la energía que permite activar los receptores del sistema automático. En estos circuitos se colocan determinados elementos (dispositivos de protección o elementos de control) que permiten o restringen el paso de la energía.
- **Sensores.** Son los dispositivos encargados de captar las señales de control.
- **Actuadores.** Son los dispositivos encargados de permitir la alimentación a los receptores del sistema automático.
- **Receptores.** Son los elementos que ejecutarán las acciones de la automatización (abrir, cerrar, mover,...).



4.2. TECNOLOGÍAS APLICABLES

4.2.1. Lógica cableada

En este tipo de tecnología, la automatización se realiza con elementos o módulos interrelacionados. Su funcionamiento depende del cableado que tengan estos elementos, y nada más sirven para la función para la que fueran diseñados, de manera que cualquier cambio de funcionamiento supone un nuevo cableado, y a veces, nuevos elementos.



AI04_R02_ Tecnología 1

La principal ventaja que presenta un sistema cableado es su simplicidad, y en la mayoría de aplicaciones sencillas es la tecnología que se aplica. Ahora bien, presenta los siguientes inconvenientes:

- Ocupa mucho espacio.
- Resulta muy poco flexible delante de cambios de funcionamiento.
- Generalmente presenta un mantenimiento bastante costoso.
- No admite funciones de control complejas.

Dentro de la lógica cableada es posible distinguir:

- **Tecnología mecánica.** Los sistemas mecánicos suelen ser complejos de ejecutar y de escasa funcionalidad. Una automatización exclusivamente mecánica se basa en ruedas dentadas y poleas para transmitir el movimiento. En la actualidad se ha reducido nota-

blemente la aplicabilidad de esta tecnología, como único sistema de control (dificultad de sincronización de movimientos, tamaño del sistema,...).

- **Tecnología eléctrica y electrónica.** Los sistemas cableados basados en tecnología eléctrica o electrónica, utilizan elementos discretos y los relacionan entre sí a través de conductores eléctricos. En función de la presencia de tensión y corriente, estos elementos cambian su estado.
- **Tecnología neumática.** Un sistema neumático utiliza elementos discretos relacionados entre sí a través de canalizaciones de aire. En función de la presión que ejerce el aire, estos elementos cambian su estado.
- **Tecnología hidráulica.** Su funcionamiento es idéntico a la tecnología neumática, pero en vez de utilizar aire, utiliza líquido (normalmente aceite).

Usualmente encontrarás automatizaciones industriales que combinan dos o más de estas tecnologías, pues cada una de ellas presenta una serie de ventajas e inconvenientes.

Así, por ejemplo, la tecnología neumática es limpia, rápida en sus movimientos y sencilla, pero en cambio requiere de la instalación de un circuito de aire comprimido y de un mantenimiento del estado de este aire. Por otro lado, la tecnología hidráulica es capaz de realizar trabajos mayores, pero sus movimientos son más lentos.

4.2.2. Lógica programada

En esta tecnología existe un elemento programable que controla parte o la totalidad del sistema automático. Se trata de un único dispositivo que reúne muchos elementos discretos necesarios en la lógica cableada. Esta lógica se basa en microprocesadores y microcontroladores, cuya función varía en función del programa grabado en la memoria interna o externa. Cualquier variación en el funcionamiento no implica un nuevo cableado, a veces con una simple nueva parametrización es suficiente.

El principal inconveniente que presenta un sistema programado es su complejidad y su precio para sistemas automáticos sencillos. Ahora bien, presenta las ventajas siguientes:

Conexiones a máquinas eléctricas

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam está en el taller realizando el mecanizado de un cuadro eléctrico de la empresa TextilToc SL, mientras que María y Raül están en la propia empresa realizando un cambio de elementos y de cableado.

María – ¿Por qué cambiamos este sensor?

Raül – Por que se trata de un sensor inductivo con una distancia de detección demasiado justa para esta aplicación. La mejor opción en este caso es utilizar un sensor fotoeléctrico.

María – ¿Un sistema reflex?

Raül – Parece que sí, pues la distancia de detección es más que suficiente. Después de cambiar este sensor debemos analizar la protección del motor correspondiente a la máquina de bordar.

María – ¿Qué ocurre?



Raül 1

Raül – El operario de esta máquina comenta que es bastante común que salte la protección.

María – ¿Con qué protección cuenta?

Raül – Parece que se trata de un Guardamotor.

María – Estará mal dimensionado o mal regulado.

Raül – Es una posibilidad, pero lo debemos analizar bien, pues es posible que el motor esté trabajando por encima de sus posibilidades y por tanto, produzca una sobrecarga. También es posible que el motor no sea el más adecuado para la aplicación.

María – Los motores los estudiaremos en la Unidad de Trabajo 5, la cual empezamos en breve.

Raül – Esta unidad seguro que es muy importante, pues los motores, a pesar de no ser los únicos, son los principales receptores de las instalaciones industriales. Hay varios tipos de motores y cada uno con unas características y unas aplicaciones determinadas.

María – ¿Cuál es el más utilizado?

Raül – En la actualidad el más utilizado en el ámbito industrial es el motor de corriente alterna trifásica de jaula de ardilla.

María – ¿Por qué?

Raül – Es un motor robusto y con un comportamiento muy bueno. Ahora bien, en función de la aplicación existen motores más adecuados.

María – ¿Por ejemplo?

Raül – En una aplicación concreta donde se requiere un posicionado muy exhaustivo y preciso, posiblemente sea mejor utilizar un motor paso a paso o un motor Brushless.

María – ¡Qué cantidad de motores!

Raül – No te preocupas, pues en la mayoría de los casos siempre se utilizan los mismos motores, y además, con las mismas maniobras y tipo de conexiones.

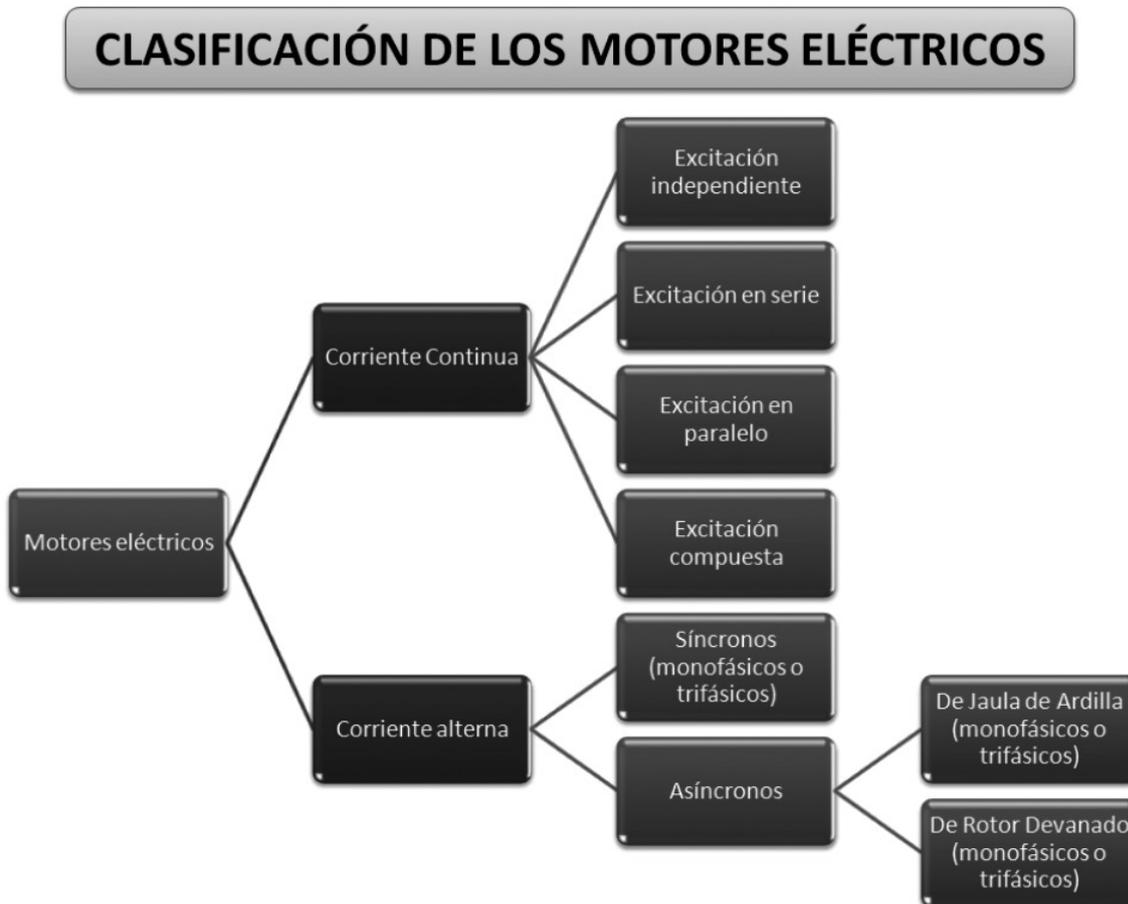


María 1

5.2. MOTORES ELÉCTRICOS

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotativas que transforman la energía eléctrica en energía mecánica. Gracias a sus ventajas (economía, limpieza,

comodidad y seguridad de funcionamiento), el motor eléctrico es el receptor eléctrico más utilizado en cualquier aplicación automática industrial.



AI05_R01_ Clasificación Motores

La figura anterior representa una posible clasificación de los motores eléctricos, sin embargo, tal vez, faltaría ampliarla añadiendo otro tipo de motores, los cuales se clasifican como motores especiales:

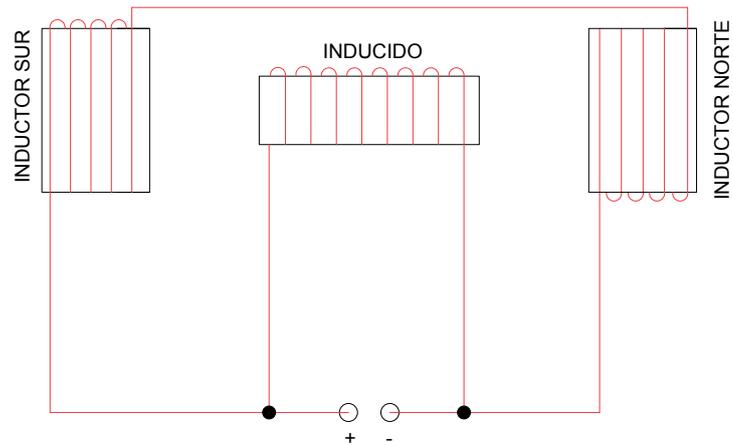
- **Motor Brushless.** Es un motor sin escobillas de manera que la conmutación se realiza electrónicamente. Esta propiedad elimina el gran problema que poseen los motores eléctricos convencionales con escobillas, los cuales producen frotación, disminuyen el rendimiento, desprenden calor, son ruidosos y requieren una sustitución periódica y, por tanto, un mayor mantenimiento. Estos motores tienen nume-

rosas ventajas frente a los motores con escobillas y frente a los motores de inducción (mejor relación velocidad-par motor, mayor eficiencia, menos ruido,...), aunque presentan dos grandes inconvenientes: su precio y la necesidad de un control más complejo.

- **Motor paso a paso.** La corriente de alimentación de estos motores no es ni continua ni alterna, sino un tren de pulsos que se sucede con una secuencia, previamente definida, a cada una de las bobinas que componen el estator. Cada vez que a alguna de estas bobinas se aplica un pulso, el motor se desplaza un paso, y queda fijo en la nueva posición. Permite

Excitación paralelo

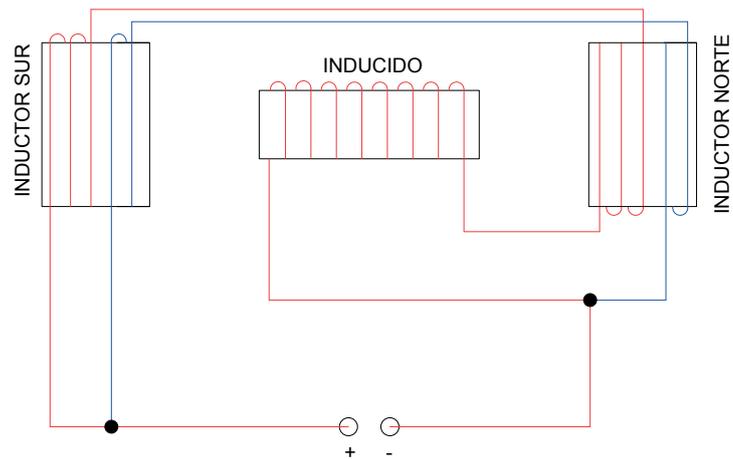
- Inductor e inducido se conectan en paralelo.
- Se utiliza en máquinas herramientas y en cintas transportadoras. Sus propiedades son parecidas a las del motor independiente, pero con más inestabilidades.



AI05_R04_ Excitación Paralela

Excitación compuesta

- Es una combinación de las dos conexiones anteriores.
- El devanado inductor está dividido en dos, uno para la conexión serie y otro para la paralelo.
- Sus características dependen de la carga de la inductor. Es decir, si tiene más carga el devanado serie se asemeja más al motor serie y en caso contrario al paralelo.



IAI05_R05_ Excitación Compuesta

En la tabla siguiente se realiza una **comparativa** entre los diferentes tipo de excitación de motores de cc:

	Independiente	Serie	Paralelo	Compuesta
Intensidad de arranque	1,8 - 10 In	1,2 - 1,8 In	1,8 - 10 In	1,8 - 6 In
Pare de arranque	1,4 - 1,8 Mn	1 - 3 Mn	1,5 Mn	< 1,5 Mn
Puesta en marcha	Fácil.	Arranque con carga	Arranque sin carga	En función del bobinado predominante
Velocidad	Estable y fácil de regular.	Inestable con problemas de embalamiento	Parcialmente estable	Parcialmente estable
Características	Flexible y fácil control	Fuerte par de arrancada	Velocidad constante	Combinación de características

Principio de funcionamiento

El motor se acopla a la red en estrella, de manera que si el motor necesita 400V por funcionar a pleno rendimiento, le aplicamos 230V (la que aporta la red).

Por otro lado, la tensión de fase en estrella es $\sqrt{3}$ veces inferior a la de línea, por tanto la tensión aún se reduce $\sqrt{3}$ veces más. Es decir, la tensión se reduce 2 veces $\sqrt{3}$ (una porque la alimentación de la red es inferior a la que precisa el motor en estrella, y otra por conectar el motor en estrella).

Esta disminución en la tensión de alimentación repercute directamente en la intensidad, de forma que el motor también absorbe $2x\sqrt{3}$ veces menos intensidad que si lo conectáramos directamente en triángulo.

Ejemplo: un motor 230/400 conectado en estrella en una red de 230V, absorbe $230/\sqrt{3} = 130V$ ($400/3$), es decir, $2x\sqrt{3}$ menos que si lo conectáramos adecuadamente en estrella en una red de 400V.

El inconveniente de este tipo de arranque es que también se reduce 3 veces el par de arranque, porque éste es proporcional al cuadrado de la tensión.

Esquema de potencia de una arranque estrella - triángulo.

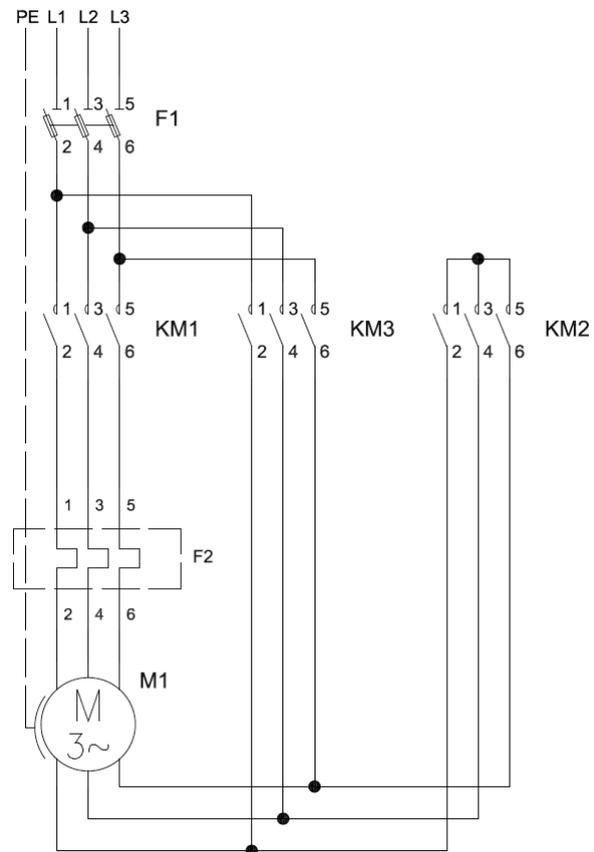
Leyenda:

- F1: seccionador fusibles (protección frente a cortocircuitos).
- F2: relé térmico (protección frente a sobrecargas)
- Km1: contactor de línea.
- Km2: contactor de conexión estrella.
- Km3: contactor de conexión en triángulo.

El proceso secuencial de arranque y funcionamiento es el siguiente:

- Alimentamos el motor, de forma que entran en funcionamiento el contactor de línea (Km1) y también el contactor estrella (km2).
- Cuando el motor llega al 80% de su velocidad nominal, se desconecta el contactor estrella (km2) y se conecta el triángulo (km3). Este cambio de conexión, podemos realizarlo mediante pulsadores o automáticamente, utilizando temporizadores.
- Durante todo el proceso de arranque, el contactor de línea (Km1) estará activo.

Por tanto, el funcionamiento normal del motor será en triángulo, y habrá que enclavar los contactores estrella y triángulo, porque el motor no puede tener las dos conexiones al mismo tiempo (se produciría un cortocircuito entre fases).



AI05_R14_ Esquema Arrancada Estrella Triángulo

Esquemas y montajes cableados estándar

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam continúa con el mecanizado del cuadro de la empresa TextilToc SL, mientras que María está realizando los cambios de dispositivos y de cableado que les ha indicado el propio gerente de la empresa.

Raül – Hola Miriam, ¿Cómo llevas el mecanizado?

Miriam – Pues queda poco. Es muy posible que finalice esta misma mañana. ¿Y María?

Raül – María ha realizado el cambio de 4 sensores y de 2 protecciones y ahora mismo está realizando las conexiones pertinentes a un motor de corriente continua.

Miriam – ¿Ya está realizando cableados?



Raul 1

Raül – Según parece aún no habéis estudiado nada al respecto de los esquemas eléctricos, pero a la Unidad de Trabajo 5 estudiasteis las maniobras básicas de motores.

Miriam – Así es, pero únicamente los esquemas de potencia de ciertas aplicaciones concretas.

Raül – Con lo que habéis estudiado hasta ahora es suficiente para lo que está haciendo María, pues tan solo está cableando la potencia de una inversión de giro. Respecto del cableado de los sensores y de las protecciones, únicamente está cambiando los conductores, marcándolos tal y como toca, colocando las punteras y realizando las conexiones. Me comentó María que la en Unidad de Trabajo 6 estudiaréis esquemas y montajes estándar. En esta nueva Unidad de Trabajo aprenderéis a interpretar esquemas eléctricos, y también la simbología más común.

Miriam – Poco a poco entramos en más y más materia.

Raül – Está unidad es muy importante pues empezáis a relacionar los dispositivos estudiados en las unidades anteriores. Además, es necesario que interpretais esquemas eléctricos y que conozcáis la simbología de los principales dispositivos, así como la forma de representar una instalación (identificación de conductores, referencias cruzadas,...).

Miriam – He dado una ojeada al índice de contenidos de la Unidad de trabajo 6, y también estudiaremos maniobras básicas, concretamente la realimentación y el enclavamiento.

Raül – Estas maniobras son totalmente básicas y se utilizan en prácticamente todos los montajes industriales. En breve podréis tener más autonomía a la hora de trabajar, pues de momento debo estar mucho pendiente de vosotras. Supongo que después del estudio de esta Unidad de Trabajo, sabréis interpretar cualquier esquema y ser autosuficientes para materializarlo.

Miriam – Espero que sí.

Raül – Pues voy a preparar unos esquemas que hay que cablear para un nuevo cliente. Se trata de una empresa que fabrica máquinas a medida, y si hacemos bien este nuevo trabajo, es muy probable que nosotros realicemos toda la parte eléctrica de las máquinas, pues ellos únicamente realizan la parte mecánica.

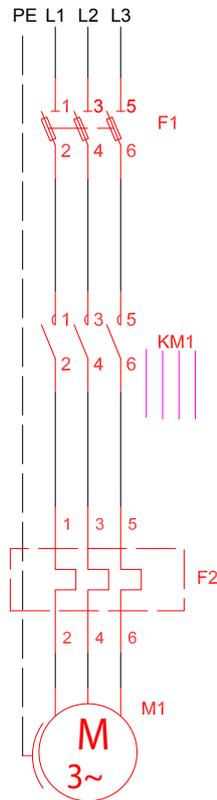
Miriam – Mañana, María y yo, empezaremos con la nueva unidad.



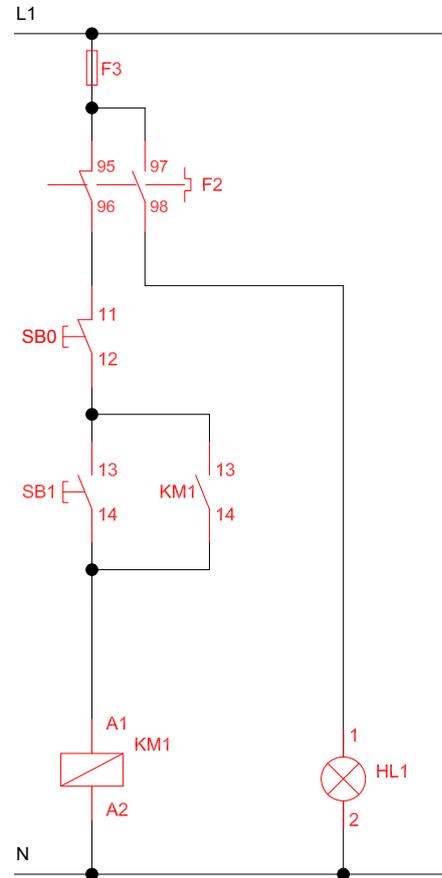
Miriam 1

La imagen siguiente representa el ejemplo de un esquema de potencia y un esquema de maniobra correspondiente a una aplicación concreta:

ESQUEMA DE POTÈNCIA



ESQUEMA DE MANIOBRA



AI06_R02_ Esquema Potencia Maniobra

6.2. MANIOBRAS BÁSICAS

6.2.I. Realimentación

Se trata de la acción, la cual, una vez conectada la bobina (electroimán) por una acción puntual, como por ejemplo, pulsar un botón de marcha, la bobina queda conectada después de dejar de pulsar el botón.

Funcionamiento

- El circuito está en reposo y la corriente no llega a la bobina de KM1.
- Pulsamos SB1, y la corriente pasa a su través.
- Llega a la bobina de KM1 cerrando de esta forma el circuito. Se activa KM1.

Documentación y software CAD electrotécnico

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam y María han realizado varios cableados en la empresa TextilToc SL, y ahora mismo están en la empresa de mecanizado MecaPic SA, la nueva empresa que se dedica a fabricar máquinas a medida.

María – Ahora mismo he finalizado el montaje del último esquema que facilitó Raúl.

Miriam – Yo finalizaré el mío en breve, pero he encontrado un error en el esquema que pasó Raúl, de forma que he tenido que cambiar una conexión y volver a numerar los conductores.



María 1

María– Raúl comentó que es muy importante dejar los esquemas actualizados junto al cuadro que estamos cableando. En este sentido, habrá que actualizar los esquemas.

Miriam – Se lo diremos a Raúl para que actualice los esquemas con el software informático que utiliza.

María – En próxima Unidad de Trabajo aprenderemos a utilizar un software de dibujo electrotécnico. ¿Qué te parece si actualizamos nosotras mismas este esquema?

Miriam – Buena idea. ¡No creo a que sea demasiado difícil!

María – Además, parece que el software que utiliza Raúl es el mismo que aprenderemos a utilizar en clase.

Miriam – ¡Que casualidad! ¿Qué más estudiaremos en esta nueva unidad?

María – Prácticamente lo más importante va a ser aprender a utilizar un software de dibujo electrotécnico, pero también estudiaremos al respecto de la importancia y obligatoriedad de documentar las instalaciones.

Miriam – La verdad es que si realizamos las instalaciones y no las documentáramos, sería más complicado poder solucionar futuras averías.

María – Efectivamente. Además, Raúl comentó que el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión obliga a documentar las instalaciones eléctricas.

Miriam – Y actualmente no tiene sentido realizar esquemas a mano alzada, de forma que es muy importante utilizar herramientas informáticas.

María – Esta tarde, cuando llegamos en casa, nos ponemos con la nueva Unidad de Trabajo.



Miriam 1

Cualquier instalación no especificada en la tabla anterior requerirá de una Memoria Técnica de Diseño, y por tanto, podrá ser realizada y autorizada por un instalador eléctrico autorizado.

Otros apartados de esta ITC-04 son los siguientes:

- Ejecución y tramitación de las instalaciones.
- Puesta en servicio de las instalaciones.

Estos apartados serán desarrollados en unidades de trabajo posteriores o bien en otros módulos profesionales del ciclo formativo.

En la práctica, actualmente la tramitación legal de la Memoria Técnica se realiza de forma telemática a través de las diferentes asociaciones de empresarios eléctricos.

En la Comunidad Valenciana las asociaciones son las siguientes:

- Asociación de Alicante: <http://www.fiecov.com/apeme/>
- Asociación de Valencia: <http://www.fiecov.com/aselec/>
- Asociación de Castellón: <http://www.fiecov.com/aiecs/>

■ 7.2. Software específico para dibujar esquemas eléctricos

La evolución de la tecnología y la informática a facilitado el desarrollo de programas específicos para dibujar esquemas eléctricos.

Las características fundamentales que debemos exigir a un software de dibujo eléctrico, son las siguientes:

- Fácil utilización y manejo.
- Librería de símbolos normalizada y completa.
- Numeración automática de elementos, conductores y referencias cruzadas.
- Análisis de potencial eléctrico.
- Posibilidad de editar dispositivos e incluir nuevos, es decir, posibilidad de crear nuevos símbolos o elementos representativos.

Existen numerosos programas específicos para dibujar esquemas, algunos de ellos gratuitos, y otros con un precio mayor o menor, en función de las prestaciones.

Cada instalador o empresa eléctrica y de automatizaciones, será necesario que cuente con un programa u

otro con mayores o menores prestaciones, en función del volumen de trabajo.

Algunos programas específicos de dibujo eléctrico son los siguientes:

- Autocad electrical. [<http://como/autocad-electrical/>]
- Electrical Designer. [http://www.aceri.com/cont/productos/productos_cas.php?subFamilia=18&tab=producto]
- Elcad. [<http://www.alcssystem.com/>]
- Eplan. [<http://www.eplan.es/>]
- Proficad. [<http://es.proficad.com/>]
- See Electrical. [http://www.ige-xao.es/es/es/products/see_electrical_building.php]

Resulta imposible estudiarlos todos, así que nosotros nos centraremos en un solo programa.

La mayoría necesitan una licencia de compra y utilización, pero nosotros utilizaremos una versión educativa de un programa suficientemente completo para el nivel que estamos estudiando.

Lo que utilizaremos en clase es el siguiente: See Electrical (versión educativa)

Para aprender a utilizar el software See Electrical entra en el canal YouTube de Raül Solbes y visualiza la lista de reproducción correspondiente a este software:

http://www.youtube.com/playlist?list=PL7D78E6E470A4BAF7&feature=view_all

■ 7.2.1. Software See Electrical

Web oficial: [http://www.ige-xao.es/es/es/products/see_electrical_building.php]

La elección de este software está basada en la utilización de un software en base CAD, con una utilización totalmente legal, pues la dirección comercial del distribuidor de este software facilita la versión educativa a los centros educativos.

Sus principales características son las siguientes:

- Es un programa sencillo y muy completo.
- Cuenta con una librería normalizada y completa.
- Elabora las referencias cruzadas y la numeración de conductores de forma automática.
- Crea listados de material y bornes de forma automática.

- Permite crear símbolo

Ponte en contacto con el distribuidor del software SeeElectrical (IGE-XAO Ibérica: http://www.ige-xao.es/es/es/contact_us/distribution.php). El siguiente paso será instalar el software mediante la ayuda del asistente de instalación.

Una vez instalado y registrado, podrás empezar a utilizarlo con total libertad.

No se pretende profundizar en el funcionamiento de este tipo de programas, de forma que la finalidad es a que aprendas a utilizar las funciones básicas, las cuales

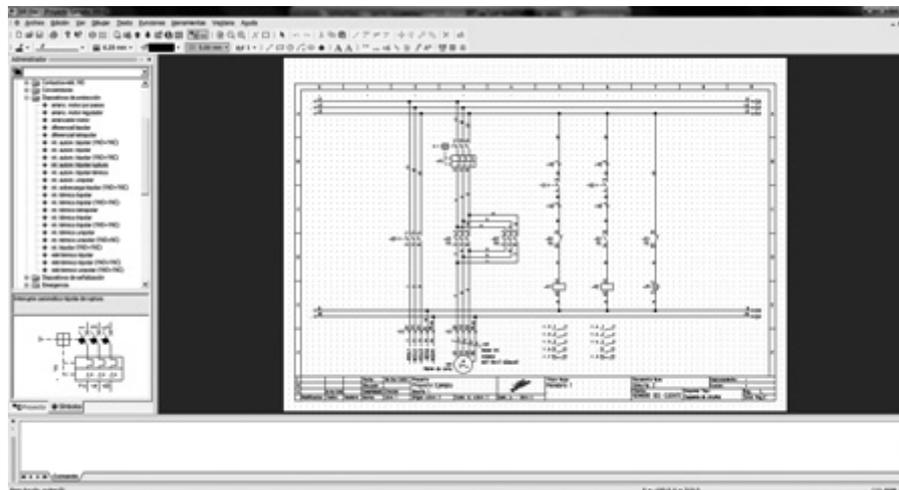
te permitirán dibujar la mayoría de esquemas eléctricos estándar.

Para aprender a utilizar el software See Electrical entra en el canal YouTube de Raúl Solbes y visualiza la lista de reproducción correspondiente a este software:

http://www.youtube.com/playlist?list=PL7D78E6E470A4BAF7&feature=view_all

Por otro lado, también puedes consultar los vídeos diseñados por el propio fabricante (para descargar los vídeos es necesario que selecciones "Tutorial"):

<http://www.ige-xao.es/es/es/downloads.php>



AI07_R01_ See Electrical

7.3. SOFTWARE DE SIMULACIÓN

Son pocos los softwares de simulación de esquemas eléctricos, pero hay uno muy didáctico y además, totalmente libre: (CADE_SIMU, creado por L. Villanueva Montoto.)

Se trata de un software gratuito, de forma que es posible descargarlo desde la Web del propio autor.

Las características fundamentales son las siguientes:

- Es un software gratuito y muy sencillo.
- Desde su barra de menús podemos configurar varios ítems de una forma sencilla y totalmente intuitiva.

- Hay que resaltar la opción Archivo/Configuración desde donde podremos configurar el funcionamiento general del programa.
- Existen unos iconos directos donde podremos encontrar los símbolos más usuales para hacer esquemas eléctricos, agrupados por tipo de dispositivos (bornes, fusibles, interruptores,...).
- También podemos utilizar este software para hacer esquemas eléctricos y después imprimirlos, pero a veces es limitado, pues la librería no es demasiado extensa y no podemos incluir nuevos dispositivos.

Pasos a seguir:

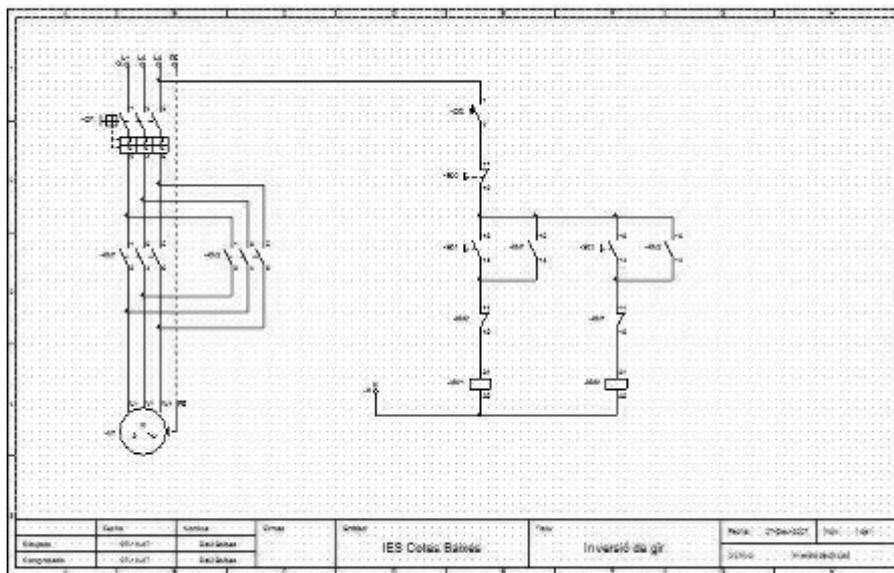
- Accede a la Web: <http://personales.ya.com/canalPLC>
- Pulsa sobre la icono "Descargas".
- Busca el enlace CADe_SIMU.zip, y descárgalo en tu ordenador.
- Abre el archivo que has descargado y pulsa sobre el fichero CADe_exe.
- Solicita e introduce la clave de activación.

Se trata de un software muy sencillo y es posible que lo consideres muy útil.

En el enlace siguiente podrás visualizar un tutorial del CADeSIMU:

[<http://tutoriales.mejorqueperdereltiempo.es/CADe-SIMU/CADe-SIMU.htm>]

Este software puede ser útil para comprobar si un esquema te funcionará tal y como toca, pues permite simular el funcionamiento que tendrá.



AI07_R02_ CADe SIMU

Instalaciones automáticas con lógica cableada

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Es el viernes por la tarde, y como es costumbre, Míriam, María y Raül están reunidos analizando la trabajo hecho durante la semana presente, así como realizando la programación para la próxima semana.

Raül – Este mañana he almorzado con el gerente de la empresa TextilToc SL y después me he reunido con el jefe de mantenimiento de la empresa MecaPic SA. En ambos casos están muy contentos de nuestro trabajo. Hemos mecanizado cuadros, hemos cambiado dispositivos que no funcionaban del todo bien, hemos realizado nuevos cableados y hemos puesto en marcha máquinas que no estaban utilizándose. Todo esto utilizando punteras, marcando los conductores, utilizando el color y la sección de conductores adecuada, y además, hemos entregado una documentación muy correcta de todo lo que hemos hecho. Por cierto, enhorabuena, pues ya me he percatado que vosotras mismas habéis actualizado unos planos con el software informático.

Míriam – Aprendimos a utilizarlo en la Unidad de Trabajo 7 del módulo de Automatismos Industriales. Ha sido una casualidad que nosotros utilicemos el mismo software que el estudiado en clase. Es cierto que se trata de versiones diferentes, pues en clase hemos hecho servir una versión educacional y nosotros tenemos la profesional, pero aun así no difieren demasiado.

María – De cualquier forma, parece que podríamos hacer lo mismo con otros softwars de dibujo, pues di una vista a 3 vídeos tutoriales de otros softwars y me he percatado que son muy semejantes entre sí.

Raül – La verdad es que actualmente los softwars de dibujo eléctrico son bastante semejantes entre sí. Cada uno con

su peculiaridad, la cual lo hace más o menos adecuado para un tipo de esquemas. De cualquier forma, os doy la enhorabuena, pues estáis aprendiendo mucho, y además, en muy poco de tiempo. Tan solo tenéis que dar una vista a lo que sabíais hace unos meses atrás. ¿Qué os parece si programamos las tareas para la próxima semana? Lunes por la mañana he quedado con un nuevo posible cliente. Se trata de una empresa de estampados que quiere automatizar una máquina, así que el lunes estaré todo el mañana ocupado. El gerente de la empresa TextilToc SL quiere mejorar el proceso de etiquetado de una de sus máquinas y yo había pensado que María podía encargarse de realizar la toma de datos. Por otro lado, una empresa de instalaciones eléctricas convencionales nos ha subcontratado para realizar una aplicación automática para uno de sus clientes, ¡esto es cosa tuya, Míriam! Al final de la mañana nos reunimos todos y ponemos en común las tomas de datos.

Míriam – ¡Esto ya empieza a ponerse más complicado!

María – En la Unidad de Trabajo 8 parece que analizaremos las instalaciones automáticas con lógica cableada, así como una herramienta llamada GRAFCET, la localización de averías, el mantenimiento y la gestión de stocks.

Raül – Será una unidad muy procedimental y entretenida, además, muy importante. El GRAFCET es una excelente herramienta para organizar las instalaciones automáticas, y permite su aplicación directa en los automatismos programados. Darle un vistazo este mismo fin de semana, pues seguro que os es de utilidad para la trabajo a que empezaremos el próximo lunes.

CONTENIDOS

UT08. Instalaciones automáticas con lógica cableada	8.6. Herramientas de representación	128
Introducción. Caso práctico	8.7. Localización y resolución de averías en sistemas cableados	129
8.1. Introducción al GRAFCET	8.8. Mantenimiento correctivo y preventivo	130
8.1.1. Concepto del GRAFCET.....	8.9. Gestión de stocks	132
8.1.2. Nivel del GRAFCET	8.9.1. Los stocks	132
8.1.3. GRAFCET parciales y globales	8.9.2. Verificación y recepción de material.	132
8.1.4. Macroetapas.....	8.9.3. Residuos eléctricos y electrónicos.	132
8.2. Elementos del GRAFCET	Autoevaluación UT8. Enunciados.....	134
8.3. Estructuras del GRAFCET.....	Autoevaluación 8.1. Enunciado.....	134
8.3.1. Estructuras lineales.....	Autoevaluación 8.2. Enunciado.....	134
8.3.2. Estructuras en Y.....	Autoevaluación 8.3. Enunciado.....	134
8.3.3. Estructuras en O	Referencias.....	135
8.4. Reglas de evolución del GRAFCET	Webs relacionadas.....	135
8.5. Proceso de resolución de problemas	Licencias y reconocimiento de imágenes.....	135
secuenciales.....		
8.5.1. Ejemplos de aplicación.....		

OBJETIVOS

- Saber organizar la información correspondiente a cualquier automatización (interpretar el enunciado de un automatismo).
- Secuenciar una automatización para que sea más sencillo realizar los esquemas eléctricos.
- Consolidar la realización de esquemas con software CAD, así como el dimensionado de las protecciones.
- Concienciarse de la importancia de seguir un proceso secuencial en la localización y resolución de averías.
- Aprender conceptos básicos respecto del mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, y la gestión de stocks y residuos.

PRECONOCIMIENTO

Para poder desarrollar esta unidad de trabajo con éxito, el alumnado ha de conocer los dispositivos electromecánicos y los receptores estudiados en las unidades de trabajo 4 y 5 respectivamente. También será necesario saber como dimensionar las protecciones de los receptores, tal y como se estudió a la UT5. Por último, será necesario conocer la simbología y las normas para dibujar esquemas eléctricos normalizados (UT06), así como un software para dibujar los esquemas de forma informática (UT07).

8.1. INTRODUCCIÓN AL GRAFCET

8.1.1. Concepto del GRAFCET

GRAFCET significa: Gráfico Funcional de Etapas y Transiciones.

Es una herramienta que permite describir de forma gráfica el proceso secuencial de una automatización. Constituye un lenguaje organizativo que facilita la estructuración y descomposición de un problema de control en partes de menor complejidad. Su evolución histórica es la siguiente:

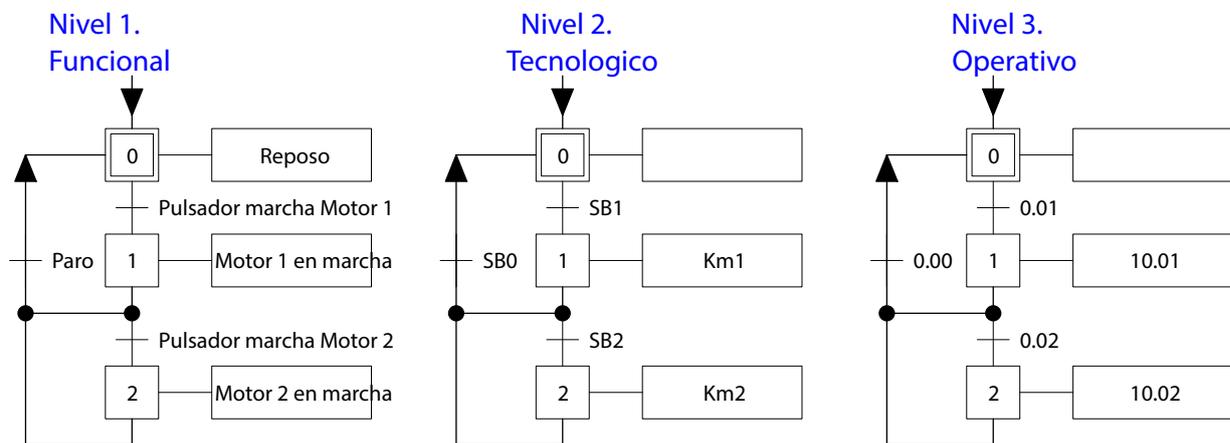
- 1977. Nacimiento del GRAFCET en un grupo de trabajo francés (Asociación francesa para la cibernética económica y técnica).
- 1982. Creación como norma francesa UTE NF C 03-190 (Diagrama funcional GRAFCET para la descripción de sistemas lógicos de control).
- 1988. Se reconoce como norma internacional, IEC-848 (Preparación de diagramas funcionales para sistemas de control).
- Actualmente el GRAFCET se recoge en la norma internacional IEC-61131 (norma específica para au-

tómatas programables industriales), la cual define el GRAFCET como unidad de organización de programa, de manera que son muchos los fabricantes que utilizan el GRAFCET como lenguaje directo de programación (eso ya lo estudiarás con mayor detalle en unidades de trabajo posteriores).

8.1.2. Nivel del GRAFCET

El GRAFCET puede utilizarse por describir tres niveles diferentes de especificación:

- **Nivel 1. Descripción funcional.** Se utiliza para una descripción general que permite comprender rápidamente un automatismo.
- **Nivel 2. Descripción tecnológica.** Se realiza una descripción tecnológica y operativa. En este GRAFCET quedan definidos los elementos utilizados en la automatización de una forma más técnica.
- **Nivel 3. Descripción operativa.** En este nivel se define de forma concreta el automatismo que controla el sistema.



AI08_R01_ Niveles GRAFCET

8.1.3. GRAFCET parciales y globales

También existe la posibilidad de utilizar diferentes GRAFCET para representar una única instalación automática, de manera que es posible distinguir entre:

- GRAFCET parcial. cada uno de los GRAFCET que constituyen un único sistema automático. Usualmente se identifican mediante la letra G, seguida de un número que indica el orden del GRAFCET (por ejemplo G2).

- **GRAF CET global.** Es un GRAFCET que agrupa a todos los GRAFCET parciales de un único sistema automático, es decir, es el GRAFCET que relaciona todos los GRAFCET parciales.

En nuestro caso, como las automatizaciones que estudiaremos son bastante sencillas, sólo haremos servir un único GRAFCET. Ahora bien, si la automatización es compleja, es recomendable utilizar varios GRAFCET parciales, y a continuación, un GRAFCET global que los relacione entre sí.

8.1.4. Macroetapas

Una macroetapa no es una etapa más de un GRAFCET ni actúa como tal, sino que representa un GRAFCET par-

cial. Es decir, si se sustituye una macroetapa dibujada en un GRAFCET, por su correspondiente expansión, el GRAFCET resultado debe tener perfecto sentido.

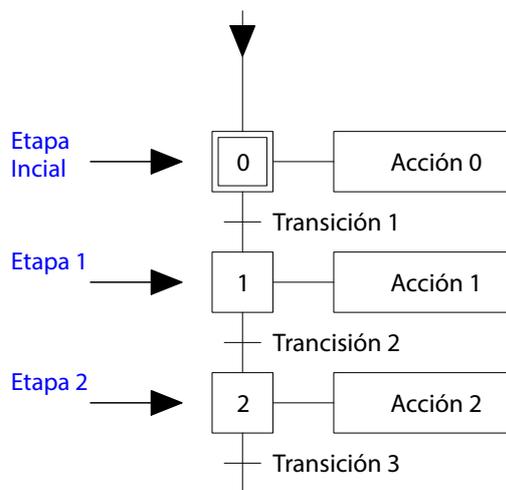
La utilización de macroetapas permite que el GRAFCET representado mantenga un cierto nivel de generalidad y que, cuando convenga, se pueda conocer con detalle las acciones asociadas a esta macroetapa realizando una simple expansión de la misma.

Los conceptos de GRAFCET parciales y globales, así como las Macroetapas, quedan fuera de los objetivos de este nivel formativo. En este sentido, no hace falta profundizar más, y tan solo se pretende a que tengas unos conceptos básicos respecto de su significado.

8.2. ELEMENTOS DEL GRAFCET

Los elementos gráficos utilizados son los siguientes:

- **Las etapas:**
 - Describen estados o situaciones concretas de un automatismo.
 - Se representan mediante un cuadrado con el número de etapa en su interior.
 - La etapa inicial se representa con dos cuadrados concéntricos con el número 0.
- **Las acciones:**
 - Describen las operaciones que se realizan cuando se activa una etapa.
 - Se representan en el interior de un rectángulo, colocado a la derecha de cada etapa y asociada mediante una línea de unión.
- **Las transiciones:**
 - Son condiciones que deben cumplirse para que el automatismo cambie de una etapa a otra.
 - Se representan mediante una línea horizontal situada sobre la línea de unión entre dos etapas y el correspondiente conjunto de condiciones lógicas.



AI08_R02_ Elementos GRAFCET

Conocimientos básicos de los autómatas programables

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

María, Míriam y Raül se han entrevistado con 3 clientes y han realizado 3 tomas de datos distintas. Ahora mismo están poniendo en común sus puntos de vista.

María – El proceso de etiquetado de la empresa TextilToc SL puede mejorarse si incluimos una barrera fotoeléctrica, un relé de seguridad y una parada de emergencia más.

Raül – ¿Entonces se trata de una mejora que puede realizarse únicamente con lógica cableada?



María 1

María – Sin ningún problema. Ya he hecho el GRAFCET y esta tarde realizaré los nuevos esquemas de control, prepararé el material necesario, de forma que mañana por la mañana puedo realizar los cambios.

Raül – ¡Perfecto María! La empresa de estampados que he visitado yo, requiere de una automatización bastante completa con autómata programable, además, también hay que mecanizar un cuadro y realizar el cableado a 5 motores distintos. ¿Y tú Míriam?

Míriam – La aplicación automática que debemos realizar en la empresa que he visitado yo requiere de muchos temporizadores, además, hay un sistema de cuenta. ¡No sé como podemos hacer esto!

Raül – Seguramente habrá que utilizar un autómata programable. ¿Has realizado el GRAFCET de la secuencia automática?

Míriam – Sí, sin ningún problema. Tiene 18 etapas, pero es bastante secuencial.

Raül – Pues seguramente con un relé programable o con un microautómata será suficiente. ¿Cuándo empezáis a estudiar estos conceptos?

María – Ahora mismo, pues hemos finalizado el segundo bloque de contenidos y debemos empezar el tercero, es decir, la lógica programada.

Míriam – Parece que en la próxima Unidad de Trabajo, es decir, la Unidad 9, estudiaremos los autómatas programables de forma conceptual. He dado un vistazo al índice y estudiaremos: el principio de funcionamiento, la clasificación, los componentes y la estructura, las características técnicas,...

Raül – ¿Y la programación?

María – La programación lo estudiaremos a la Unidad de Trabajo 10.

Raül – ¡Perfecto chicas! Es muy importante que entendáis los conceptos fundamentales de los autómatas, pues en caso contrario os costará mucho de programar. En este sentido, estudiad con detenimiento la Unidad de Trabajo 9, y en la 10 os ayudaré. De momento, María que se encargue de la reforma de la empresa TextilToc SL y tú, Míriam, la ayudas. A continuación, os ponéis a estudiar la Unidad 9 y entre los 3 seleccionaremos los autómatas más adecuados para las aplicaciones automáticas que debemos hacer.

María – ¡Perfecto Raül!

Míriam – ¡Manos a la obra!



Raül 1



Míriam 1

CONTENIDOS

UT09. Conocimientos básicos de los autómatas programables		9.6. Selección y dimensionado.....	144
Introducción. Caso práctico	137	9.7. Instalación y conexión	144
9.1. Introducción.....	139	Autoevaluación UT9. Enunciados.....	147
9.2. Principio de funcionamiento	140	Autoevaluación 9.1. Enunciado.....	147
9.3. Clasificación.....	140	Autoevaluación 9.2. Enunciado.....	147
9.3.1. Clasificación en función de las prestaciones técnicas	140	Autoevaluación 9.3. Enunciado.....	147
9.3.2. Clasificación en función de los componentes del PLC.....	142	Autoevaluación 9.4. Enunciado.....	147
9.4. Componentes y estructuras	142	Autoevaluación 9.5. Enunciado.....	147
9.5. Características técnicas	143	Referencias.....	148
		Webs relacionadas.....	148
		Licencias y reconocimiento de imágenes.....	148

OBJETIVOS

- Tomar conciencia de la importancia actual de un PLC.
- Comprender el principio de funcionamiento de un PLC
- Conocer la estructura general de un PLC.
- Clasificar los diferentes tipos de PLC.
- Interpretar las características técnicas de un PLC.
- Seleccionar y dimensionar un PLC.
- Saber conectar sensores y actuadores a un PLC.

PRECONOCIMIENTO

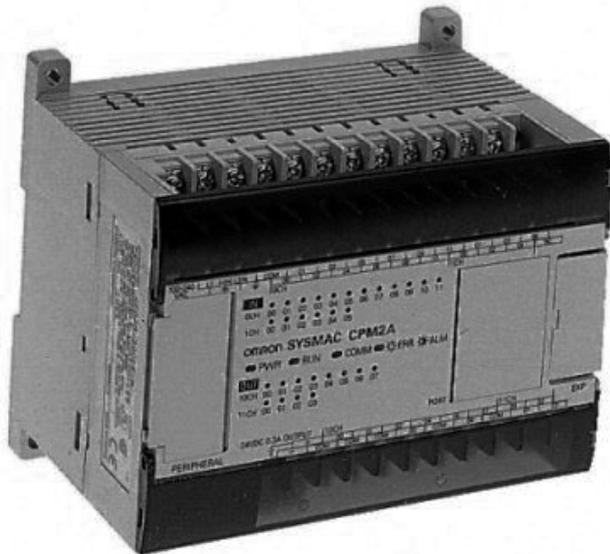
Esta unidad de trabajo es totalmente introductoria, por tanto, no son necesarios demasiado conocimientos previos. Ahora bien, es importante que el alumnado tenga unos conocimientos mínimos de lógica cableada, principalmente para que pueda identificar fácilmente los ventajas que presentan los PLC.

9.1. INTRODUCCIÓN

Tal como ya estudiaste en unidades de trabajo anteriores, existen sistemas automáticos basados en autómatas programables, los cuales utilizan un dispositivo central (el propio autómata) para controlar toda la instalación automática.

El autómata programable o controlador lógico programable (PLC) puede definirse como un aparato o dispositivo, creado para controlar procesos automáticos secuenciales en la industria, en tiempo real y lo más rápido posible.

A continuación se realiza una breve introducción histórica de los PLC:



AI09_R01_PLC02

- Los PLC aparecen por primera vez en la industria alrededor de los años 60.
- Su finalidad principal era reducir costes asociados a la tecnología cableada.
- "Bedford Associates" propuso a un importante fabricante de vehículos, un aparato llamado "MEDICON" (Controlador Digital Modular), de forma que el "MEDICON 084" fue el primer PLC del mundo.
- A mediados de los años 70, las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuencial y unidades de proceso de datos basadas en desplazamiento de bits.

- Las habilidades de comunicación aparecieron en 1973, con el sistema "MODBUS", que permitía comunicar varios PLC entre sí.
- Actualmente existe una norma (UNE-EN 61.131) surgida con la finalidad de estandarizar la comunicación y los sistemas de programación de todos los PLC existentes al mercado.
- La tecnología ha avanzado notablemente, y actualmente existen numerosos fabricantes de PLC, con características técnicas particulares, muchas aplicaciones posibles, así como protocolos de comunicación entre ellos.

Su campo de aplicación principal es la industria, aunque también puede utilizarse en otros campos, como por ejemplo la automatización de viviendas y edificios.

En esta unidad tan solo estudiarás conceptos fundamentales del PLC, de forma que su configuración y programación lo estudiarás en la siguiente unidad de trabajo.

La imagen AI09_R01_PLC02 corresponde a un autómata programable del fabricante Omron, concretamente al autómata CPM2A, la familia de autómatas programables compactos más utilizados de este importante fabricante.

Respecto de las ventajas e inconvenientes de los PLC respecto de la automatización convencional (lógica cableada):

- **Ventajas:** Mayor nivel de automatización y control, facilidad de manejo por parte de los operarios, mejora de la gestión de los procesos, posibilidad de introducir rápidamente cambios a la automatización, gestión de alarmas, averías y ayudas en las reparaciones, control informatizado de la automatización, posibilidad de comunicar la instalación a distancia, menor volumen del automatismo, aumento del grado de seguridad y de la productividad,...
- **Inconvenientes:** En determinadas instalaciones implica un mayor precio inicial, es necesario tener nociones de electrónica digital y lenguajes de programación.

9.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El PLC es un dispositivo electrónico con un número determinado de entradas y salidas, donde se conectan los elementos captadores y actuadores.

Mediante un software adecuado, se realizará un programa encargado de relacionar los dispositivos de entrada con los dispositivos de salida. Una vez realizado este programa, se grabará en la memoria del PLC, el cual se encargará de realizar las secuencias de control que harán funcionar un determinado proceso automatizado.

Un PLC trabaja de forma secuencial, siguiendo unas pautas y unas instrucciones perfectamente definidas, de manera que su funcionamiento es secuencial y cíclico, es decir, las operaciones tienen lugar una después de la otra, y se repiten continuamente mientras el PLC esté alimentado. Este proceso recibe el nombre de "Ciclo de Scan".

En el ciclo de Scan se realizan las siguientes operaciones básicas:

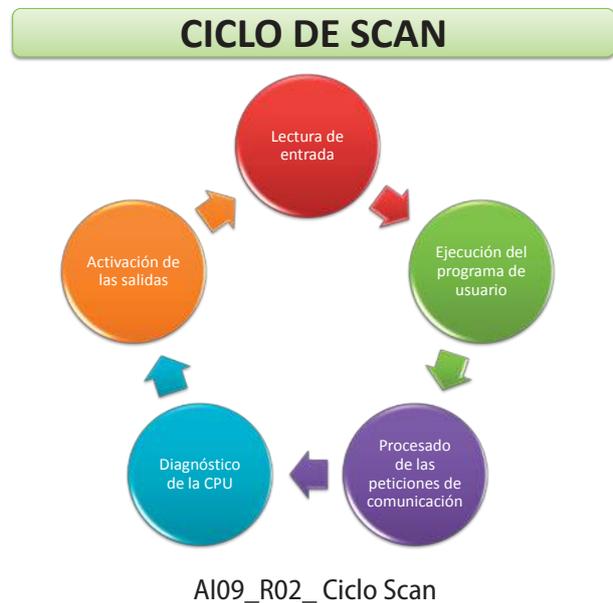
- Ejecución de los procesos comunes: comprobación de tensiones, capacidad de memorias,...
- Lectura del valor de las entradas.
- Ejecución del programa definido por el usuario.
- Activación de las salidas correspondientes.

El ciclo de Scan se ejecuta de forma secuencial, pero existen determinadas instrucciones que permiten saltar de una línea de programa a otra o bien leer una subrutina.

Estas instrucciones tienen la finalidad de aumentar la velocidad de proceso del ciclo. Cuando menor es el ciclo de Scan, mayor es la velocidad de lectura de un PLC.

El tiempo requerido para realizar un ciclo de Scan dependerá de:

- El número de entradas y de salidas.
- La longitud del programa de usuario.
- El número y tipo de periféricos conectados al PLC.
- Las características particulares de cada fabricante.



9.3. CLASIFICACIÓN

Es posible establecer diferentes clasificaciones en función del criterio que se utilice. Tal vez, los dos criterios más utilizados para clasificar los PLC son los siguientes:

9.3.1. Clasificación en función de las prestaciones técnicas

- **Relé programable.** Son dispositivos electrónicos con notables limitaciones, tanto en capacidad de programa como en funcionalidades. Se utilizan para

aplicaciones concretas, donde se requiere un control discreto y relativamente sencillo, pero que al mismo tiempo utiliza temporizadores, contadores y elementos semejantes. En muchas ocasiones puede resultar una alternativa muy atractiva a la sustitución de elementos electromecánicos discretos, pues su precio es reducido y sus prestaciones pueden resultar interesantes en ciertas aplicaciones automáticas. Existen modelos de relés programables que incorporan una pequeña pantalla LCD, la cual permite modificar el

Instalaciones automáticas con lógica programada

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

María y Míriam han finalizado el estudio de la Unidad de Trabajo 9, de forma que ahora mismo ya conocen los conceptos fundamentales de los autómatas programables.

Encuentran a Raül ante el ordenador de la empresa:

María – ¿Qué haces Raül?

Raül – Estoy instalando la nueva versión del software para programar el autómata programable que haremos servir en la empresa de estampados. ¿Ya habéis aprendido a programar?

María – De momento sólo hemos estudiado los conceptos fundamentales de los autómatas programables, pero en la próxima Unidad de Trabajo estudiaremos su programación.

Míriam – ¿Es difícil programar un autómata?

Raül – No demasiado, ahora bien hay que ser ordenado y todo depende de la aplicación automática. Desde mi punto de vista es más complicada la puesta en marcha y el ajuste de todo el sistema que la propia programación.

Míriam – ¿Y cómo se programa un PLC?

Raül – Pues hay que hacer servir lenguajes de programación. Existe una norma que regula varios aspectos de los autómatas programables, entre los que están los lenguajes de programación. Aparte de los lenguajes, cada fabricante cuenta con unas peculiaridades diferentes, pero si contáis con la base suficiente, el cambio de un fabricante a otro es más laborioso que complejo.

María – Entonces hay varios lenguajes y cada fabricante con unas peculiaridades diferentes ¡Parece que esto será más complicado del que pensamos!

Raül – No es tan complejo, lo que ocurre es que se trata de conceptos nuevos. La programación de autómatas está muy relacionada con los esquemas de control y también con la electrónica digital. Por otro lado, el GRAFCET permite la aplicación directa en la programación de los autómatas.

Míriam – En la Unidad de Trabajo 8 aprendimos a utilizar el GRAFCET, pero únicamente como una herramienta de organización de la secuencia de control. ¿Ahora comentas que es posible utilizarlo de forma directa?

Raül – La norma que os he comentado antes define el GRAFCET como un sistema de organización, pero hay varios fabricantes que permiten programar directamente con GRAFCET, es decir, dibujas el GRAFCET y ya tienes el programa hecho. De cualquier forma, existen sistemas para pasar un GRAFCET a lenguaje de diagrama de contactos, el cual es el lenguaje que sí utilizan todos los autómatas.

María – Mañana por la mañana empezamos con la Unidad de Trabajo 10 y espero que entendamos esto que estás diciéndonos.

Míriam – ¡Ya verás como aprendemos rápido!

Raül – ¡Seguro que sí! Además, vosotros dos habéis de realizar el programa correspondiente a la toma de datos de Míriam. ¡Yo estaré a vuestro lado!

CONTENIDOS

UT10 – Instalaciones automáticas con lógica programada.....	177	10.5.1.Hardware.....	196
10.1.El mapa de memoria.....	179	10.5.2.Software TwidoSuite.....	198
10.2.Lenguajes de programación.....	181	10.5.3.Identificación de contactos y bobinas. .	199
10.2.1.Diagrama de contactos.	182	10.5.4.Configuración de funciones básicas.....	200
10.3.Funciones básicas de programación.	185	10.5.5.Programación.....	207
10.3.1.Funciones de retención.	186	10.6.Localización y resolución de averías en sistemas programados.....	208
10.3.2.Funciones de flancos.	187	Autoevaluación UT10. Enunciados.	213
10.3.3.Temporizador.	188	Autoevaluación UT10. Respuestas.....	214
10.3.4.Contadores.....	189	Webs relacionadas.....	214
10.4.Programación con GRAFCET.....	191	Licencias i reconocimiento de imágenes.....	214
10.5.Software específico de PLC.	196		

OBJETIVOS

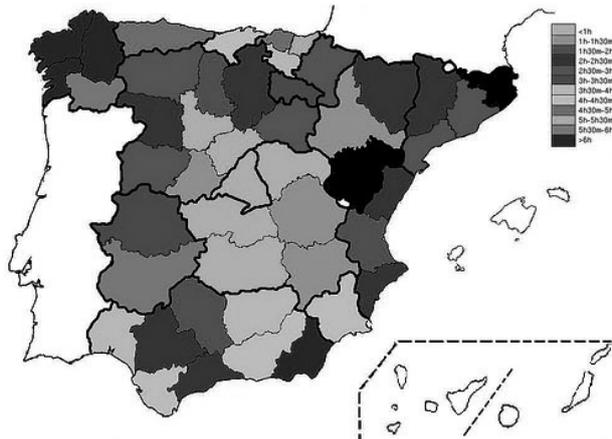
- Conocer el funcionamiento general de un PLC
- Realizar sencillos programas secuenciales con un PLC.
- Diagnosticar y resolver averías en una instalación con PLC.

PRECONOCIMIENTO

Es muy importante que el alumnado tenga unos conocimientos mínimos respecto de los conceptos generales relacionados con los PLC. Por otro lado, es necesario tener nociones de electrónica digital y de GRAFCET, pues el sistema de programación que se explica en esta UT utiliza estas dos herramientas como base.

10.1. EL MAPA DE MEMORIA

La memoria es la parte de la CPU (Unidad Central de Proceso) que permite guardar información en forma de bits, los cuales pueden ser leídos a nivel de posición (bit a bit) o por bloques (más de un bit).



AI10_R01_Mapa

Los tipo de memorias más comunes son las siguientes:

- Memoria ROM (es una memoria permanente de solamente lectura. Esta memoria la define el fabricante en el momento de su fabricación y posteriormente no se puede modificar).
- Memoria RAM (es una memoria volátil de lectura y escritura. Se utiliza por memorizar valores instantáneos de entradas y salidas).
- Memoria EPROM (es una memoria de sólo lectura, pero que también puede reprogramarse a través de luz ultravioleta).
- Memoria EEPROM o E2PROM (es una memoria de sólo lectura, pero que también puede reprogramarse a través de medios eléctricos, con un número máximo de ciclos de borrado y grabado).

Por otro lado, la memoria también puede clasificarse según se trate de:

- Memoria interna, la cual almacena el estado de las variables que utiliza el PLC (entradas, salidas, contadores, relés internos,...). Este tipo de memoria sería ROM y RAM.
- Memoria de programa, en la que se almacena en el programa de usuario. Puede contener datos alfanuméricos, textos,... Este tipo de memoria sería EPROM o EEPROM.

La memoria de la CPU depende de cada fabricante y de cada modelo de CPU, por lo que se debe tener en cuenta a la hora de escoger entre uno u otro PLC. Es aquí donde aparece el concepto de mapa de memoria, que no es otra cosa que la memoria interna del autómata programable.

REFLEXIONA

Si se realiza un símil entre un PLC y una biblioteca convencional, podría afirmarse que el mapa de memoria corresponde con las estanterías de la propia biblioteca. Ahora bien, en lugar de guardar libros, el PLC guarda datos digitales (unos y ceros).

¿Verdad que una biblioteca tiene estanterías para situar libros según diferentes temáticas? ¿Todas las estanterías se clasifican de la misma forma? ¿Todas las bibliotecas tienen los mismos libros? Pues lo mismo ocurre con los autómatas programables.

Cuando se dice que un canal concreto de un PLC está destinado a entradas, significa que puede gestionar hasta 16 entradas, pues un canal equivale a una palabra y una palabra son 16 bits. En este caso, para identificar cada una de estas entradas deberás especificar el bit concreto.

Por ejemplo:

- 1.01 - Entrada 1 del canal 1 (bit 1 del canal 1).
- 1.02 - Entrada 2 del canal 1 (bit 2 del canal 1).
- 5.06 - Entrada 6 del canal 5 (bit 6 del canal 5).

Aunque los mapas de memoria cada vez son más parecidos entre sí, cada fabricante tiene sus peculiaridades. En este sentido, lo primero que debes hacer antes de programar un PLC, será averiguar su mapa de memoria.

En el mercado puedes encontrar de todo, así, por ejemplo:

- Ciertos fabricantes reservan posiciones de memoria compartidas para temporizadores y contadores, otros utilizan posiciones independientes.
- Algunos fabricantes identifican las áreas de memoria para trabajos a nivel de palabra con la letra M, otros la identifican como D.

Actualmente está cambiando el concepto de memoria, de manera que los fabricantes están utilizando un mapa de memoria dinámico, es decir, no siempre es el mismo, sino que depende del hardware del propio PLC,

de manera que puedes llenar la memoria de entradas, salidas o módulos de datos, en función de la composición física del propio autómatas.

Mapa de memoria del PLC CPM2A d'OMRON.			
Nombre asignado		Palabras (16 bits)	Descripción
IR	Entradas	IR000 – IR009	Bits para ser asignados a entradas.
	Salidas	IR010 – IR019	Bits para ser asignados a salidas
	Bits de trabajo	IR020 – IR049 R200 – IR227	Bits internos para operaciones auxiliares.
	SR	SR228 – SR255	Funciones específicas del propio PLC.
	TR	-----	Bits para guardar estados de algunas operaciones durante la ejecución del programa.
	HR	HR00 – HR19	Bits que mantienen el estado frente a un fallo de alimentación.
	AR	AR00 – AR23	Bits de funciones específicas para utilizar en el programa de usuario (bit de primer ciclo de Scan, bit intermitente, bit siempre cerrado,...)
	LR	LR00 – LR15	Bits para la comunicación entre PLC.
	Temporizador-contador.	TC000 – TC255	Área concreta para temporizadores y contadores.
	DM	DM0000 – DM6655	Palabras completas para operaciones de usuario, operaciones internas de PLC, registro de errores de programa, parámetros de configuración,...

10.2. LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Con la evolución y desarrollo del hardware de los PLC, se ha producido una evolución paralela de sus sistemas de programación. Los primeros lenguajes desarrollados fueron el listado de instrucciones y el lenguaje de contactos, y posteriormente aparecieron otros lenguajes de programación como: el texto estructurado, el diagrama de contactos o el gráfico secuencial de funciones. Tal como ya estudiaras a la unidad de trabajo anterior, la norma UNE-EN 61.131 intenta estandarizar el sistema de programación de todos los autómatas, mediante un único estándar internacional. Los apartados de esta norma son los siguientes:

- Información general.
- Especificaciones y ensayos de los equipos.
- Lenguajes de programación.
- Guías de usuario.
- Comunicaciones.
- Comunicaciones vía buses de campo.

- Programación del control "Fuzzy" o borroso (http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%B3gica_difusa).
- Guías para el aplicación e implementación de lenguajes para autómatas programables.

Como puedes comprobar, se trata de una norma, cuyos usuarios finales son los propios fabricantes de autómatas programables.

En el tercer apartado de esta norma, se definen los lenguajes de siguientes programación:

Lenguajes de programación de autómatas programables. UNE-EN 61.131	
Nombre del lenguaje de programación	Programa correspondiente
Lista de instrucciones (AWL)	AND a AND b = C
Texto estructurado (ST)	c:= a AND b

Regulación de velocidades de los motores

INTRODUCCIÓN. CASO PRÁCTICO

Miriam, María y Raül están poniendo en marcha una de las instalaciones con autómatas programables que tienen entre manos.

María – Raül, ya he conectado los conductores 16, 17, y 18 a los conectores del variador de velocidad, tal y como has indicado en el esquema de control. Ahora bien, aún no tengo demasiado claro el sentido de estos conductores y tampoco del variador de velocidad.

Raül – Todos estos conductores conectan de forma digital el microautómata programable y el variador de velocidad. El conductor 16 pone en marcha al motor en sentido a derechas, el conductor 17 lo hace en sentido a izquierdas, mientras que el conductor 18 se utiliza para que el variador reduzca la velocidad del motor a la velocidad de casi parada.

Miriam – ¿Y los contactores?

Raül – El variador de velocidad sustituye a los contactores, de forma que hay variadores bidireccionales que permiten la inversión de giro. La verdad es que actualmente casi todos los variadores son de este tipo. ¿Estos conceptos aún no los habéis estudiado?

Miriam – Parece que los estudiamos a la última Unidad de Trabajo.

María – El nombre de esta unidad es “Regulación de velocidad de los motores”, pero además de a los variadores también estudiamos los arrancadores electrónicos.

Raül – Estos dispositivos también reciben el nombre de arrancadores suaves. Actualmente los arrancadores

electrónicos o arrancadores suaves son los dispositivos más usuales para arrancar los motores. Ahora bien, si se requiere variar la velocidad de los motores, es necesario utilizar los variadores de velocidad.

María – Ya finalizamos el curso y tengo la sensación de no saber nada de nada, pues siempre estoy aprendiendo cosas nuevas.

Miriam – Yo también tengo la misma sensación, pero si das un vistazo atrás, podrás comprobar todo lo que hemos aprendido. Yo hace unos meses no me lo creía.

Raül – Yo ya hace mucho tiempo que trabajo en este campo y siempre estoy aprendiendo cosas nuevas. Es muy importante asistir a cursos, consultar revistas técnicas, ir a congresos,... Ahora bien, ¡os aseguro que este trabajo es muy bonito!

A pesar de que aún les hace falta destreza con las herramientas y con la programación de autómatas programables, Miriam y María trabajan con bastante autonomía, de forma que la empresa de automatizaciones crece día tras día.

De momento Miriam y María se encargan de los mecanizados, de las instalaciones con lógica cableada, de las averías y mantenimientos preventivos, y de sencillos cambios de programas, mientras que Raül se responsabiliza de las programaciones y proyectos más complejos. De cualquier forma, Miriam y María no son nada conformistas y en breve empezarán a estudiar el Ciclo Superior de Automatización y Robótica Industrial.

CONTENIDOS

UT11. Regulación de velocidades de los motores	
Introducción. Caso práctico	179
11.1. Introducción y conceptos físicos	181
Introducción.....	181
Conceptos físicos.	181
Ejemplo:.....	182
11.2. Arrancadores electrónicos.....	183
Introducción.....	183
Principio de funcionamiento	183
Criterios de selección.....	183
11.3. Variadores de velocidad.....	184
11.3.1. Tipo y composición de los variadores de velocidad.....	185
11.3.2. Parámetros de control de un variador de velocidad	186
11.4. Servomotores	187
Autoevaluación UT11. Enunciados	188
Referencias	189
Webs relacionadas.....	189
Licencias y reconocimiento de imágenes.....	189

OBJETIVOS

- Comprender la importancia de la variación de velocidad.
- Identificar los diferentes sistemas de variación de velocidad de los motores.
- Conocer los principales parámetros de un variador de velocidad.
- Saber conectar un arrancador y un variador de velocidad.
- Saber ajustar el parámetros básicos de un arrancador y de un variador de velocidad.

PRECONOCIMIENTO

Para poder alcanzar con éxito los conceptos que se estudiarán en esta unidad de trabajo, es necesario que el alumnado tenga conceptos básicos respecto de los motores eléctricos (principio de funcionamiento, tipo de motores, características técnicas,...).

UT02. Procedimientos

Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado

CONTENIDOS

UT02. Procedimientos. Materiales, herramientas, operaciones y dibujo aplicado al mecanizado	
Actividades.....	192
A-2.1 Actividad de dibujo técnico	192
A-2.2 Actividad de dibujo técnico 2	193
A-2.3 Actividad de dibujo técnico 3	194
A-2.4 Actividad de dibujo técnico 4	195
A-2.5 Actividad de dibujo técnico 5	196
A-2.6 Actividad de dibujo técnico 6	197
Práctica.....	198
P-2.1 Soldadura blanda.....	198

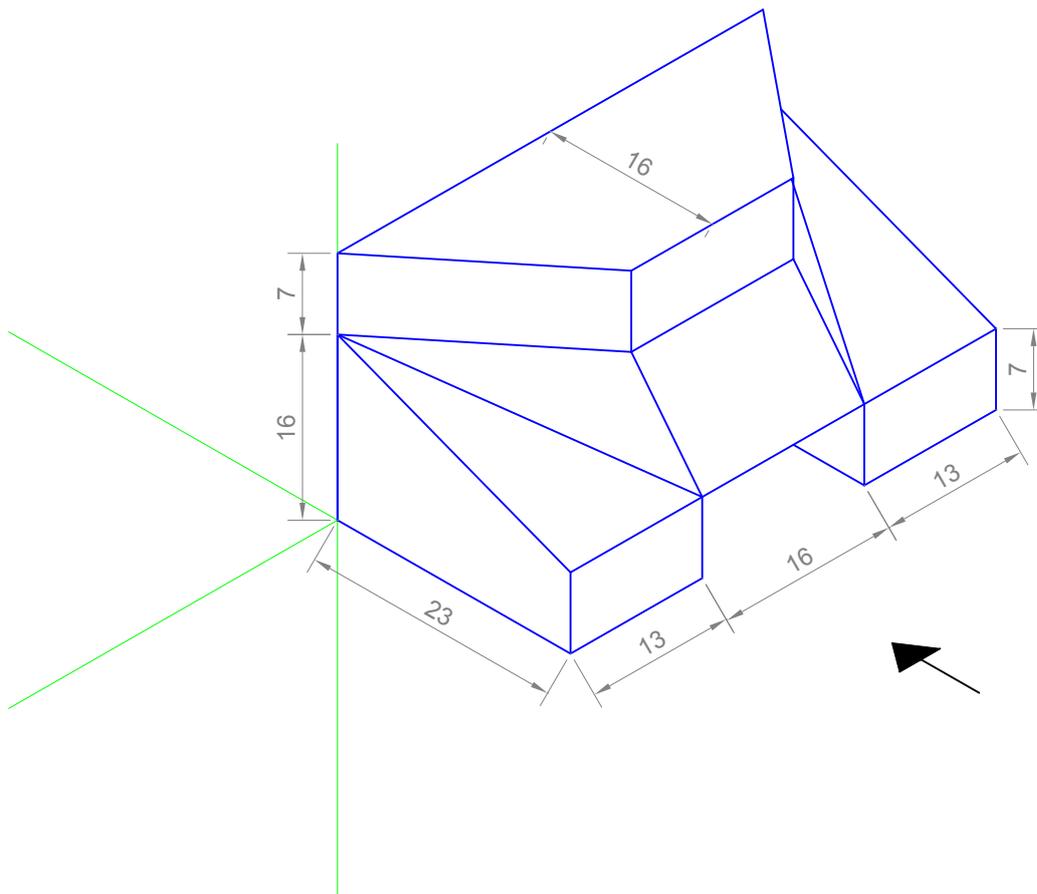
OBJETIVOS

- Interpretar vistas de dibujo técnico.
- Dibujar mediante el sistema diédrico.
- Poner en práctica la normalización en dibujo técnico.
- Aprender a acotar vistas.
- Aprender a utilizar un programa de dibujo CAD.
- Saber utilizar el soldador eléctrico.
- Adquirir destreza en el trabajo de soldadura con estaño.
- Utilizar herramientas de mecanizado.

ACTIVIDADES

A-2.1 Actividad de dibujo técnico

Utiliza el sistema de representación del 1er diédrico y dibuja la planta, altura y perfil de la pieza siguiente. A continuación representa las cotas funcionales.



AI02P_R01_Actividad 01

UT03. Procedimientos

Mecanizado de cuadros eléctricos

CONTENIDOS

UT03. Procedimientos.	
Mecanizado de cuadros eléctricos	
Práctica.....	202
P-3.1 Mecanizado de un panel de mando.....	202
Trabajo.....	204
T-3.1 Dossier mecánico	204
Anexo I - Medidas y representación de los dispositivos	205
Anexo II - Ejemplo de un dimensionado.....	206

OBJETIVOS

- Adquirir destreza con las herramientas más utilizadas en procesos de mecanizado.
- Poner en práctica varias técnicas de mecanizado y medidas de seguridad básicas.
- Adquirir destreza con el manejo de catálogos de fabricantes de cuadros eléctricos.
- Desarrollar el contenido de un dossier mecánico.
- Dibujar dispositivos eléctricos, utilizando los sistemas de representación adecuados.

PRÁCTICA

■ P-3.I Mecanizado de un panel de mando

Introducción

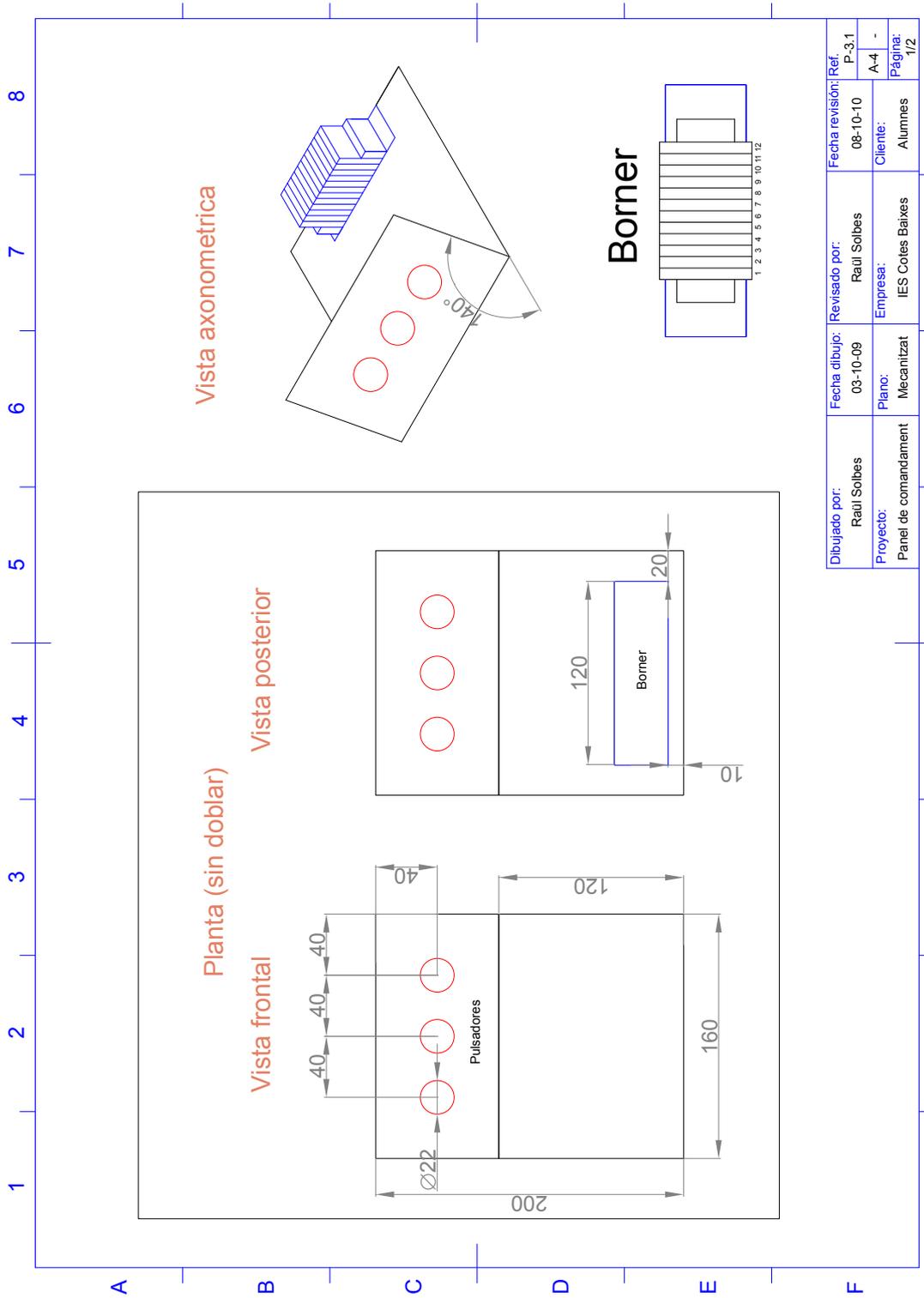
Esta práctica consiste al realizar un panel de mando sobre una placa de acero galvanizado. Colocaremos los pulsadores, el carril DIN y los bornes, con una estructura y unas medidas determinadas.

Herramientas y materiales necesarios

- Herramientas:
 - Cizalla.
 - Taladro.
 - Dobladora.
 - Remachadora.
 - Alicates planos.
 - Tijeras de electricista.
 - Juego de destornilladores.
- Materiales:
 - Placa de acero galvanizado (160x200mm)
 - 2 remaches.
 - Carril DIN (120mm)
 - 3 pulsadores.
 - 12 bornes de 2,5mm².
 - 1 metro de conductor de 0,75mm².

Pasos a seguir

1. Mediante utensilios de dibujo, realiza las medidas adecuadas sobre la placa de acero y marca todos el puntos de referencia que consideras oportunos por conseguir el panel propuesto al plano P-3.1.
2. Con la cizalla corta la placa de acero según las medidas indicadas. Utiliza la máquina de taladrar y los apoyos adecuados por hacer los agujeros indicados al plano P-3.1.
3. A continuación, utiliza la máquina dobladora, y realiza el doblaje indicado al plano P-3.1.
4. Utilizando la remachadora y remaches, coloca el perfil DIN sobre el panel.
5. Coloca los pulsadores y agárralos al panel.
6. Coloca los bornes sobre el perfil DIN.
7. Cablea los pulsadores a los bornes, marcándolos y utilizando terminales, tal y como te indicará el profesor.



Dibujado por: Raul Solbes	Fecha dibujo: 03-10-09	Revisado por: Raul Solbes	Fecha revisión: 08-10-10	Ref. P-3.1
Proyecto: Panel de comandament	Plano: Mecanizat	Empresa: IES Cotes Baixes	Cliente: Alumnes	A-4
				Página: 1/2

AI03P_R00_Plano P3.1

TRABAJO

T-3.1 Dossier mecánico

Introducción

El trabajo consiste en elaborar un pequeño proyecto o dossier, correspondiente en la elección y posterior mecanizado de un cuadro eléctrico.

El cuadro debe albergar los dispositivos necesarios para una determinada automatización industrial, de forma que los dispositivos que formarán parte de esta automatización son los siguientes:

- En el interior del cuadro (en la placa de montaje):
 - 6 contactores.
 - 2 guardamotores.
 - 1 interruptor magnetotérmico unipolar.
- En el exterior del cuadro (empotrados en la puerta o en el lateral):
 - 1 seccionador, empotrado en el lado izquierdo del cuadro.
 - 7 pulsadores, empotrados en la puerta del cuadro.
 - 2 lámparas de señalización, empotradas en la puerta del cuadro.

Desarrollo

Para el dimensionado del cuadro se utilizará el sistema basado en la superficie necesaria.

1. Mide los dispositivos que formarán parte de la automatización.
2. Utiliza catálogos de fabricantes y las medidas de los dispositivos para escoger las dimensiones exactas del cuadro.
3. Realiza un croquis con las vistas del cuadro, y posiciona el seccionador, los pulsadores y las lámparas de forma adecuada. Hay que tener en cuenta las condiciones indicadas en el apartado anterior.
4. Elabora los planos detallados de mecanizado, indicando cotas, anotaciones y todo lo que consideres necesario. Recuerda que el mecanizado se realiza tanto para el exterior del cuadro como para la placa de montaje.
5. Por último, desarrolla el dossier y la documentación que consideras oportuna.

Memoria del trabajo

Esta memoria tendrá los apartados siguientes:

- Nombre y referencia del trabajo.
- Índice de contenidos.
- Descripción del cuadro a utilizar. Hay que indicar: fabricante, referencia comercial, características técnicas, fotografía,...Instrucciones por realizar el mecanizado.
- Herramientas necesarias.
- Planos de mecanizado detallados (utiliza las vistas y los sistemas de representación estudiados en clase).
- Conclusiones y observaciones (justificación de la elección realizada y aclaraciones).
- Bibliografía utilizada.

NOTAS:

- Este trabajo es un dossier mecánico, por tanto, no es necesario conocer el funcionamiento del automatismo, tan solo las medidas y el número de dispositivos.
- Este enunciado se acompaña de 2 anexos por facilitar su entendimiento, con la finalidad de que tengas una guía por poder resolver la práctica.

UT04. Procedimientos

Estructura y aparellaje de los automatismos cableados

CONTENIDOS

UT04. Procedimientos. Estructura y aparellaje de los automatismos cableados

Trabajo.....210

 T-4.1 Presupuesto de automatización210

Anexo I – Webs relacionadas212

OBJETIVOS

- Adquirir destreza con el manejo de catálogos de fabricantes de dispositivos de automatización.
- Conocer las características técnicas y comerciales de los principales dispositivos estudiados en esta unidad.
- Asimilar y analizar los conceptos estudiados desde un punto de vista práctico y comercial.

TRABAJO

T-4.I Presupuesto de automatización

Introducción

El trabajo consiste en elaborar un documento donde se realice una valoración económica de una aplicación industrial concreta.

Para el diseño de esta valoración económica será condición indispensable que se utilicen, por lo menos, dos fabricantes distintos para indicar las características y realizar una comparativa. De esta forma conocerás la organización de diferentes fabricantes.

Hasta el momento aún no tienes conocimientos suficientes para poder desarrollar el presupuesto de una instalación automática a partir de una aplicación concreta. Por esta causa, a continuación se indican los materiales necesarios, de esta forma podrás buscar la información y realizar el correspondiente presupuesto.

- 1 Interruptor magnetotérmico general de 32A (4P, curva C).
- 1 Guardamotor (regulable hasta 20A).
- 1 Seccionador con fusibles (25A) y 1 relé térmico (regulable hasta 10A).
- 1 Interruptor magnetotérmico de 10A (1P, o 1P+N, o 2P, curva C).
- 4 contactores (deben soportar, por lo menos, 16A en categoría AC3).
- 1 temporizador con retraso a la conexión.
- 1 temporizador con retraso a la desconexión.
- 1 cuadro eléctrico.
- Materiales auxiliares (canaleta, perfil DIN, bornes, conductores, ...).
- Un sensor para detectar metal (distancia de detección aproximada 5mm).

Tal y como hiciste en el trabajo T-3.1, será necesario que dimensionas el cuadro eléctrico para poder saber cuál escoger. De la misma forma tendrás que hacerlo con los materiales auxiliares.

Desarrollo

1. Localiza la documentación técnica y comercial que consideras oportuna (catálogos de fabricantes, pá-

ginas Web,...) referente a los dispositivos a utilizar en esta automatización.

2. Organiza y clasifica la documentación en función de los dispositivos.
3. Analiza la documentación y escoge las características fundamentales. Habrá que tener en cuenta los conceptos estudiados en clase.
4. Escoge la estructura, el formato y la apariencia para el documento que vas a generar (tipo y tamaño de la letra, interlineado, ...).
5. Por último, elabora el presupuesto y posteriormente repásalo conscientemente, prestando especial atención en no dejarse ningún dispositivo, y teniendo la certeza que has destacado lo más importante en cada caso, y además has diseñado un presupuesto coherente.

Se pide un único presupuesto, pero habrá que utilizar, por lo menos, 2 fabricantes distintos.

Memoria del trabajo

Esta memoria tendrá le apartados siguientes:

- a) **Nombre y referencia del trabajo**
- b) **Índice de contenidos**
- c) **Tabla de características** de los dispositivos principales utilizados (elementos de protección, contactores, temporizadores, sensor, y cuadro eléctrico). Esta tabla será individual para cada dispositivo principal y incluirá los siguientes campos: fabricante, referencia, características técnicas, fotografía y justificación de su elección. Por lo que respeta a los dispositivos auxiliares (conductores, canaleta, bornes,...), no será necesario realizar ninguna tabla, pero sí que tendrán que contemplarse en el presupuesto.

UT05. Procedimientos

Conexiones a máquinas eléctricas

■ CONTENIDOS

UT05. Procedimientos.
Conexiones a máquinas eléctricas

Actividad.....214
A-5.1 Dimensionado de protecciones214

■ OBJETIVOS

- Conocer con mayor detalle los dispositivos de protección de los motores.
- Saber dimensionar los dispositivos de protección del motores.

ACTIVIDAD

A-5.I Dimensionado de protecciones

Dimensiona las protecciones que habría que utilizar en las instalaciones industriales siguientes:

Instalación 1. Un solo motor monofásico. Protección mediante Guardamotor.

Datos del motor 1 (M1):

- Potencia: 750W
- Tensión: 230V
- $\cos\phi$: 0,70

¿Cuál será la capacidad aproximada del condensador utilizado en la arranque del motor M1?

Instalación 2. Dos motores trifásicos. Protección mediante fusibles (para los dos motores) y dos relés térmicos independientes para cada motor.

Datos del motor 1 (M1):

- Potencia: 4Kw
- Tensión: 400V
- $\cos\phi$: 0,80

Datos del motor 2 (M2):

- Potencia: 12Kw
- Tensión: 400V
- $\cos\phi$: 0,90

Instalación 3. Protección de 3 motores distintos. Combinación de varias protecciones.

Las datos de los dispositivos son las siguientes:

- F1: seccionador con fusibles.
- F2: relé térmico.
- F3: relé térmico
- QF1: Guardamotor.

Datos del motor 1 (M1):

- Potencia: 5Kw
- Tensión: 400V
- $\cos\phi$: 0,85

Datos del motor 2 (M2):

- Potencia: 8CV
- Tensión: 400V
- $\cos\phi$: 0,75
- Rendimiento: 75%

Datos del motor 3 (M3):

- Potencia: 10Kw
- Tensión: 400V
- $\cos\phi$: 0,95

Notas:

- La potencia del motor M2 (8CV) es potencia útil, pero para dimensionar la protección hay que tener en cuenta la potencia absorbida o potencia nominal (mira el apartado 5.1- Introducción a las máquinas eléctricas – "Características")
- 1 CV (caballo de vapor) son 736W
- Por características de funcionamiento, sólo pueden funcionar al mismo tiempo dos de los tres motores, lo cual hay que tener en cuenta para dimensionar F1.

UT06. Procedimientos

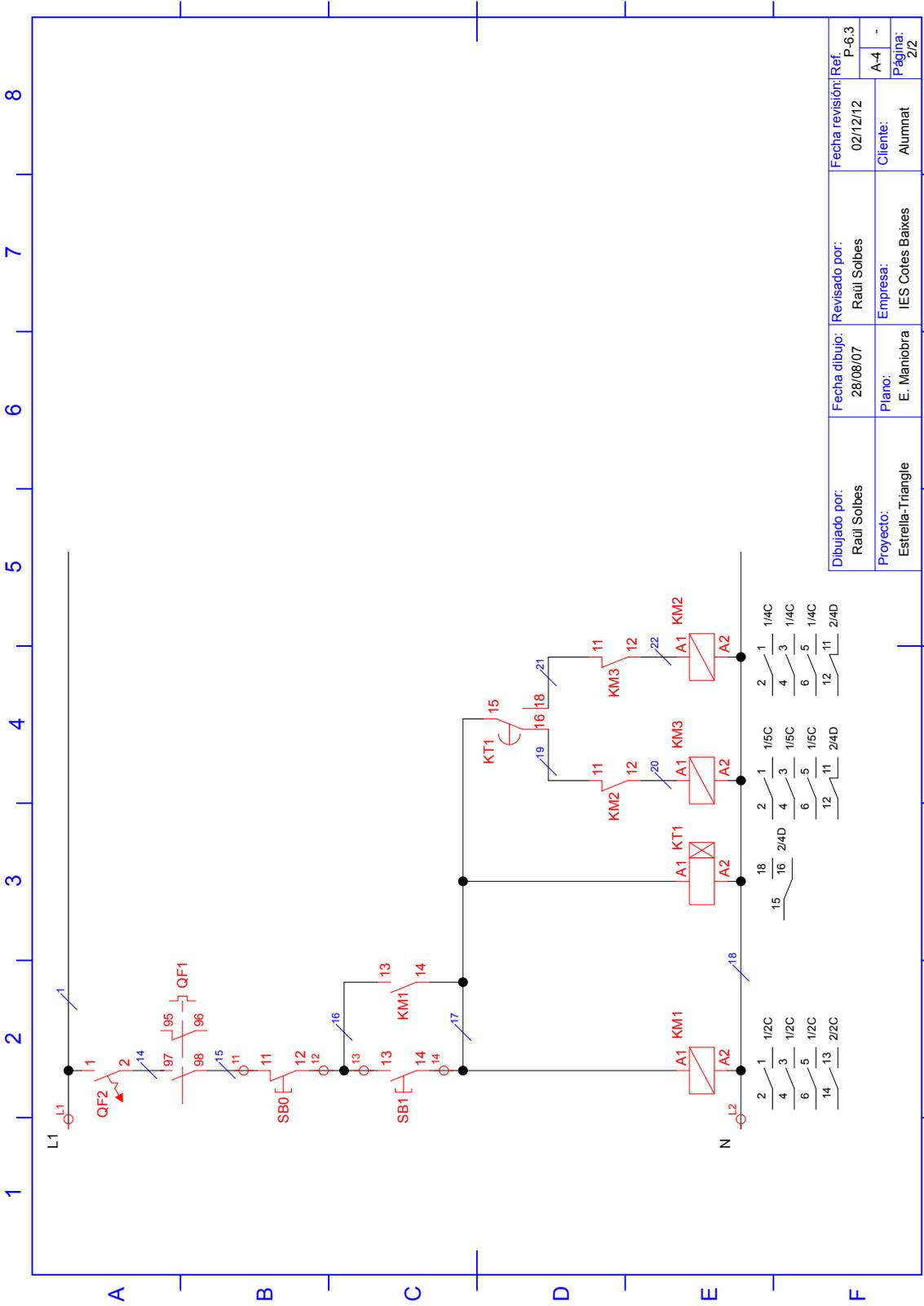
Esquemas y montajes cableados estándar

CONTENIDOS

UT06. Procedimientos.	
Esquemas y montajes cableados estándar	
Actividades.....	218
A-6.1 Inversión de giro automática.....	218
A-6.2 Inversión de giro de un motor monofásico.....	218
A-6.3 Arranque estrella triángulo con pulsadores.....	219
A-6.4 Inversión de giro condicionada.....	219
Prácticas.....	221
P-6.1 Arranque directo de un motor de cc.....	221
P-6.2 Inversión de giro de un motor de ca trifásico.....	224
P-6.3 Arranque estrella triángulo con temporizador.....	226

OBJETIVOS

- Poner en práctica la simbología y las normas de representación de esquemas eléctricos.
- Aprender a dibujar esquemas de potencia y maniobra de montajes estándar.
- Realizar sencillas secuencias de control estándar.
- Interpretar de forma práctica esquemas eléctricos.
- Materializar un esquema eléctrico mediante su montaje práctico.
- Diagnosticar y reparar averías en sistemas eléctricos cableados.



Dibujado por:	Fecha dibujo:	Revisado por:	Fecha revisión:	Ref:
Raül Solbes	28/08/07	Raül Solbes	02/12/12	P-6.3
Proyecto:	Plano:	Empresa:	Cliente:	A-4
Estrella-Triangle	E. Maniobra	IES Cotes Baixes	Alumnat	Página: 2/2

UT07. Procedimientos

Documentación y software CAD electrotécnico

■ CONTENIDOS

UT07. Procedimientos.	
Documentación y software CAD electrotécnico	
Prácticas.....	230
P-7.1 Dibujo con SeeElectrical. A-6.3	230
P-7.2 Dibujo con SeeElectrical. A-6.4	230
P-7.3 Dibujo con CADeSIMU. A-6.1	230

■ OBJETIVOS

- Poner en práctica la simbología y las normas de representación de esquemas eléctricos.
- Aprender a dibujar esquemas de potencia y manobra de montajes estándar.
- Aprender a utilizar las funciones básicas de un software CAD electrotécnico.

PRÁCTICAS

■ P-7.1 Dibujo con SeeElectrical. A-6.3

Introducción

Esta práctica consiste al realizar el esquema eléctrico correspondiente a la actividad A-6.3 (actividad de la UT6).

Memoria de prácticas

La memoria de esta práctica consiste al presentar el fichero correspondiente al esquema dibujado, tal y como indicará el profesorado.

■ P-7.2 Dibujo con SeeElectrical. A-6.4

Introducción

Esta práctica consiste al realizar el esquema eléctrico correspondiente a la actividad A-6.4 (actividad de la UT6).

Memoria de prácticas

La memoria de esta práctica consiste al presentar el fichero correspondiente al esquema dibujado, tal y como indicará el profesorado.

■ P-7.3 Dibujo con CADeSIMU. A-6.1

Introducción

Esta práctica consiste al realizar el esquema de potencia y maniobra correspondiente a la actividad A-6.1 (actividad de la UT6). Una vez realizado el esquema, será necesario que realices la simulación y compruebes que el funcionamiento es correcto.

Memoria de prácticas

La memoria de esta práctica consiste al presentar el fichero correspondiente al esquema dibujado, tal y como indicará el profesorado.

UT08. Procedimientos

Instalaciones automáticas con lógica cableada

CONTENIDOS

UT08. Procedimientos.	
Instalaciones automáticas con lógica cableada	
Actividades.....	232
A-8.1 GRAFCET estrella triángulo con temporizador	232
A-8.2 Máquina bobinadora	232
A-8.3 Cinta transportadora.....	233
A-8.4 Marcha, parada e impulsos	234
A-8.5 Accionamiento de 3 motores.....	234
A-8.6 Taladro vertical	235
A-8.7 Máquina de cortar tubos	236
A-8.8 Rosca automática.....	237
Práctica.....	238
P-8.1 Sistemas secuenciales automáticos	238
Trabajo.....	239
T-8.1 Averías, mantenimiento y residuos.....	239

OBJETIVOS

- Poner en práctica la simbología y las normas de representación de esquemas eléctricos.
- Aprender a dibujar esquemas de potencia y maniobra de sistemas automáticos cableados.
- Realizar sencillas secuencias de control automáticas.
- Interpretar de forma práctica esquemas eléctricos.
- Materializar un esquema eléctrico mediante su montaje práctico.
- Diagnosticar y reparar averías en sistemas eléctricos cableados.
- Aprender a redactar un protocolo de actuación ante una avería tipo.
- Comprender la importancia de realizar un plan de mantenimiento preventivo y una buena gestión de residuos.

ACTIVIDADES.

A-8.1 GRAFCET estrella triángulo con temporizador

Proceso secuencial

El proceso secuencial corresponde al de una arranque estrella triángulo con temporizador a la conexión.

Observaciones

- Para poder resolver esta actividad es necesario que tengas presente que el temporizador tiene una bobina que hay que activar igual que un contactor. Es decir, habrá que tener en cuenta la activación de KT1 como bobina (acción), y también su acción como contacto (condición de transición).

Se pide

1. Elaborar el GRAFCET de una arranque estrella triángulo con temporizador a la conexión.

A-8.2 Máquina bobinadora

Proceso secuencial

Una máquina bobinadora se mueve con un motor trifásico (M1) accionado por un contactor (Km1). La maniobra de marcha se realiza con un pulsador (Sb1) y la parada con otro pulsador (Sb0). Además, se pretende instalar un dispositivo que pare el motor, en caso de una ruptura de hilo (por ejemplo un final de carrera - SQ1).

Observaciones

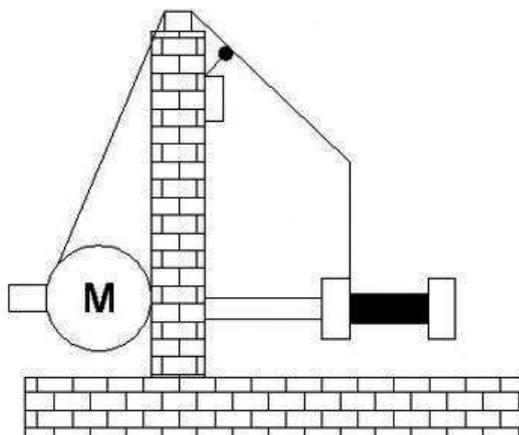
- Si se produce una sobrecarga, se parará el motor y se activará una lámpara que indicará el problema.
- Se utilizarán bornes para la alimentación del cuadro, para la conexión del motor y para el detector de ruptura de hilo.

Datos del motor

Motor trifásico de 4.500W, tensión: 230/400V, $\cos\phi:0,8$

Se pide

1. Diseñar el GRAFCET de esta automatización.
2. Dimensionar correctamente las protecciones frente a cortocircuitos y sobrecargas.
3. Realizar el esquema de potencia y maniobra. Hay que utilizar la simbología adecuada, marcar cables, marcar bornes, y utilizar referencias cruzadas.



AI08P_R02_Diagrama Actividad 02

UT09. Procedimientos

Conocimientos básicos de los autómatas programables

CONTENIDOS

UT09. Procedimientos. Conocimientos básicos de los autómatas programables

Actividad..... 242

A-9.1 Características técnicas de los PLC 242

OBJETIVOS

- Analizar e interpretar catálogos de fabricantes de autómatas programables.
- Reconocer las características fundamentales de los autómatas programables.
- Tomar conciencia de la variedad de fabricantes y modelos de autómatas programables, así como de las estructuras de información.

ACTIVIDAD

A-9.I Características técnicas de los PLC

En los contenidos correspondientes a esta unidad de trabajo, se han indicado cuáles son las características técnicas más importantes de los PLC. También has podido consultar información técnica referente a diversos fabricantes. Ahora es el momento de analizar con mayor detalle esta información.

Debes completar la tabla siguiente para tres PLC diferentes, de manera que uno de ellos sea un relé programable, otro un microautómata y el último un autómata. Además, cada uno de ellos debe ser de un fabricante diferente.

Característica	Descripción
Tipo	Relé programable, microautómata autómata
Fabricante	Nombre comercial del fabricante (Siemens, Omron,...)
Referencia	Referencia utilizada por el fabricante (LOGO!230RC,...)
Descripción	Breve síntesis introductoria del PLC
Tensión de alimentación	Tensión a la que ha de conectarse la CPU (230Vca, 24Vcc,...)
Temperatura	Temperatura que soporta en régimen de funcionamiento nominal
Capacidad de programa	Cantidad de instrucciones que soporta como máximo, o bien, tamaño de la memoria de la CPU sin unidades externas
Tiempo de ciclo de Scan	Duración mínima y máxima
Reloj integrado	Sólo hay que indicar si tiene o no reloj integrado
Entradas y salidas integradas en la CPU	Número de entradas y salidas.
Tensión de las entradas y tipo de salidas	Entradas a 230V a 24 V,... y tipo de salidas (relé, transistor,...)
Módulos de ampliación admisibles	Número total de entradas y salidas (CPU + módulos de ampliación)
Tipo de módulos de ampliación admisibles	Módulos de entradas y salidas digitales, analógicas, de comunicación,...
Número de temporizadores admisibles	Sin tener en cuenta otros tipos de instrucciones, hay que indicar cuántos temporizadores puede soportar la CPU.
Bibliografía	Fuente de información utilizada (catálogo, enlace web,...)

Algunas páginas donde puedes consultar información son las siguientes:

- <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Pages/controladores.aspx>
- http://industrial.omron.es/es/products/catalogue/automation_systems/default.html
- <http://www.schneiderelectric.es/sites/spain/es/productos-servicios/automatizacion-control/automatizacion-control.page?f=F13%3AAutomatizaci%C3%B3n%20y%20Control%20Industrial>
- <http://www.abb.es/product/seitp329/e3115a0c1d-f6cb02c1257102005734e8.aspx>
- <http://www.moeller.es/>
- <http://www.mitsubishi-automation.es/>

UT10. Procedimientos

Instalaciones automáticas con lógica programada

CONTENIDOS

UT10. Procedimientos.	
Instalaciones automáticas con lógica programada	
Actividades.....	244
A-10.1 Cinta transportadora	244
A-10.2 Marcha, parada e impulsos	245
A-10.3 Accionamiento de 3 motores	245
A-10.4 Taladro vertical.....	246
A-10.5 Máquina de cortar tubos	247
A-10.6 Montacargas	248
A-10.7 Rosca automática	249
Práctica.....	250
P-10.1 Conexión y programación de los PLC ...	250
Trabajo.....	250
T-10.1 Averías, mantenimiento estoques y residuos en automatismos programados.....	250

OBJETIVOS

- Poner en práctica la simbología y las normas de representación de esquemas eléctricos.
- Aprender a dibujar esquemas de conexión de sistemas automáticos programados.
- Realizar sencillas secuencias de control automáticas.
- Interpretar de forma práctica esquemas eléctricos y programas de PLC con lenguaje de diagrama de contactos.
- Materializar un esquema eléctrico mediante su montaje práctico.
- Diagnosticar y reparar averías en sistemas eléctricos programados.
- Aprender a redactar un protocolo de actuación ante una avería tipo.
- Comprender la importancia de realizar un plan de mantenimiento preventivo y una buena gestión de residuos.
- Aprender a redactar un protocolo de actuación ante una avería tipo en un PLC.
- Comprender la importancia de realizar un plan de mantenimiento preventivo y una correcta gestión de residuos.

ACTIVIDADES

A-I0.1 Cinta transportadora

Proceso secuencial

Existe una máquina transportadora con dos motores (M1 y M2). El motor M1, funcionará al activar el pulsador de marcha 1 (SB1). El motor M2, sólo funcionará cuando activemos el pulsador de marcha 2 (SB2) y **no** esté funcionando M1. Si activamos el pulsador de parada (SB0), pararán los dos motores. El motor M1 es prioritario sobre el M2, es decir, si está funcionando M2 y activamos SB1, automáticamente se parará M2 y se activará M1.

Observaciones

- Las protecciones frente a sobrecargas serán independientes para cada motor, pero la protección frente a cortocircuitos será común para los dos motores, además, la opción más económica posible.
- Si se produce una sobrecarga en el motor M1, se parará este motor y se activará una sirena que indicará el problema.

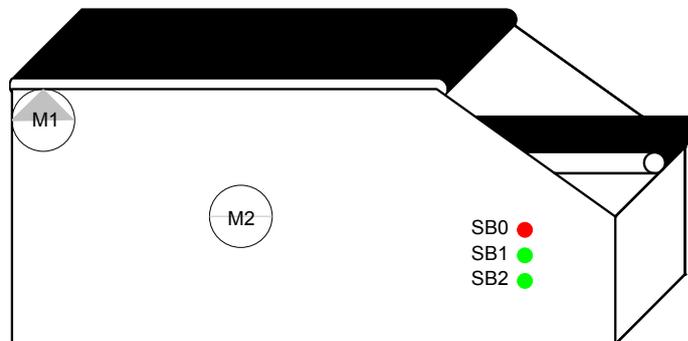
- Si se produce una sobrecarga en el motor M2, se parará este motor y se activará una lámpara que indicará el problema.
- Las bobinas de los contactores funcionan a 24Vdc, y la lámpara y la sirena lo hacen a 230Vca.
- Sólo se utilizarán bornes para la alimentación del cuadro y para la conexión de los motores.

Se pide

- Diseñar el GRAFCET.
- Realizar el esquema de potencia y el esquema de conexión al PLC Twido.
- Diseñar el programa de PLC con el software Twido Suite.

NOTA:

- Para simplificar la representación, en el GRAFCET de esta actividad no hará falta representar la activación de la sirena ni de la lámpara.



A108P_R05_Diagrama Actividad 03