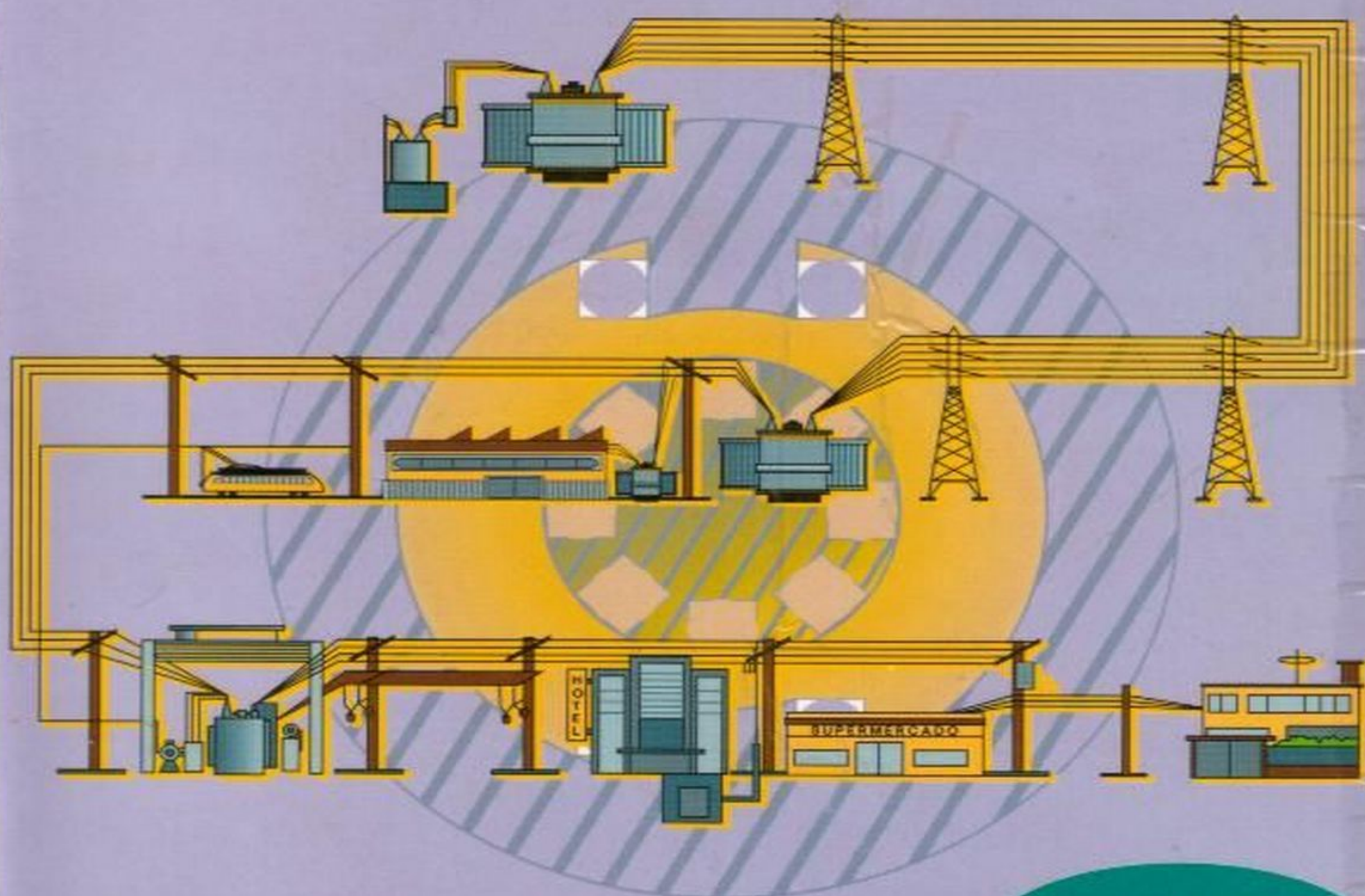


ENRÍQUEZ HARPER

# MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES



 **LIMUSA**  
NORIEGA EDITORES

2<sup>a</sup>/e<sup>d</sup>



### **Temas que trata la obra:**

- Matemáticas básicas y elementos de circuitos
- Elementos generales de las instalaciones eléctricas
- Proyectos de instalaciones eléctricas para alumbrado y fuerza
- Elementos de protección en instalaciones eléctricas de fuerza
- La subestación eléctrica



# **MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES**

2a. EDICION



COMISIÓN NACIONAL  
DE ELECTRICIDAD

SECRETARÍA DE ENERGÍA Y MINERÍA

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

BOULEVARD DE LA UNIÓN, CAROLINA, VENEZUELA

# MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES

Tratado de la electricidad

• Principios de la electricidad y sus aplicaciones

• Características de los materiales eléctricos

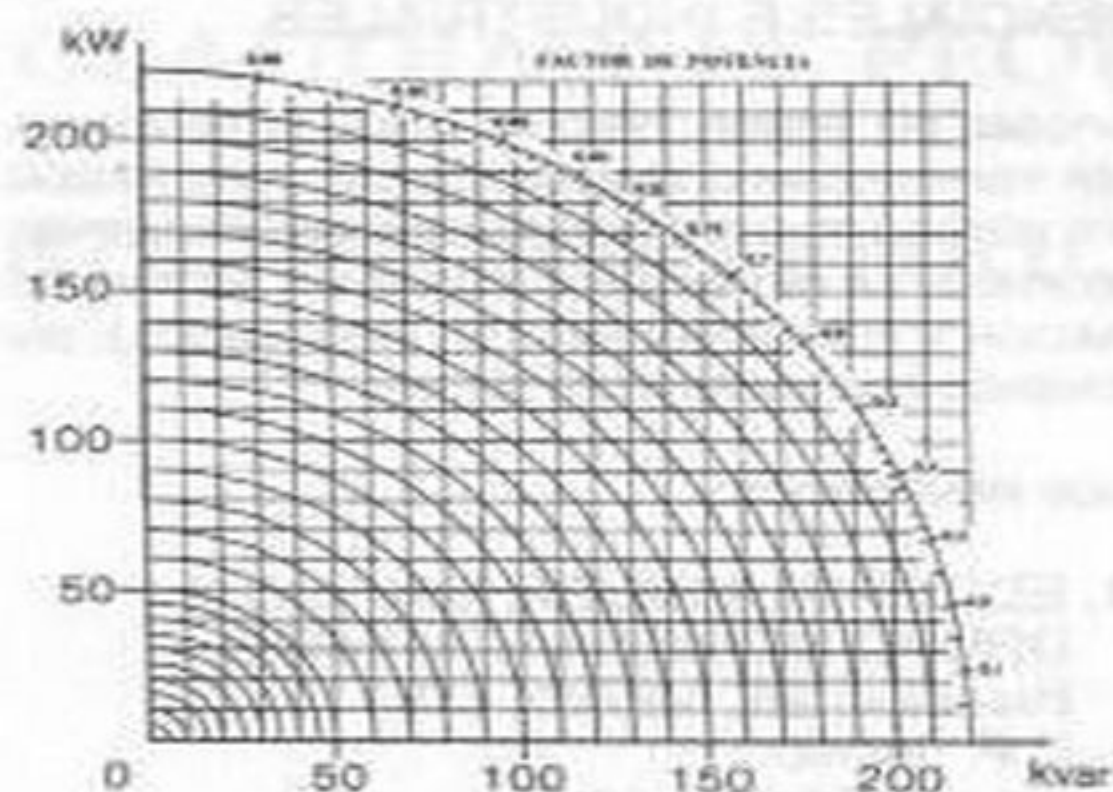
• Cálculo de la potencia eléctrica y su conversión

• Cálculo de la resistencia eléctrica y su conversión

• La corriente eléctrica

# MANUAL DE INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES

2a. EDICION



LIMUSA

NORIEGA EDITORES

MÉXICO • España • Venezuela • Colombia

GILBERTO ENRIQUEZ HARPER  
Profesor Titular ESIME - IPN

# MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES

LA PRESENTACIÓN Y DISPOSICIÓN EN CONJUNTO DE

## MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES

SON PROPIEDAD DEL EDITOR. NINGUNA PARTE DE ESTA OBRA PUEDE SER REPRODUCIDA O TRANSMITIDA, MEDIANTE NINGÚN SISTEMA O MÉTODO, ELECTRÓNICO O MECÁNICO (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, LA GRABACIÓN O CUALQUIER SISTEMA DE RECUPERACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN), SIN CONSENTIMIENTO POR ESCRITO DEL EDITOR.

DERECHOS RESERVADOS:

© 2001, EDITORIAL LIMUSA, S.A. DE C.V.  
GRUPO NORIEGA EDITORES  
BALDERAS 95, México, D.F.  
C.P. 06040

☎ (5) 521-21-05

01(800) 7-06-91-00

✉ (5) 512-29-03

limusa@noriega.com.mx

★ www.noriega.com.mx

CANIEM Núm. 121

QUINTA REIMPRESIÓN  
DE LA SEGUNDA EDICIÓN

HECHO EN MÉXICO  
ISBN 968-18-5195-1





**PARA CLAUDIA Y EL PEQUEÑO  
EDUARDO PICAZO ENRIQUEZ**

LA PRENSA Y LA CULTURA EN EL MUNDO  
MAGNÉTICA DE INSTALACIONES DE ALTA  
PARA CLAUDIA Y EL PEQUEÑO  
EDUARDO MICAEL ENRIQUE

Comentarios: (ver página 12)

© 1997 por ALBERTO MORALES, 1997

GRUPO EDITORIAL EL NARANJO

Carretera 100, Zona Industrial

01000 P.R.

TEL: (5) 521-2400

TEL: (5) 521-2401

TEL: (5) 521-2402

TEL: (5) 521-2403

TEL: (5) 521-2404

CARTEL No. 12

Quinta Avenida

San Juan, P.R.

00901

00901

00901



## **CONTENIDO**

### **CAPITULO 1. MATEMATICAS BASICAS Y ELEMENTOS DE CIRCUITOS.**

PAGINA

INTRODUCCION.....	
NUMEROS COMPLEJOS.....	
OPERACIONES MAS COMUNES CON NUMEROS COMPLEJOS.....	
CIRCUITOS ELECTRICOS DE CORRIENTE ALTERNA.....	
CIRCUITOS SERIE Y PARALELO.....	
POTENCIA COMPLEJA.....	
CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA.....	
SOLUCION DE CIRCUITOS POR METODOS DE MALLAS Y NODOS.....	
TRANSFORMACION ESTRELLA-DELTA Y DELTA-ESTRELLA.....	
CIRCUITOS DE C.A. TRIFASICOS.....	
POTENCIA EN LOS CIRCUITOS TRIFASICOS BALANCEADOS.....	
MEDICION DE LA POTENCIA TRIFASICA.....	

### **CAPITULO 2. ELEMENTOS GENERALES DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS.**

INTRODUCCION.....	
CONCEPTO DE INSTALACION ELECTRICA.....	
ELEMENTOS DE UNA INSTALACION ELECTRICA.....	
CONDUCTORES ELECTRICOS.....	
SELECCION DEL CALIBRE CONDUCTOR PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DE BAJA TENSION.....	
NUMERO DE CONDUCTORES EN UN TUBO CONDUIT.....	
CALCULO DE CONDUCTORES POR CAIDA DE VOLTAJE.....	
UTILIZACION DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCION.....	
SISTEMA TRIFASICO A CUATRO HILOS.....	
CANALIZACIONES ELECTRICAS.....	
ACCESORIOS ADICIONALES.....	



### **CAPITULO 3. EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS PARA ALUMBRADO Y FUERZA.**

PAGINA

INTRODUCCION.....	
ANALISIS PRELIMINAR PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.....	
TIPO DE CONSTRUCCION.....	
EVALUACION ELECTRICA GENERAL.....	
SELECCION DEL EQUIPO.....	
INSTALACIONES ELECTRICAS RESIDENCIALES.....	
PROYECTO Y PROTECCION DE CANALIZACIONES ELECTRICAS.....	
CIRCUITOS DERIVADOS.....	
CONDUCTORES ALIMENTADORES.....	
LINEAS DE SERVICIO.....	
PROCEDIMIENTOS PARA EL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN CASAS HABITACION.....	
INSTALACION ELECTRICA DE MOTORES.....	
SELECCION DEL TIPO DE MOTORES ELECTRICOS.....	
CARACTERISTICAS Y APLICACIONES DE LOS MOTORES TIPO JAULA DE ARDILLA.....	
CARACTERISTICAS DE LOS MOTORES DE ROTOR DEVANADO.....	

### **CAPITULO 4. ASPECTOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS.**

LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN LAS INSTALACIONES DE FUERZA.....	
INSTALACION DE CAPACITORES.....	
TAMAÑOS DE CAPACITORES PARA LA CORRECCION INDIVIDUAL DE MOTORES.....	
LOCALIZACION DE CAPACITORES PARA LA CORRECCION DEL FACTOR DE POTENCIA EN FORMA INDIVIDUAL.....	
MEJORIA DEL FACTOR DE POTENCIA EN TRANSFORMADORES.....	



CALCULO DEL TAMAÑO DE LOS CAPACITORES REQUERIDOS PARA COMPENSAR LA POTENCIA REACTIVA DE VACIO DE TRANSFORMADORES.....	
RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACION DE PLANOS Y PROYECTOS EN INSTALACIONES INDUSTRIALES.....	
REQUERIMIENTOS DE ESPACIOS OBLIGADOS EN EL PROYECTO ARQUITECTONICO.....	
SUMINISTRO DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	
DISTRIBUCION DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	
CONTRATACION DE LA ENERGIA ELECTRICA.....	
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE LA SUBESTACION.....	
EL DIMENSIONADO DE LOS TRANSFORMADORES.....	
DIMENSIONADO DE TRANSFORMADORES PARA SECUNDARIOS CONECTADOS A SISTEMAS MONOFASICOS.....	
DIMENSIONADO DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS CON SECUNDARIOS CONECTADOS EN ESTRELLA.....	
DIMENSIONADO DE TRANSFORMADORES TRIFASICOS CONECTADOS EN DELTA EN EL SECUNDARIO.....	
DATOS PARA EL TRANSFORMADOR DE POTENCIA Y EL EQUIPO PRINCIPAL DE LA SUBESTACION.....	
FUSIBLES.....	
REPRESENTACION DE CARGAS CONECTADAS.....	
TIPOS Y COMPONENTES DE LAS SUBESTACIONES UNITARIAS.....	

## **CAPITULO 5. ELEMENTOS DE PROTECCION POR RELEVADORES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES.**

INTRODUCCION.....	
LA NECESIDAD DE PROTECCION.....	
EL EQUIPO BASICO DE PROTECCION.....	
INTRODUCCION A LOS TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS.....	
INFORMACION BASICA PARA LA ESPECIFICACION DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO.....	

CALCULO DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL...	
CALCULO DEL BURDEN PARA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE...	
LA PROTECCION DE TRANSFORMADORES.....	
PROTECCION DE TRANSFORMADORES DE MAS DE 600 V EN INSTALACIONES INDUSTRIALES.....	
EL USO DE LA IMPEDANCIA DEL TRANSFORMADOR.....	
PROTECCION DE TRANSFORMADORES EN INSTALACIONES INDUSTRIALES DE 600 V O MENORES.....	
PROTECCION PRIMARIA Y SECUNDARIA.....	
PROTECCION GENERAL DE MOTORES ELECTRICOS.....	
ALGUNOS CRITERIOS PARA EL AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	
PROTECCION CONTRA SOBRECARGA (49).....	
PROTECCION DE SOBRECORRIENTE INSTANTANEA (50).....	
PROTECCION DE SOBRECORRIENTE CON RETARDO DE TIEMPO (51).	
PROTECCION INSTANTANEA DE FALLA A TIERRA (50G).....	
PROTECCION DE FALLA A TIERRA.....	
PROTECCION DE BAJO VOLTAJE (27).....	
LOS DIAGRAMAS DE INTERCONEXION.....	



## **PROLOGO**

*ESTA SEGUNDA EDICIÓN DEL "MANUAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES E INDUSTRIALES" CONSERVA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA PRIMERA EDICIÓN EN CUANTO AL ESTILO DEL CONTENIDO Y AL TRATAMIENTO QUE SE DA A CADA UNO DE LOS TEMAS, PERO SE HAN HECHO MODIFICACIONES IMPORTANTES DEBIDO A LOS CAMBIOS QUE SE HAN DADO EN LA PARTE NORMATIVA, A LA APARICIÓN DE NUEVOS MATERIALES Y A LAS DISTINTAS APLICACIONES EN LOS MISMOS.*

*A LO LARGO DE TODO EL LIBRO SE HACE REFERENCIA A LAS NORMAS TÉCNICAS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS NOM-EM-001-SEMP-1993 DE MANERA QUE SE INCLUYEN EJEMPLOS DE APLICACIÓN CON DATOS ACTUALIZADOS, SIGUIENDO EL ESTILO PRÁCTICO DE LA PRIMERA EDICIÓN. SE HA CONSERVADO EL PRIMER CAPÍTULO EN DONDE SE DAN ALGUNOS CONCEPTOS ELEMENTALES DE MATEMÁTICAS Y CIRCUITOS ELÉCTRICOS QUE SON NECESARIOS PARA LA MEJOR COMPRENSIÓN DE TEMAS TRATADOS EN LOS OTROS CAPÍTULOS. SE HAN TOMADO TAMBIÉN EN CONSIDERACIÓN LAS SUGERENCIAS QUE A LO LARGO DE LOS AÑOS HAN HECHO LOS LECTORES PARA MEJORAR EL CONTENIDO DEL LIBRO Y SE ESPERA QUE ESTA NUEVA EDICIÓN PUEDA CUMPLIR CON ESTOS REQUERIMIENTOS.*

*COMO SE SABE, LA METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y LOS CONCEPTOS PARA EL DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS SIGUEN SIENDO VIGENTES, AÚN CUANDO CON LA APLICACIÓN DE LAS COMPUTADORAS PERSONALES SE HAYA DESARROLLADO SOFTWARE DE CÁLCULO QUE TIENDE A SIMPLIFICAR ESTOS CÁLCULOS, PERO AQUÍ, COMO EN OTRAS ÁREAS DEL CONOCIMIENTO, LAS TÉCNICAS MÁS MODERNAS DE CÁLCULO NO SON DEBIDAMENTE APROVECHADAS, SI NO SE TIENE UN CONOCIMIENTO CLARO DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS. ES POR ESTO QUE SE PRETENDE QUE EL LIBRO SEA DE UTILIDAD A ESTUDIANTES, ELECTRICISTAS, ARQUITECTOS, INGENIEROS, CONTRATISTAS Y, EN GENERAL, PERSONAS RELACIONADAS CON ESTE TEMA.*

*QUIERO EXPRESAR UNA VEZ MÁS MI AGRADECIMIENTO A LA LIC. AÍDA ARACELI GARCÍA BONOLA, POR SU PACIENTE TRABAJO DE COLABORACIÓN EN LA EDICIÓN DE ESTA OBRA, YA QUE SIN SU COLABORACIÓN NO HABRÍA SIDO POSIBLE LA APARICIÓN OPORTUNA DEL LIBRO.*



## BIBLIOGRAFIA

---

- 1.- Normas técnicas para instalaciones eléctricas **NOM-EM-001-SEMP-1993**  
(Diario Oficial de la Federación 1993).

- 2.- Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas.

**G. Enríquez Harper**  
**Noriega Editores**

- 3.- National Electrical Code 1993.

**N.F.PA Editors**

- 4.- National Electrical Code Handbook 1993.

**Ecarley, Caloggero, Murray**  
**N.F.PA Editors**

- 5.- Illustrated Guide to the National Electrical Code.

**John Traister**  
**Ed. Craftman**

- 6.- Residential Wiring to the 1993 NEC.

**Jeff Markell**  
**Ed. Craftman**

- 7.- Residential Electrician's Handbook.

**John Traister**  
**Ed. Craftman**

- 8.- National Electrical Code Blueprint Reading.

**Based on the 1993 NEC**  
**Ed. ATP**

- 9.- Designing Electrical Systems.

**James G. Stalcup**  
**Ed. ATP**

- 10.- Master Electrician's Workbook.

**James G. Salcup**  
**Ed. ATP**

- 11.- Motors and Transformers.

**James G. Salcup**  
**Ed. ATP**

- 12.- Manual de instalaciones eléctricas industriales.

**G. Enríquez Harper**  
**Ed. DGETI-FCE**

- 13.- Manual de Electricidad Industrial, vol. I.

**G. Enríquez Harper**  
**Noriega Editores**



MANUAL PARA EL DISEÑO DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
RESIDENCIALES, INDUSTRIALES  
Y COMERCIALES

---

LA EDICIÓN, COMPOSICIÓN, DISEÑO E IMPRESIÓN DE ESTA OBRA FUERON REALIZADOS  
BAJO LA SUPERVISIÓN DE GRUPO NORIEGA EDITORES.  
BALDERAS 95, COL. CENTRO. MÉXICO, D.F. C.P. 06040  
1196005000301518DP9212II

and G. Staley  
Ed. A. T. S.

Master Electrician's Handbook



**Otras obras del mismo autor:**

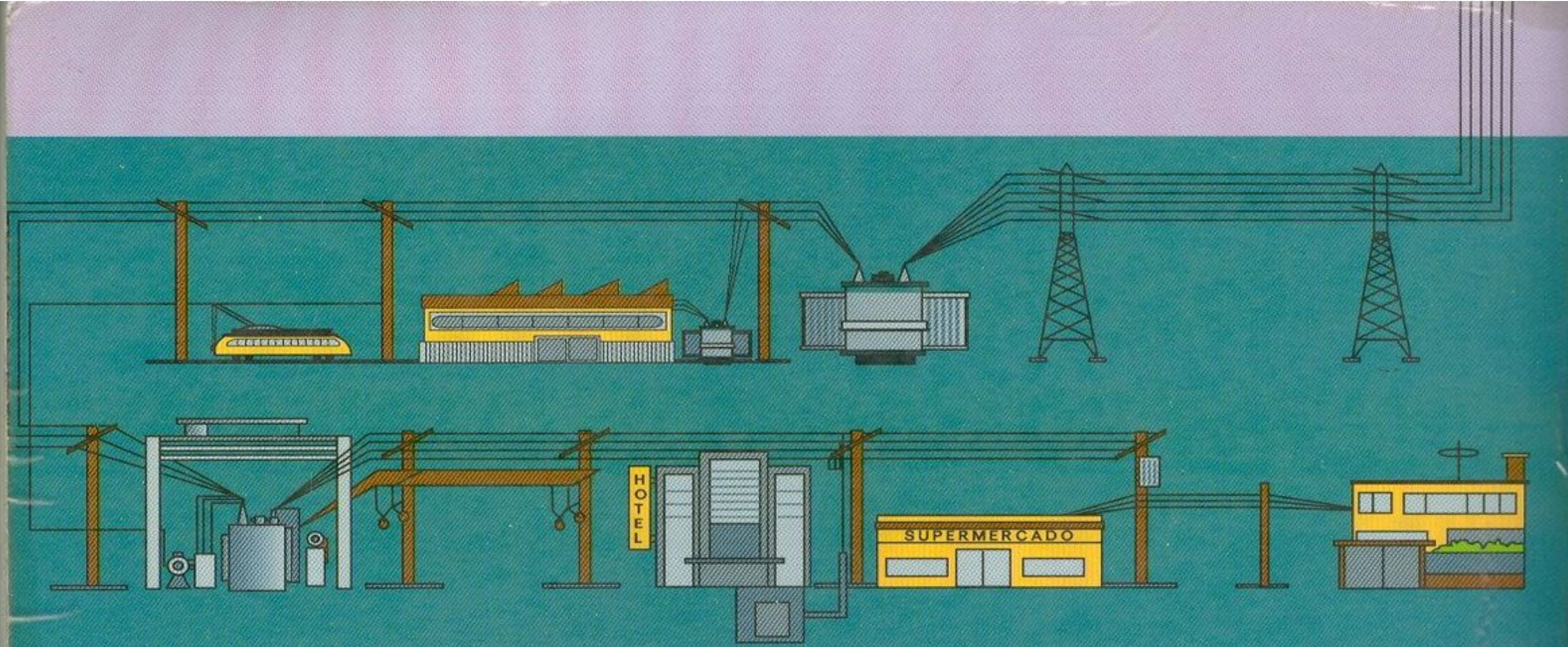
**GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO  
DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**  
Basada en las normas técnicas para  
instalaciones eléctricas NOM-EM-001-  
SEMP-1993. Incluye NEC-93

Este libro se escribió con el propósito de facilitar el diseño y cálculo de cualquier tipo de instalación eléctrica (residencial o industrial), por lo que incluye las más recientes normas mexicanas y estadounidenses a fin de orientar al profesional en la correcta aplicación y observación de las mismas, mediante la elaboración de cálculos reales.

**GUÍA PARA EL DISEÑO DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS  
RESIDENCIALES, INDUSTRIALES Y  
COMERCIALES**  
Basada en las normas técnicas para  
instalaciones eléctricas  
NOM-001-SE-1994. Incluye NEC 1996

Esta obra presenta ejemplos resueltos en donde las normas técnicas se llevan a la práctica, con el objetivo de mostrar al lector la correcta interpretación de las mismas, mediante la elaboración de cálculos reales que ayudan al lector en la solución de problemas que se presentan en el ejercicio de su profesión.





Esta obra va dirigida a estudiantes de nivel medio y superior de las áreas de ingeniería eléctrica, mecánica, industrial y arquitectura e ingeniería civil. Está presentada en una forma sencilla y al alcance de las personas que estudian carreras de técnico a nivel medio e ingeniería.

Su presentación y contenido la hace muy útil para quien trabaja en el diseño e instalación de sistemas eléctricos residenciales e industriales, ya que contiene los fundamentos conceptuales necesarios para la correcta interpretación de instalaciones eléctricas de baja tensión. Está ilustrado con ejemplos prácticos representativos que permiten la mayor comprensión de estos conocimientos.

e-mail: [limusa@noriega.com.mx](mailto:limusa@noriega.com.mx)  
[www.noriega.com.mx](http://www.noriega.com.mx)

ÁREA: ING. ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
 ISBN 968-18-5195-1



9 789681 851958

