

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



PROYECTO PARA LA IMPELMENTACION DEL SIS-
TEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA EN EL DEPAR-
TAMENTO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N

ALBERTO CARLOS HURTADO ARCE
HUMBERTO MARCELIN LOPEZ
JUAN ANTONIO RAMIREZ BUSTOS
TERESITA SAENZ DE CAMARA AGUIRRE

MEXICO, D. F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	Página
1. ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA (S.U.A.)	1
1.1 En el Mundo	1
1.2 En México	3
1.3 En la U.N.A.M.	4
1.4 Justificación y objetivos del S.U.A.	5
2. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS DE TESIS	14
3. EL PLAN PILOTO	16
3.1 Introducción	16
3.2 Características de los cursos	17
3.3 Materias del Plan Piloto	18
3.4 Inscripción	19
3.5 Desarrollo del curso	19
3.6 Ejemplo de guía de estudio para las materias Ingeniería Industrial I y II	21

4. EL S.U.A. PARA LA CARRERA DE INGENIERO

MECANICO ELECTRICISTA	25
4.1 Generalidades	25
4.2 Organización propuesta	27
4.3 Admisión, control y evaluación de alumnos	31
4.4 Optimización futura del sistema	33
4.5 Materia tipo	36

BIBLIOGRAFIA

CAPITULO 1
ANTECEDENTES DEL SISTEMA DE
UNIVERSIDAD ABIERTA (S.U.A.)

1.1 En el Mundo

El Sistema de Universidad Abierta se originó en Inglaterra, en el año de 1969, derivado de la necesidad de llevar la educación universitaria a individuos, mayores de 21 años, que no formaban parte de la población escolar. Significa esto que no se creó el sistema abierto como una estructura competitiva frente a la universidad tradicional, sino que pretende dar servicio a --- quienes, por razones particulares, ya no tienen acceso a las instituciones de enseñanza.

Con estas características se planteó todo el sistema - de enseñanza abierta, especialmente diseñado para que los egresados alcancen un nivel aceptable de conocimientos, equiparables a los que brinda una universidad tradicional.

Mediante el S.U.A. es posible impartir tanto carreras técnicas y científicas como humanísticas. Asimismo, en los estudios abiertos, el título universitario respectivo tiene igual validez que el obtenido a través del sistema común.

Posteriormente el sistema fue adoptado en varios países, como Francia, Italia, Estados Unidos, México, etc., donde sufrió algunas modificaciones para adecuarlo a las necesidades y capacidades de desarrollo del país en cuestión.

Por ejemplo, en los Estados Unidos, varias Universidades desarrollaron sistemas muy particulares, obligados por la necesidad de satisfacer la demanda de personas que residían en sitios alejados de la Universidad, e inclusive, en el extranjero.

Efectivamente, se ha llegado así hasta el grado de impartir los cursos por correspondencia, enviando el material necesario a los estudiantes que lo soliciten, sin importar edad, nacionalidad, raza, etc.

En Inglaterra, al ingresar a la Universidad Abierta, el estudiante debe acreditar uno o dos de los cinco cursos básicos que se consideran indispensables para el aprendizaje posterior. Los cursos básicos son: Humanización Social, Desarrollo Tecnológico, Religión, Filosofía y Matemáticas.

A partir de los anteriores, cada estudiante combina cursos para integrar una especialidad, sujetándose a ciertas normas mínimas que impiden las combinaciones caprichosas o faltas de sentido.

1.2 En México

A partir del año de 1972, se iniciaron en nuestro país, dentro de la Universidad Nacional Autónoma de México y en la Facultad de Psicología, los primeros programas para impartir la carrera de Psicólogo mediante el Sistema de Universidad Abierta.

En el año de 1975, con base en el Decreto Presidencial del 30 de diciembre, se establecen, en la Ley Nacional de Educación para Adultos, los derechos de toda persona adulta a recibir enseñanza de todos los niveles educativos, desde el elemental -- hasta el superior. Fue entonces cuando se estudiaron a nivel nacional las ventajas que el Sistema de Educación Abierta ofrecía para llevar a cabo dicho programa de educación para adultos.

Posteriormente, en 1976, el Sistema Abierto fue adoptado por el Instituto Politécnico Nacional, tanto en la Escuela Superior de Economía (ESE), como en la Superior de Comercio y Administración (ESCA), para las carreras de Licenciado en Economía y en Comercio Internacional, respectivamente.

Por su parte, la Universidad Autónoma Metropolitana, - que inició sus actividades en 1974, implantó de inmediato el Sistema de Universidad Abierta, en todas las carreras que brinda. - Esta Universidad elaboró el material respectivo con anterioridad a su fundación, por lo que pudo absorber una proporción bastante

considerable de la población que estudia con el Sistema Abierto.

1.3 En la Universidad Nacional Autónoma de México

Como ya se dijo, en el año de 1972 se formularon los primeros estudios sobre Universidad Abierta, mismos que se iniciaron en la Facultad de Psicología y poco después en otras más, aunque de manera aislada. Fue hasta el año de 1974 cuando se nombró un Coordinador del Sistema, a nivel universitario, para que auxiliara a las Facultades en la implantación del S.U.A.

La U.N.A.M. empezó a trabajar con este sistema en el año de 1974, para la carrera de Psicólogo. Posteriormente fueron agregándose la Escuela Nacional de Odontología (1975), la Facultad de Derecho (1975), la Escuela Nacional de Economía (1976), la Facultad de Filosofía (1976), la Escuela Nacional de Arquitectura (1976), etc.

Actualmente existen en la U.N.A.M. dos modalidades del Sistema de Universidad Abierta.

La primera, representada por las Facultades de Filosofía y Letras, y de Ingeniería (área civil), se caracteriza por elaborar su material didáctico independientemente de la Coordina

ción General del S.U.A. de la Universidad. .Esto ha retardado la implantación del sistema en ambas Facultades, debido a los obstáculos con los que han tropezado para la elaboración de dicho material didáctico y por el bajo presupuesto que se les otorga.

El segundo está formado por las Facultades y Escuelas de Arquitectura, Comercio y Administración, Derecho, Economía, - Medicina , Odontología, Psicología, Veterinaria, Enfermería y Música. Estas elaboran su material didáctico con Asesoría de la - Coordinación General del S.U.A. y el presupuesto que tienen asignado es mucho mayor.

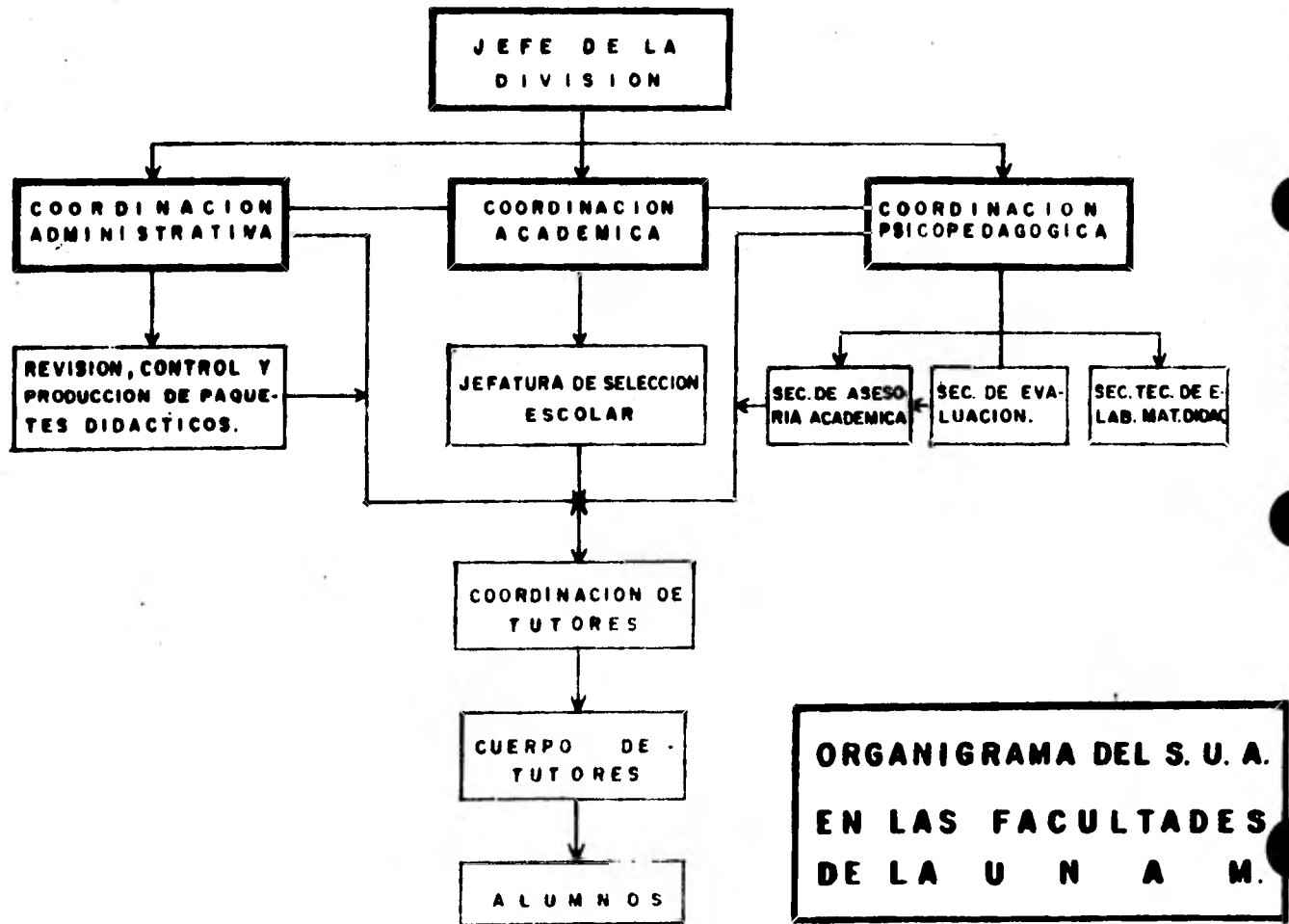
En resumen, ambas modalidades persiguen un fin común: implantar el Sistema Abierto para beneficio del estudiante, sin detrimento del nivel académico de los estudios. Los resultados obtenidos hasta la fecha vienen resumidos en los cuadros de las páginas siguientes.

1.4 Justificación y objetivos del S.U.A.

El Sistema de Universidad Abierta ha sido generado y - puesto en operación en la mayoría de los países desarrollados. - Las experiencias obtenidas al respecto han permitido optimizar - sus estructuras, por lo que hoy en día constituye un tipo de edu

CUADRO COMPARATIVO DEL S.U.A. EN LA U.N.A.M.

ESCUELA O FACULTAD	FECHA INICIO DEL S.U.A.	NUMERO DE ALUMNOS	CARACTERISTICAS DEL MAT. DIDACTICO	PRECIO DEL MAT DIDACTICO Y FECHA EN LA CUAL ES VALIDA	LABORATORIOS	CRITERIO DE SELECCION DE ALUMNOS.	% DE DESERCIÓN	% DE ALUMNOS DE PROVINCIA
ECONOMIA	15/XI/76	11/76-80 1/77-80	REALIZADOS POR LA SEC. CADA PAQUETE CONSTA DE 4 LIBROS.	160.00 \$/PAQ. 28-1-77	- - -	TRADICIONAL	21 %	- - -
DERECHO	PRIMER SEMESTRE 76	1/76-80 11/76-180 1/76-230 11/76-380 1/77-880	REALIZADOS POR LA SEC. CON ASESORIA DE LA COORDINACION 3 LIB/PAQ.	200.00 \$/PAQ 28-1-77	SE REALIZAN LAS PRACTICAS TODOS LOS SABADOS.	LA DIRECCION LIMITA EL CUPO	20%	20%
FILOSOFIA Y LETRAS (PEDAGOGIA)	15/XI/76	11/76-80 1/77-230	REALIZADOS POR LA SEC.	100.00 \$/PAQ. 28-1-77	SE REALIZAN EN EL TRANS-CURSO DE LA SEMANA.	TRADICIONAL	20%	- - -
PSICOLOGIA	PRIMER SEMESTRE 76	1975-80 1976-120 1977-180	REALIZADO POR LA SEC. CON ASESORIA DE LA COORDINACION	1000.00 \$/PAQ 28-1-77	SE REALIZAN EN EL TRANS-CURSO DE LA SEMANA EN LA ESCUELA	TRADICIONAL	20%	- - -
PSICOLOGIA	SEGUNDO SEMESTRE 74	1974-80 1975-130 1976-210 1977-288	REALIZADO POR LA SEC. DE LA ESCUELA.	SIN COSTO	SE HACEN -- PRACTICAS CASERAS, EN LA ESC. EN EL TRANS. SEMANA	TRADICIONAL	15 %	10%



cación que está siendo adoptado por gran número de naciones.

La implantación del Sistema ha quedado plenamente justificada en los países promotores, principalmente Inglaterra, ya que ofrece las siguientes ventajas:

Para la Universidad

- Un sistema autofinanciable, o sea que el pago de un módulo de estudio sirve para absorber los gastos de impresión -- del material y sueldos de personal.
- Menor necesidad de incrementar instalaciones y profesorado; por lo tanto, menores erogaciones futuras.
- Mejor control del progreso del alumno por las continuas visitas de éste a las asesorías; y en consecuencia, una objetiva evaluación del sistema.
- En base a los resultados de la Universidad Abierta, la posibilidad de establecer programas de estudio para especializaciones, maestrías y doctorados, dentro del mismo concepto de - estudios abiertos.
- Mayores facilidades para impartir prácticas de labo-

ratorio, aprovechando los fines de semana, sin interferir con los grupos de alumnos que estudian mediante el sistema tradicional.

- Participación de estudiantado "maduro" que contribuye a elevar la imagen de los profesionistas que egresan de la misma.

- Mayor disponibilidad del profesorado para programas de investigación.

- Específicamente, dentro de las carreras de ingeniería, la posibilidad de establecer un mayor contacto entre los centros de trabajo y la escuela. Resulta factible, entonces, coordinar con los primeros la adquisición de material audiovisual, bibliografía, etc., para promover el estudio dentro de dichos centros, con el Sistema de Universidad Abierta.

Para el alumno

- Un sistema que no interfiere con sus obligaciones de trabajo.

- Flexibilidad en cuanto al límite de tiempo para acreditar las materias.

- Programas autodidácticos que pueden ser desarrollados en casa.
- Cuestionarios de autoevaluación que sirven como indicadores del progreso del alumno, ayudando a minimizar su deficiencia en algún tema.
- Asesoría continua, de acuerdo con sus progresos en el estudio.
- Posibilidad de elegir fecha de examen cuando se considere apto para presentarlo, dentro de un calendario implantado por la escuela.
- Facilidad para el estudiante que no reside en la misma ciudad, quien podrá llevar sus cursos abiertos y sólo tendrá que asistir a la presentación de prácticas intensivas de laboratorio y al examen final.
- En el caso del alumno que haya abandonado sus estudios, la oportunidad de continuarlos mediante este sistema, previa revalidación por cambio de programas.
- La equivalencia total de los estudios abiertos con los del sistema clásico de aprendizaje.

En México, como en otros países de América Latina, se justifica ampliamente la instauración del Sistema de Universidad Abierta, por diversos factores, entre los que se cuenta:

i) El incremento poblacional. Como es bien sabido, México ha venido presentando un índice alarmante de crecimiento demográfico, que ascendió hasta el 5.7% anual, aunque últimamente se redujo al 3.5%. Este constituye el principal problema del país, ya que la creciente población demanda servicios y oportunidades de trabajo; naturalmente, dentro de los servicios destaca la educación. Puede observarse que, año tras año, al darse a conocer el presupuesto oficial de erogaciones, la mayor cantidad se destina al rubro educativo en todos sus niveles, pues es necesario ampliar las instalaciones existentes, así como crear nuevas instituciones que den cabida a la ascendente población estudiantil.

ii) La situación económica mundial, que afecta mayormente a los países subdesarrollados que a los industrializados. De aquí que se establezcan políticas de austeridad en los gastos públicos, y que se produzca un endeudamiento externo considerable cuando no se tienen los recursos suficientes para brindar los servicios y oportunidades necesarias a la creciente población.

Ambos factores justifican toda acción, sistema o política que tienda a brindar mejores servicios al pueblo, en condi-

ciones económicamente viables para el país.

Para la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista

Derivados de las ventajas generales que ofrece la aplicación del Sistema Abierto en las Universidades, se señalarán específicamente los aspectos positivos que implicaría su establecimiento dentro de los límites de la carrera de Ingeniero Mecánico Electricista.

1. El S.U.A. permitiría atender la demanda creciente de educación profesional en las áreas de la carrera mencionada.
2. Se elevarían los niveles académicos en la enseñanza y aprendizaje.
3. Se intensificaría el aprovechamiento de los recursos de la Facultad, como son las instalaciones, los programas de estudio, el profesorado, el personal administrativo, etc.
4. Se incorporarían íntegramente a la organización académico-administrativa diversos avances en cuanto a didáctica, pedagogía y administración.
5. El servicio de asesorías permitiría satisfacer la demanda de

profesorado de alta calidad.

6. Resultaría factible vincular a la Facultad de Ingeniería con los centros de trabajo de los sectores público y privado del país, a fin de plasmar, dentro de los sistemas de enseñanza, una imagen viva de las necesidades y limitaciones de la industria nacional.

7. Resultaría posible atender, tanto en la capital como en provincia, a la población adulta que, por motivos de trabajo, no puede asistir normalmente a clases, o bien, que no ha concluido los estudios correspondientes a la carrera.

8. El sistema permitiría al alumno seguir su propio ritmo de aprendizaje, de acuerdo a su capacidad y posibilidades.

CAPITULO 2

JUSTIFICACION Y OBJETIVOS DE TESIS

A la luz de lo expuesto en el inciso último -- del capítulo anterior, resultan evidentes las múltiples ventajas que reportaría la implantación del Sistema Abierto en las carreras del Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Sin embargo, es también evidente que para el desarrollo del Sistema se precisa de un conjunto considerable de recursos técnicos, económicos y humanos. En efecto, tanto la elaboración de la bibliografía indispensable, como la integración de un cuadro multidisciplinario de especialistas plantean problemas cuya complejidad rebasa las posibilidades de trabajo de este grupo de Seminario.

Por tal motivo, y en términos realistas, el -- grupo ha decidido formular este documento, cuyas directrices bien podrían constituir el punto de partida para la implantación gradual del Sistema Abierto.

En esas condiciones, y considerando que se justifica elaborar este documento como una aportación a la Fa--

cultad de Ingeniería, es oportuno puntualizar enseguida los objetivos que guiarán el desarrollo del trabajo.

- i) Proponer un plan piloto para cursos de -regularización con asesores.
- ii) Ejemplificar una materia tipo por este -sistema piloto.
- iii) Proponer una organización para el Sistema Abierto formal en el Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- iv) Desarrollar una materia tipo para el Sistema Abierto formal, estructurando, inclusive, un tema a manera de ejemplo.

CAPITULO 3
E L P L A N P I L O T O

3.1 Introducción

Como la idea del Sistema de Universidad Abierta ha venido mane--
jándose desde hace varios años en la Facultad de Ingeniería, sin
que se observen progresos que beneficien al alumnado, se propone
que el Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la Fa
cultad de Ingeniería, ofrezca a partir del próximo semestre va--
rios cursos con características autodidácticos, indicados para:

- a) Alumnos regulares de la Facultad de Ingeniería que no pueden acomodarse al horario de determinada materia o materias.
- b) Alumnos regulares de la Facultad de Ingeniería que por su --
trabajo o por cualquier otro medio hayan obtenido conocimienu
tos sobre alguna materia, de modo que no resulte imprescindiu
ble que la cursen en la forma convencional.
- c) Ex-alumnos que no concluyeron sus estudios y que por motivos
de trabajo, u otros, no pueden cursar las materias en los --
horarios establecidos.

- d) Cualquier otro alumno regular o irregular que así desee hacerlo.

3.2 Características de los cursos

1. Al inscribirse al curso, el alumno recibirá una guía o temario que señalará los objetivos de cada tema, las páginas de la referencia bibliográfica donde podrá estudiarlo y los -- problemas que deberá resolver para autoevaluar el conocimiento adquirido. En el inciso (3.6) aparece un ejemplo de temario.
2. El alumno podrá consultar a asesores especializados por materia, cuyos días y horarios de trabajo se le informarán oportunamente.
3. Asimismo, podrá llevar laboratorios intensivos, para reducir a un mínimo su asistencia a la Facultad de Ingeniería.
4. El alumno tendrá completa libertad para estudiar como le convenga, y podrá presentarse a examen, como si tratara de un examen extraordinario, en cualquiera de los períodos de éstos, pero a más tardar dos semestres después de aquél en que se inscribió.

5. La aprobación de materias mediante estos cursos tiene la misma validez que si se hubiera efectuado en forma convencional. Esto es, el número de créditos resulta el mismo.

3.3 Materias del Plan Piloto

Podría comenzarse con las siguientes asignaturas:

Sección de Ingeniería Industrial	Ingeniería Industrial I, II y III.
Sección de Ingeniería Eléctrica	Conversión de Energía Electro- mecánica I.
Sección de Fluidos	Ingeniería Térmica IV (Plan- tas Térmicas) Mecánica del Medio Continuo.
Sección de Control	Sistemas y Circuitos Electro- mecánicos I y II.
Sección de Ingeniería Mecánica	Mecánica Aplicada I Mecánica de Materiales
Sección de Comunicaciones y Electrónica	Electrónica I, II y III Teoría Electromagnética I.

3.4 Inscripción

1. Cualquier alumno podrá inscribirse en estos cursos.
2. El cupo máximo será de 35 alumnos y la selección se efectuará de la misma manera que en los cursos normales.
3. El alumno inscrito deberá concurrir al cubículo 5, tercer pi so, del nuevo edificio del Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, donde se le proporcionarán los objetivos, el programa del curso y la indicación bibliográfica correspondiente.

3.5 Desarrollo del curso

1. El alumno tendrá completa libertad para estudiar como le convenga, y podrá presentarse a examen como si se tratara de un examen extraordinario, en cualquiera de los períodos de éstos, pero a más tardar dos semestres después de aquél en que se inscribió.
2. Se estima que el alumno deberá dedicar un total aproximado de 120 horas a cada curso.

3. Como ya se indicó, podrá consultar con el asesor para aclarar sus dudas y verificar su avance en la materia, por lo cual se publicará el horario del asesor y será posible consultarlo personalmente o por teléfono. El número y horario de los asesores dependerá del número de alumnos inscritos.

4. En las materias que lo requieran, el laboratorio será intensivo; es decir, cada práctica tendrá una duración de 6 a 8 horas, para minimizar la asistencia del alumno al laboratorio. Los días y horas del laboratorio se decidirán entre asesor y alumnos.

5. Cuando el alumno se considere preparado, se presentará a examen final.

3.6 EJEMPLO DE GUIA DE ESTUDIO PARA INGENIERIA INDUSTRIAL I Y II

TEMA	OBJETIVO GENERAL	BIBLIOGRAFIA
INGENIERIA INDUSTRIAL I		
1. Introducción a la Ingeniería Industrial.	Dar a conocer el - campo de aplicación de la Ingeniería Industrial y - la evolución de los concep- tos sobre las relaciones - humanas en la empresa.	
1.1. Areas de aplicación		Ni. Pag 1-7
1.2. Evolución de la administración industrial.		Ni. Pag 8-17
1.3. Principios básicos de la misma		A.B. Pag.1534 - 154
1.4. Escuela de Taylor		TA.(Todo)
1.5. Escuela de Fayol		FA (Todo)
1.6. Estructura orgánica de una empresa (áreas, organización).		FA-236-405
2. Productividad	Comprender los beneficios micro y macroeconómicos derivados de los aumen- tos de productividad.	
2.1. Diferentes formas de medirla.		O.I.T. Pág 3 a 24
2.2. Nivel de vida.		O.I.T. Pág 3 a 24
INGENIERIA INDUSTRIAL II		
1. Estudio de métodos	Alcanzar dominio práctico de	

TEMA

OBJETIVO GENERAL

BIBLIOGRAFIA

TEMA	OBJETIVO GENERAL	BIBLIOGRAFIA
	estas herramientas de dirección y estar capacitado para lograr importantes aumentos de productividad, mediante su utilización.	
1-1 Introducción y diagrama de las operaciones de proceso.		O.I.T. Pág. 75 a 92
1-2 Diagrama de flujo, diagrama de recorrido.		O.I.T. Pág. 93 a 105 y 113 a 115.
1-3 Diagrama de actividades múltiples.		O.I.T. Pág. 148 a 153
1-4 Diagrama hombre-máquina.		O.I.T. Pág. 153 a 161
1-5 Diagrama bimaneal.		O.I.T. Pág. 163 a 173
1-6 Principios de economía de movimientos.		O.I.T. Pág. 173 a 180
1-7 Condiciones del trabajo.		Ni. Pag. 96 a 107
1-8 Balanceo de líneas		Ni. Pág. 149 a 157
1-9 Presentación e instalación del método propuesto.		Ni. Pág 237 a 242.
1-10 Auto-evaluación		Ni. Lab. 2,3,4,5, 19,20 y 21.
2.- Medida del trabajo.	idem anterior	
2.1 Introducción		D.I.T. Pág. 205 a 213
2.2 Cronometraje		D.I.T. Pág. 215 a 293
2.3 Tiempos sintéticos o predeterminados.		Ni. 398 a 422

TEMA	OBJETIVO GENERAL	BIBLIOGRAFIA
2.4 Muestreo de trabajo.		Ni. Pág. 478 a 506
2.5 Datos estándares		Ni. Pág. 370 a 396
2.6 Evaluación de puestos.		Ni. Pág. 243 a 253
2.7 Salarios e incentivos.		Ni. Pág. 586 a 597
2.8 Examen parcial de conocimientos.		

B I B L I O G R A F I A

1. ALFORD Y BANGS (A.B.), Manual de la producción, UTEHA.
2. TAYLOR (TA), Principios de administración científica,
y FAYOL (FA), Administración industrial y general, He-
rrero Hermanos.
3. DUBIN (DU), Las relaciones humanas en la empresa, ---
C.E.C.S.A.
4. ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO (O.I.T.), Intro-
ducción al estudio del trabajo.
5. NIEBEL (Ni), Ingeniería industrial, Servicios y Repre-
sentaciones de Ingeniería..
6. NIEBEL (Ni Lab), Manual de laboratorio de ingeniería in-
dustrial, Servicios y Representaciones de Ingeniería.

CAPITULO 4

EL SISTEMA DE UNIVERSIDAD ABIERTA PARA LA CARRERA DE INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

4.1 Generalidades

Habiendo aplicado y evaluado los resultados del Plan Piloto en sus distintas etapas, llegará el momento de instituir el Sistema de Universidad Abierta, en la misma forma en que fue concebido.

El Sistema de Universidad Abierta para la carrera de Ingeniero - Mecánico Electricista pretenderá extender la formación profesional respectiva a grandes sectores de la población, mediante métodos teórico-prácticos de transmisión y evaluación de conocimientos.

Se impartirán los mismos estudios y se exigirán los mismos requisitos que en el plan clásico de enseñanza. Por consiguiente, se otorgarán los mismos créditos, certificados y títulos de la carrera.

El personal que habrá de elaborar el material educativo estará compuesto por científicos y técnicos de la Facultad de Ingeniería, principalmente, así como de otras dependencias de la U.N.A.M.

El material será manejado por un grupo de tutores, con auxilio - de sistemas de computación, y será puesto a disposición del alumno en la sección de apuntes de la Facultad de Ingeniería.

El alumno estudiará de acuerdo con su guía, después acudirá con el tutor para aclarar dudas, y en el momento que juzgue conve--- niente presentará el examen de cada materia. Dicho material es--- tará formado por:

- a) Guía de Trabajo
- b) Experimentos y prácticas de campo
- c) Cuestionarios que contesta el estudiante vía computa--- dor.
- d) Cuestionarios que debe entregar a su tutor
- e) Proyecciones audiovisuales
- f) Instructivos para profesores y tutores.

La función de tutoría del Sistema Abierto lo ejercerán profesos--- res capacitados previamente por la Coordinación de la Universi--- dad Abierta de la U.N.A.M., y sus obligaciones abarcarán desde --- la elaboración del material educativo hasta la asesoría a los --- alumnos.

Por otra parte, mediante sistemas de cómputo será posible contro--- lar el registro de estudiantes, la evaluación del proceso de ---

aprendizaje y la evaluación y corrección del material educativo.

4.2 Organización propuesta

Se han formulado dos organigramas que ilustran la jerarquización de funciones en el S.U.A. dentro del Departamento de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

El sistema no requiere un gran presupuesto para su implantación, ya que, por su propia naturaleza, permite aprovechar mejor el personal académico y administrativo disponible.

Así pues, el presupuesto respectivo no resultará gravoso para la U.N.A.M., y sólo se requeriría el siguiente personal nuevo:

SECCION ADMINISTRATIVA

- 2 secretarías de tiempo completo
- 1 auxiliar administrativo de tiempo completo
- 1 mensajero de tiempo completo

SECCION DE PSICOPEDAGOGIA

- 1 dibujante de medio tiempo
- 2 licenciados en didáctica de tiempo completo
- 1 Coordinador general de tiempo completo.

**PUESTO QUE NO REQUIERE
NUEVA CONTRATACION**

Jefe de la División S.U.A. en el
Depto. de Ing. Mec. Eléctrica.

Coordinador del Depto. de Ing.
Mecánica Eléctrica.

Jefe de Sección

Asesores de tiempo parcial

Asesores de tiempo completo

Coordinador de Laboratorio

Personal de Computación

Psicólogo

PUESTO ACTUAL

Jefe del Departamento

Secretario del Departament
to.

Jefe de la Sección

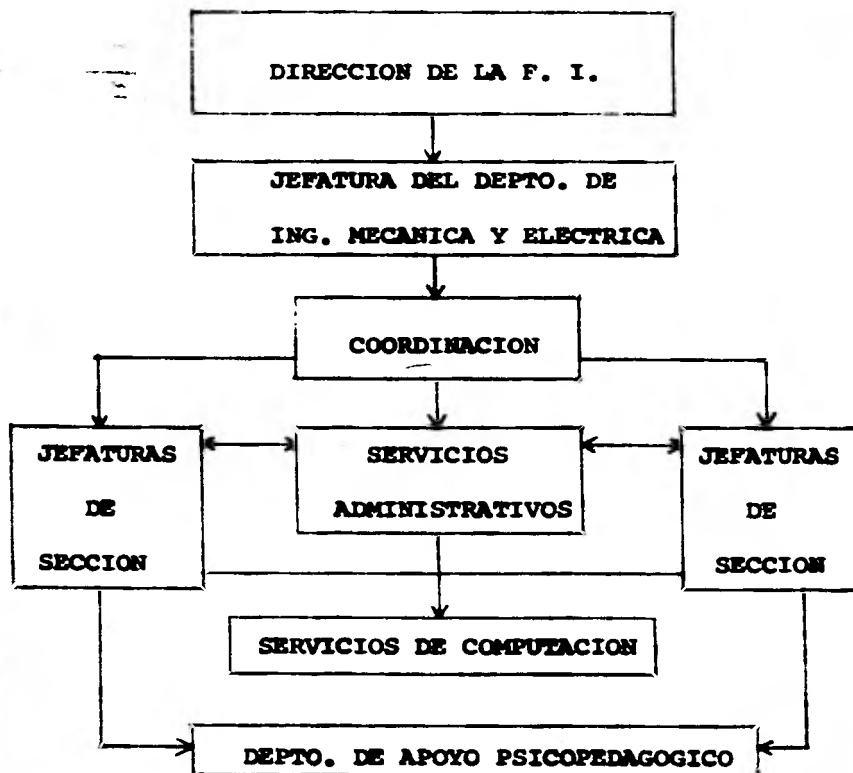
Catedráticos tiempo com--
pleto y/o parcial.

Catedráticos tiempo com--
pleto.

Catedrático tiempo parcial

Programadores y perforis-
tas Centro de Cálculo F.I.

Prof. tiempo completo
(Coordinación de Humanidad
es)



JEFATURAS DE SECCION ING. MECANICA Y ELECTRICA:

INGENIERIA INDUSTRIAL

INGENIERIA CONTROL

INGENIERIA ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

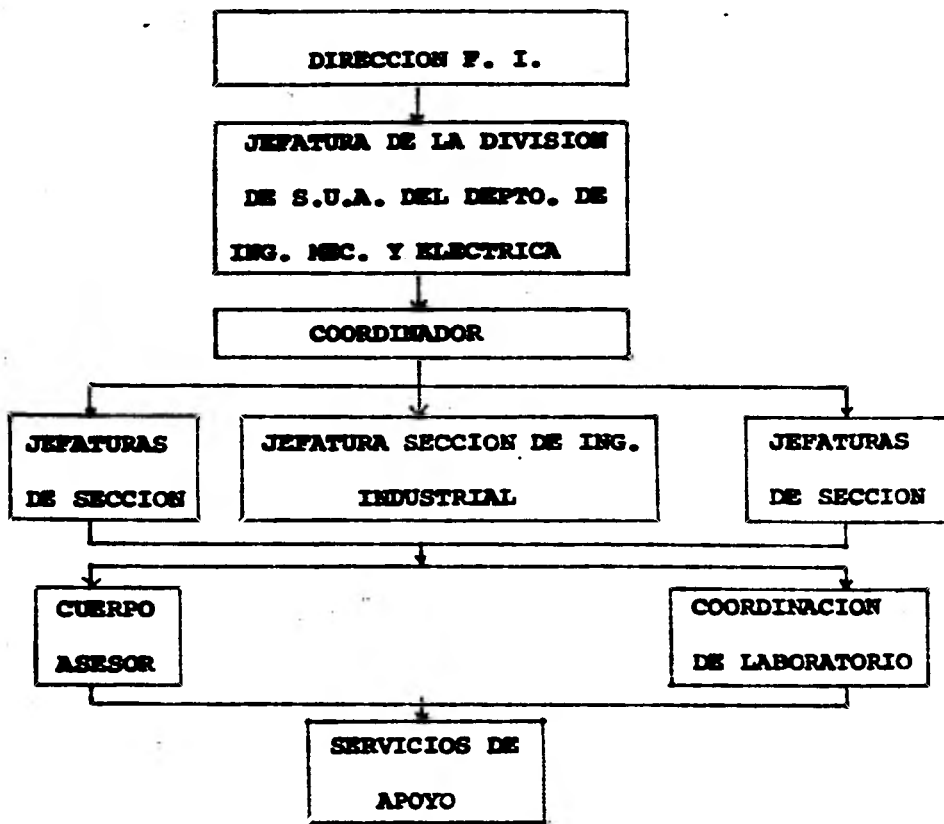
INGENIERIA ELECTRICA

INGENIERIA MECANICA

INGENIERIA FLUIDOS Y TERMICA

TABLA 1

**ORGANIGRAMA GENERAL DEL S. U. A. PARA EL DEPTO.
DE ING. MEC. Y ELECT. DE LA FACULTAD DE INGE-
NERIA.**



SERVICIOS DE APOYO (Pertencientes a la división del S. U. A. Fac. de Ingeniería). Serán los siguientes:

SERVICIOS DE COMPUTACION

SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

SECCION DE PSICOPEDAGOGIA

CUERPO ASESOR EXTERNO (En la U.N.A.M. y en Provincia)

TABLA 2

**ORGANIGRAMA DEL S. U. A. PARA LA SECCION DE
INGENIERIA INDUSTRIAL**

4.3 Admisión, control y evaluación de alumnos

a) ADMISION

Para ser admitido como alumno regular del Sistema de Universidad Abierta, en la Facultad de Ingeniería, el aspirante deberá:

1. Tener un mínimo de 21 años.
2. Ser empleado de cualquier empresa estatal o privada.
3. En caso de aspirantes de primer ingreso o alumnos de otra Facultad de la U.N.A.M., cumplir con los requisitos adicionales que exige la U.N.A.M. y la F.I.
4. En caso de ser estudiante ya inscrito en la Facultad de Ingeniería, el alumno podrá optar por terminar la carrera por el Sistema Abierto, siempre y cuando cumpla con los puntos 1 y 2.

b) CONTROL Y EVALUACION DE ALUMNOS

1. Inscripción y asesorías

El alumno elegirá las materias que desea cursar y acudirá a la sección correspondiente a inscribirse; más adelante asistirá a las asesorías cuando lo considere necesario, pero por lo menos en dos ocasiones antes de sustentar el examen final, para poder

detectar sus progresos en el estudio, así como las deficiencias debidas al estudiante o al material utilizado.

En el caso de estudiantes de provincia, podrán ser inscritos por un familiar o compañero, quien deberá mostrar el recibo del pago de inscripción, así como una constancia expedida en el centro de trabajo del interesado, donde se certifique el compromiso de trabajo a que está sujeto, y una constancia de la edad del alumno.

En caso de que no exista en las cercanías de su lugar de residencia una institución de enseñanza superior coordinada por la U.N. A.M., donde pueda obtener asesoría, enviará por correo los cuestionarios de evaluación, dirigiéndolos a la asesoría que le corresponda. Esta procederá a enviarle los resultados, así como las recomendaciones que procedan.

2. Laboratorios

En el momento de inscribirse, se proporcionará al alumno el calendario de prácticas intensivas de laboratorio que se efectuarán durante los fines de semana, para que elija el grupo que más le convenga.

En el caso del estudiante de provincia, deberá inscribirse en el grupo de laboratorio intensivo de final de semestre o de tempora

da de vacaciones, el cual podrá acreditarse en sesiones diarias sucesivas, para así tener derecho a la presentación del examen final.

3. Examen final

Se diseñará en la misma forma que un examen final ordinario, de cualquier materia del plan tradicional, abarcando solamente lo contenido en el programa.

Podrán evaluarse las ventajas y desventajas que resulten de su aplicación para retroalimentar el sistema con objeto de corregir las fallas respecto del aprendizaje del alumno que estudia con el S.U.A.

4.4 Optimización futura del sistema

De acuerdo con los resultados que vayan arrojando los grupos de estudiantes inscritos en el S.U.A., y una vez que las autoridades universitarias puedan constatar la utilidad de dicho Sistema, resultaría factible planear la instalación de equipos audiovisuales en la biblioteca.

Asimismo, cabría la posibilidad de introducir dentro de las em--

presas la enseñanza universitaria con el Sistema Abierto. Al -- respecto podría realizarse un estudio de mercado para conocer la demanda de este tipo de enseñanza dentro de los centros de trabajo.

Sólo a manera de ejemplo se anexan aquí los resultados de un sondeo efectuado en la C.F.E., mismo que reveló el número de personas que no ha podido concluir los estudios de ingeniería, en distintas áreas, así como la cantidad de interesados en cursar la - carrera mediante el S.U.A.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

AREA DE RESPONSABILIDAD	ASPIRANTES	EXALUMNOS
DIRECCION GENERAL	37	47
SUB-DIRECCION	156	149
OFICIALIA MAYOR	49	72
CONTRALORIA	210	94
GERENCIA GRAL. DE OPERACION	82	121
GERENCIA GRAL. DE ABASTECIMIENTOS	172	109
GERENCIA GRAL. DE CONSTRUCCION	177	326
GERENCIA GENERAL FINANCIERA	27	20
GERENCIA GENERAL DE PLANEACION	50	75
JUNTAS DE ELECTRIFICACION	107	85
GERENCIA DEL FONDO HABITACION	6	11
GERENCIA GENERAL ADMINISTRATIVA	76	83
CONCENTRACION ANALITICA PERSONAL IEMSA	9	4
DIVISION BAJA CALIFORNIA	64	41
DIVISION NOROESTE	67	66
DIVISION NORTE	79	78
DIVISION GOLFO NORTE	167	227
DIVISION OCCIDENTE	2	2
DIVISION CENTRO OCCIDENTE	108	106
DIVISION CENTRO SUR	63	27
DIVISION IXCAPANTONGO	33	33
DIVISION ORIENTE	156	60
DIVISION SURESTE	90	32
DIVISION CENTRO	247	80
DIVISION CENTRO NORTE	31	18
DIVISION HUASTECA	2	1
DIVISION CENTRO ORIENTE	62	41
DIVISION PENINSULAR	45	20
DIVISION JALISCO	125	117
TOTAL :	2,499	2,145

TABLA 3

4.5 Materia tipo

INGENIERIA INDUSTRIAL II

**SECCION DE INGENIERIA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
FACULTAD DE INGENIERIA**

U.N.A.M.

- 1977 -

INGENIERIA INDUSTRIAL II**C O N T E N I D O****INTRODUCCION**

Objetivo general

Programa

Bibliografía

Instructivo

CAPITULO 1**HISTORIA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 1 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 2**ESTUDIO DE METODOS**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 2 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 3**DISPOSICION DE EQUIPOS**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 3 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 4**MANEJO DE MATERIALES**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 4 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 5**MEDIDA DEL TRABAJO**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 5 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 6**SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 6 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 7**MUESTREO DEL TRABAJO**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 7 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

CAPITULO 8**DATOS ESTANDARES**

Guía de estudio

Cuestionario de autoevaluación

Serie 8 de problemas

Respuestas al cuestionario de autoevaluación

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N

OBJETIVO GENERAL

En el primer curso de ingeniería industrial se definieron ya, a un nivel muy general, los campos de aplicación de ésta, y su participación en cada una de las funciones de la empresa.

Toca ahora al segundo curso desarrollar de una manera más estricta una serie de técnicas correspondientes al estudio del trabajo. Entre éstas se encuentran algunas de las más clásicas y fundamentales para la formación profesional del ingeniero industrial.

Se tratará en este curso tanto el estudio de métodos como la medida del trabajo, que conjuntamente permiten asegurar el mejor aprovechamiento de los recursos humanos, naturales, financieros y tecnológicos, para la realización de una tarea.

PROGRAMA

1. **HISTORIA DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL**
 - Principios de la administración científica
 - Principios de Fayol
 - Principios de Taylor
 - Principios de Gantt

2. **ESTUDIO DE METODOS**
 - Objetivos
 - Selección
 - Registro
 - Diagrama de las operaciones del proceso
 - Diagrama de flujo
 - Examen del método actual
 - Desarrollo del método perfeccionado
 - Diagrama de recorrido
 - Diagrama de actividades múltiples
 - Diagrama hombre-máquina
 - El lugar de trabajo
 - Diagrama bimanual
 - Principios de economía de movimientos
 - Presentación e implantación del método pro
puesto

3. DISPOSICION DE EQUIPOS

Principales tipos de disposiciones

Ventajas de la disposición por proceso

Ventajas de la disposición por producto

Balanceo de líneas

Información requerida para balancear

Balanceo por el final de la línea

4. MANEJO DE MATERIALES

El problema del manipuleo de materiales

Principios generales

La Gerencia de Materiales

Criterios europeos

5. MEDIDA DEL TRABAJO

Usos de la medida del trabajo

Estudio de tiempos o cronometraje

Selección

División en elementos

Cronometraje

Valoración

Conversión a tiempos valorados

Determinación de suplementos

Cálculo del tiempo estándar

6. SISTEMAS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

Sistema Work Factor

Sistema MTM

Sistema MODAPTS

Ventajas y desventajas de los tiempos pre-
determinados

7. MUESTREO DEL TRABAJO

Preparación del muestreo

Bases estadísticas

Ejecución del muestreo

Control del muestreo

Ventajas y desventajas

Muestreo de "performance"

8. DATOS ESTANDARES

Desarrollo de los datos

Cálculo de tiempos de corte

Ventajas y desventajas

BIBLIOGRAFIA

1. ALFORD y BANGS, Manual de la producción, UTEHA.
2. TAYLOR, Principios de administración científica y FAYOL, Administración industrial y general, Herrero Hnos.
3. O. I. T. Introducción al estudio del trabajo.
4. NIEBEL, Ingeniería industrial. Representaciones y Servicios de Ingeniería.
5. NIEBEL, Manual de laboratorio de ingeniería industrial. Representaciones y Servicios de Ingeniería.

INSTRUCTIVO

La preparación de cualquier tema de este curso se iniciará con el estudio del material contenido en la -- guía de estudio respectiva.

Cuando se considere necesario completar cierto tema, o hacer alguna aclaración, la guía recomendará la referencia adecuada dentro de la bibliografía, indicando el capítulo y el número del inciso donde se desarrolle el punto en cuestión. Ocasionalmente, esto dará por resultado -- una aparente repetición del material, cuyo objeto será que las exposiciones se complementen y amplíen entre sí y que el estudiante se acostumbre a tratar un mismo tema desde -- diferentes puntos de vista.

Naturalmente, durante la lectura de la guía y cuando se de la instrucción de leer alguna referencia, se entiende que el estudiante deberá comprender claramente -- tanto la teoría como los ejemplos incluidos en la exposi--ción, con todo el proceso seguido, a fin de poder, inclusive, repetirlos por sí mismo.

La resolución de dichos ejemplos facilitará al estudiante la contestación correcta del cuestionario de au

toevaluación y de II serie de problemas.

Después del cuidadoso estudio del material de la guía y, en su caso, de las referencias, el estudiante deberá resolver el cuestionario de autoevaluación. En seguida, verificará sus respuestas con las que aparecen en el libro y, si es necesario, volverá a estudiar aquellas secciones respecto a las que le queden dudas.

Una vez que se haya comprobado, mediante el --- cuestionario, que los conceptos se han comprendido adecuadamente, será preciso pasar a resolver la serie de problemas respectiva. El estudiante no debe consultar la respuesta -final, sino hasta haber obtenido la que considere correcta.

Se aconseja respetar los siguientes lineamientos en la solución de problemas:

1. Realizar un examen preliminar del problema. Esta etapa consiste en la lectura rápida de todo el problema propuesto, a fin de tener una visión general de su contenido.
2. Formularse preguntas. Consiste en aclarar todas las dudas que surjan, que podrían im-

pedir un claro planteamiento.

3. Plantear la solución. Si existen varios -- procedimientos, utilice el más corto y directo. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la resolución de un problema por dos má todos diferentes proporciona una comprobación valiosa.
4. Describir claramente el planteamiento. Dibújense tanto las figuras con los datos que se proporcionan, como las que resulten al - plantear las diversas etapas de la secuela que se sigue para resolver el problema.
5. Definir claramente el o los principios y -- ecuaciones que se van a aplicar para obte-- ner la solución. En general, corresponde-- rán al tema recién estudiado.
6. Desarrollar la solución limpia y sistemáti-- camente hasta el final. La falta de cuida-- do y el desorden en la secuencia podría con-- ducir a errores u omisiones, y dificulta -- comprobar resultados. Pónganse siempre, a

continuación de los valores numéricos, las unidades que les correspondan.

7. Repasar rápidamente todo el proceso. Con esto se descubrirán puntos débiles que conviene revisar antes de seguir adelante.

La Facultad de Ingeniería desea prestar al estudiante, a través de este tipo de estudio, mayor facilidad para preparar sus cursos. La manera de llevarlos a cabo, acudiendo a entrevistas periódicas, pretende un mejor control y una mayor eficiencia en el aprendizaje. Una vez que el alumno considere haber adquirido los conocimientos suficientes, podrá presentar su examen dentro de los períodos y con los sinodales que fije la Facultad.

CAPITULO 2

ESTUDIO DE METODOS

GUIA DE ESTUDIO

OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE METODOS

1. Mejorar los procesos y los procedimientos.
2. Mejorar la distribución de la fábrica (layout), así como el diseño de equipos e instalaciones.
3. Economizar el esfuerzo humano y evitar la fatiga in necesaria.
4. Mejorar la productividad de materiales, equipo y ma no de obra.
5. Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

Al examinar cualquier problema para mejorar el métdo, es necesario seguir un orden bien determinado que puede resumirse en los siguientes pasos:

1. Seleccionar el trabajo motivo del estudio.
2. Registrar, mediante la observación directa, todos los hechos relacionados con el método actual.
3. Examinar críticamente esos hechos, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.

4. Desarrollar el método más sencillo y eficaz.
5. Adoptar ese método como práctica uniforme.
6. Mantener dicho método mediante comprobaciones regulares.

SELECCION

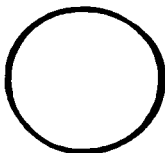
En cuanto a la primera etapa, o sea seleccionar, deberán hacerse consideraciones de tres tipos: económicas, técnicas y humanas.

Las económicas significan que no vale la pena seleccionar trabajos poco repetitivos o que durarán poco tiempo. También, pueden existir consideraciones técnicas que impidan el mejoramiento del método o el aumento de productividad.

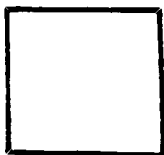
Las reacciones humanas son difíciles de prever. Debe tratar de instruirse en forma general a los obreros. Si a pesar de ello, el estudio del trabajo causa resentimientos o malestar, es mejor abandonarlo, por más prometedor que parezca. Puede empezarse con otros trabajos y ya habrá oportunidad de volver al primero.

REGISTRO

Después de elegir el trabajo, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a registrar. Dado que el registro de los hechos en forma escrita no se presta para procesos complicados, se han desarrollado diferentes símbolos, que son los siguientes:

OPERACION

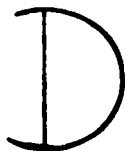
Se dice que hay operación cuando se modifica intencionalmente cualquier característica física o química de un objeto; cuando éste se monta o desmonta con relación a otro; o cuando se le prepara para una operación siguiente.

INSPECCION

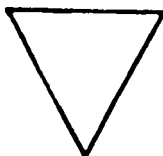
Se dice que hay inspección cuando un objeto es examinado para fines de identificación o para comprobar la cantidad y calidad de cualquiera de sus propiedades. La inspección no contribuye a la conversión de materia prima en producto terminado. Sirve para comprobar si una operación ha sido ejecutada correctamente, en lo que se refiere a calidad y cantidad.

TRANSPORTE

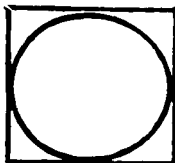
Hay transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado forme parte de una operación. El símbolo de transporte se usa siempre que haya manipulación de materiales para colocarlos en camiones, depósitos, etc.

DEMORA

Hay demora cuando las condiciones - son tales que no permiten la ejecución - de la acción siguiente prevista. Se llama también almacenamiento temporal.

ALMACENAMIENTO

Se dice que un objeto está almacenado cuando es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo. La diferencia entre almacenamiento y almacenamiento temporal consiste en que, para sacar un artículo que está en almacenamiento se necesita un vale o autorización, cosa que no ocurre en el almacenamiento temporal.

ACTIVIDAD COMBINADA

Quando se desea expresar actividades ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario, se combinan los símbolos de tales actividades. Por ejemplo, mediante un círculo y un cuadrado, para indicar la doble actividad de operación e inspección.

DIAGRAMA DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO
(DIAGRAMA DEL PROCESO DE OPERACION)

Es la representación gráfica de la sucesión de todas las operaciones e inspecciones de un proceso, con indicación de los puntos de entrada de los materiales.

Sirve para echar una ojeada general a la totalidad del proceso, y responde a la pregunta ¿Cómo se fabrica? .

Se usan únicamente los símbolos de operación e inspección, - sin tener en cuenta quién los ejecuta, ni en dónde.

Suele incluirse, a la izquierda de cada símbolo, una breve explicación o el tiempo asignado.

Veamos un ejemplo con una pieza elemental de 3 componentes.

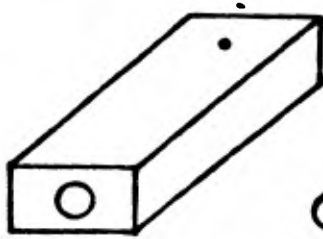
Explicaciones complementarias

Se comienza con una línea vertical a la derecha, para indicar

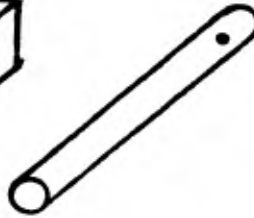
las operaciones e inspecciones del elemento principal. El tiempo de cada operación se indica a la izquierda en minutos centesimales.

En hoja aparte, se hace una explicación de cada inspección u operación. Es importante notar la forma de numerar. La figura es un ejemplo de cómo debe numerarse.

DIAGRAMA DE LAS OPERACIONES DEL PROCESO



PIEZA 2



PIEZA 1

PIEZA 3
CHAVETA
SAE 1010
 $\phi = 5/32"$

PIEZA 2
MOLDURA
ACRILICO
INYECTADA

PIEZA 1
EJE
SAE 1020
 $\phi = 1/4"$

SECUENCIA
DE
ENSAMBLE

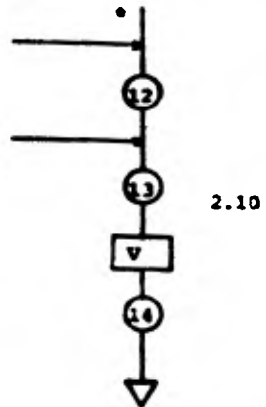
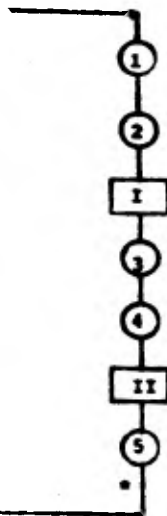
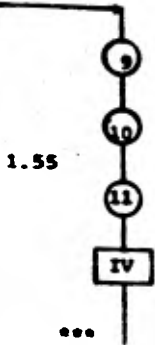


DIAGRAMA DE FLUJO
(DIAGRAMA DE ANALISIS DEL PROCESO)

Después de fijar las líneas generales del proceso, será necesario detallar los pormenores del mismo. Esto se logra con el diagrama de análisis del proceso, en el cual se indican todas las actividades a que da lugar un proceso. Es decir, aparecen los símbolos de demora, transporte y almacenamiento.

Las actividades del diagrama pueden referirse al operario o a los materiales. Debido a su mayor complejidad, el diagrama de flujo desglosa más cada operación.

Suele hacerse un diagrama para cada pieza importante de un montaje. Cuando estos diagramas se usen en forma regular, se utilizan hojas impresas que toman la siguiente configuración:

Recomendaciones para su confección

1. Los detalles que figuran en el diagrama deben registrarse mediante observación directa y no de memoria (salvo tratándose de diagramas destinados a implantar un nuevo método).
2. Los diagramas deben realizarse con mucho cuidado, pues debe tenerse el concepto de que se explicarán a gente de niveles muy diferentes, y cualquier omisión puede causar -- una impresión desafortunada del estudio de métodos.
3. Para que el estudio sirva de referencia en el futuro, el diagrama debe llevar un encabezamiento lo más completo posible.

Todo lo anterior es lo referente a la etapa de registrar.

----- 0 -----

Al llegar a este punto, deben resolverse las preguntas 1 al 11 del cuestionario de autoevaluación, así como los ejercicios 1 al 4 de la serie correspondiente.

EXAMEN

En cuanto a examinar críticamente, se debe utilizar una sucesión de preguntas de modo imparcial y objetivo.

- | | | |
|--------------|---|---------------------------------------|
| I. PROPOSITO | } | 1. ¿Qué se hace? |
| | | 2. ¿Por qué se hace? |
| | | 3. ¿Qué otra cosa podría hacerse? |
| | | 4. ¿Qué debería hacerse? |
| II. LUGAR | } | 1. ¿Dónde se hace? |
| | | 2. ¿Por qué se hace ahí? |
| | | 3. ¿En qué otro lugar podría hacerse? |
| | | 4. ¿Dónde debería hacerse? |
| III. PERSONA | } | 1. ¿Quién lo hace? |
| | | 2. ¿Por qué lo hace esa persona? |
| | | 3. ¿Qué otra persona podría hacerlo? |
| | | 4. ¿Quién debería hacerlo? |
| IV. MEDIOS | } | 1. ¿Con qué se hace? |
| | | 2. ¿Por qué se hace con eso? |
| | | 3. ¿Con qué otra cosa podría hacerse? |
| | | 4. ¿Con qué debería hacerse? |

V. SUCESION

1. ¿Cuándo se hace?
2. ¿Por qué se hace entonces?
3. ¿En qué otro momento podría hacerse?
4. ¿Cuándo debería hacerse?

Es necesario formular estas preguntas cada vez que se haga un estudio de métodos, pues son la base del éxito del citado estudio.

DESARROLLO DEL METODO PERFECCIONADO

El simple hecho de formular las preguntas vistas nos irá dando el método perfeccionado. Una vez contestadas las preguntas:

1. ¿Qué debería hacerse?
2. ¿Dónde debería hacerse?
3. ¿Quién debería hacerlo?
4. ¿Cómo debería hacerse?
5. ¿Cuándo debería hacerse?

corresponde al especialista en estudio de métodos llevar a la práctica el resultado de sus investigaciones.

Para poder hacer esto, deberá registrar en un formulario de diagrama de flujo el método propuesto, a efectos de poder comparar con el método actual, y comprobar que no se ha omitido nada.

Esto permitirá registrar en el resumen, el número total de actividades efectuadas en ambos métodos, las economías de distancia y tiempo, y consecuentemente, el posible ahorro de dinero.

DIAGRAMA DE RECORRIDO

Se utiliza para complementar el diagrama de análisis del proceso. No es más que un plano a escala del taller o la fábrica con sus máquinas y puestos de trabajo.

Por las observaciones realizadas en la fábrica se trazan los movimientos de los materiales, utilizando algunas veces los símbolos del diagrama de flujo para expresar las actividades en los diferentes puntos de parada.

DIAGRAMA DE RECORRIDO

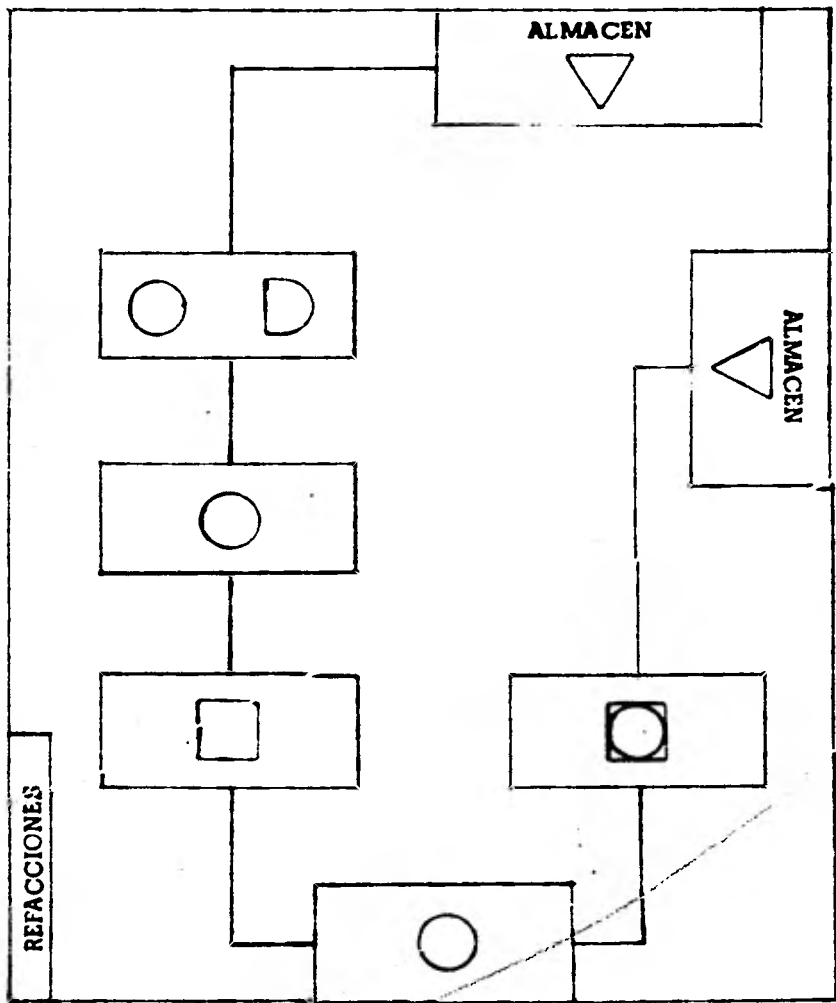


DIAGRAMA DE ACTIVIDADES MULTIPLES
(DIAGRAMA DE GRUPO)

Es un diagrama que registra la sucesión de actividades interdependientes de varios operarios o de varias máquinas. Se utiliza cuando es necesario analizar, por medio de una representación gráfica, las actividades de un operario con relación a otro.

Mediante la representación en columnas separadas de las actividades de operarios o máquinas y mediante la confrontación con una escala común de tiempos, el diagrama expone muy claramente los tiempos improductivos.

Dicho diagrama es sumamente útil para organizar equipos de trabajadores en producción o mantenimiento, lo cual demuestra que el estudio de métodos no sólo puede aplicarse a actividades repetitivas de producción. No es necesaria una precisión absoluta al elaborarlo, pero sí la indispensable para que el diagrama resulte de utilidad.

Gracias al estudio del diagrama es posible disponer las actividades de otra forma y reducir los tiempos improductivos.

DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA

Permite registrar el funcionamiento de una o más máquinas - con relación a un operario. Es una modalidad del diagrama de actividades múltiples.

Para la elaboración de estos diagramas se utilizan formas semejantes a la que aparece en la página siguiente. En ésta ha empezado a resolverse, a modo de ejemplo, el ejercicio No. 19 del Manual de laboratorio de Niebel, para 2.5 minutos.

Debe observarse que, mediante este diagrama, es posible contabilizar la producción de un operario que atiende varias máquinas.

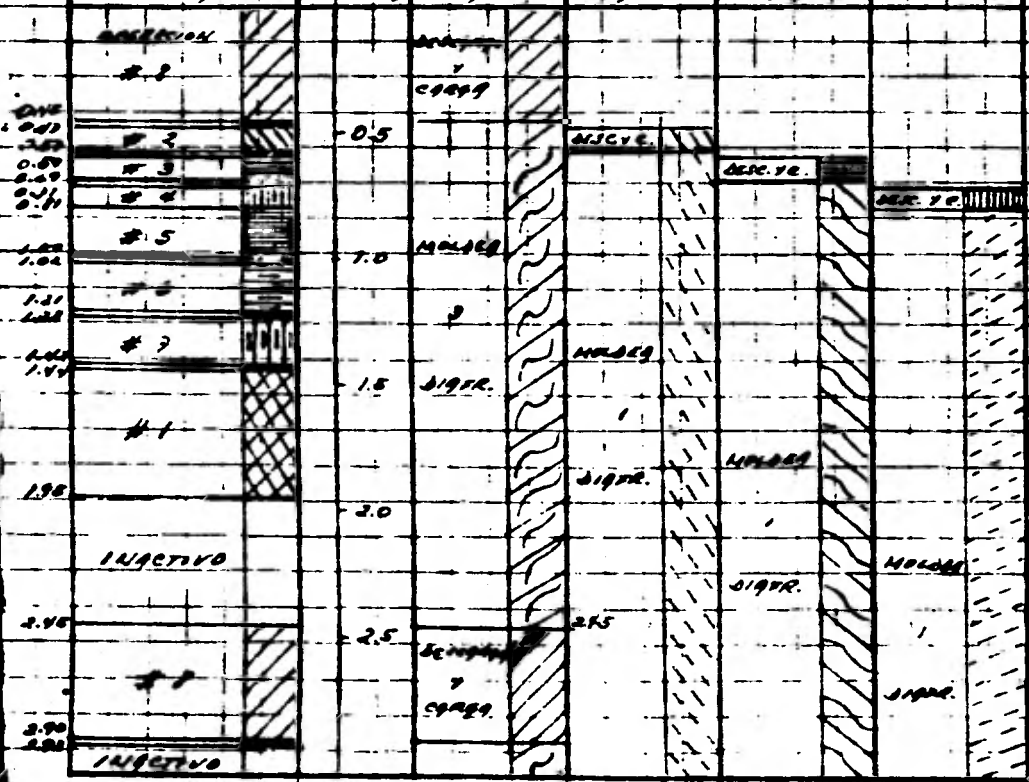
— 0 —

Una vez que se haya estudiado y comprendido el diagrama - hombre-máquina, será preciso pasar a resolver las preguntas 12 a 17 del cuestionario de autoevaluación, así como los problemas 5, 6 y 7 de la serie correspondiente.

SIGER 44 HOMBRE - MAQUINA

SIGERNO: 1	HORA: 1	PRIMER PUNTO: 0.00	PRIMER PUNTO: 9.00
PRIMER: SIGERNO 44 4444	OPERAIO	1.91	
PRIMER: SIGERNO 44 4444	MAQ. 1	2.00	
PRIMER: VALVE. VALVE	MAQ. 2	2.50	
PRIMER #1	MAQ. 3	2.50	
PRIMER #2	MAQ. 4	2.50	
PRIMER #3			
PRIMER #4	OPERAIO	2.63	
OPERAIO: J. L. RIO	MAQ. 1	0.60	
No. TUBO: 6-819	MAQ. 2	0.10	
ANALISTA: J. RAMIREZ. B.	MAQ. 3	0.10	
FECHA: DICIEMBRE 1936	MAQ. 4	0.10	

OPERARIO T (min) MAQ. 1 MAQ. 2 MAQ. 3 MAQ. 4



EL LUGAR DE TRABAJO

Siguiendo la idea de que debe analizarse primero lo general - para luego pasar a lo particular, veremos el estudio del operario en su lugar de trabajo.

Dicho estudio debe iniciarse con un diagrama de proceso un tanto particular que toma el nombre de diagrama bimanual, o diagrama de mano izquierda-mano derecha. Este diagrama es el registro del trabajo de las dos manos.

La escala de tiempos facilita la ubicación de los símbolos de las actividades que se realizan al mismo tiempo.

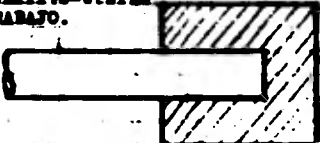
En el diagrama bimanual se utilizan los mismos símbolos ya vistos, si bien en la práctica suelen emplearse sólo los de operación, transporte y demora. El símbolo de inspección no se usa, pues los movimientos de las manos realizados para inspeccionar una pieza cabe clasificarlos como operación, debido a que rara vez es la mano la que inspecciona. El símbolo de almacenamiento tampoco se utiliza, por definición.

Al realizar un diagrama bimanual, deben tenerse presentes -- las siguientes recomendaciones:

1. El diagrama está destinado a registrar el trabajo respectivo de un operario, en un solo lugar de trabajo (centro de trabajo), durante un ciclo completo.
2. La hoja de análisis debe llevar un croquis del lugar de trabajo y un resumen de movimientos.
3. Al registrar, deben anotarse los movimientos de una mano cada vez, pero teniendo en cuenta que a cada actividad de una mano debe corresponder una de la otra.

Veamos un ejemplo sencillo. Se trata de cortar un tubo de vidrio de 4 mm de diámetro en trozos de determinada longitud.

CLIENTE	CÓDIGO NO.
UBICACIÓN	FICHA

MARCA: MANUAL FECHA ACTIVIDAD ANALISTA: May 10 - 1977 MARCA OPERARIA: J.A. Pineda Forma V. TORRES G.	DISPOSITIVO-CUERPO DE TRABAJO: 
---	---

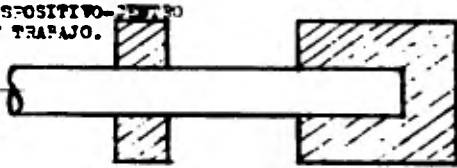
DESCRIPCION MANDO INSTRUMENTAL	SIMBOLO		DESCRIPCION MANDO DIRECTA
	M.I.	M.D.	
CERRAR TUBO EN ALAMBILLO SERRANEO TUBO SERRAR MANDO AL TUBO (S.M.) ROMER TUBO A NUDO CERRAR " " " " " " ROMER TUBO A NUDO CERRAR	○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○	○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○	LLEVAR LINDA A PLANTILLA HACER TUBO (MUNDO) HACER LINDA A NUEVA POSICION HERRERAR A DEJAR LINDA DEJAR LINDA A TUBO ROMER TUBO ROMER TUBO SERRAR TUBO

SIMBOLO	NET. ACTUAL		NET. PROPUESTO	
	M.I.	M.D.	M.I.	M.D.
TUBO	6	7		
	0	5		
	6	0		

OBSERVACIONES:

Al analizar el método actual por medio de la sucesión de preguntas, para determinar el propósito, el lugar, la sucesión, la persona y los medios, surgen inmediatamente los errores del método. Por ejemplo, en este caso se observa que es necesario tomar y dejar la lima en cada ciclo. Entonces, mediante el desarrollo de una nueva plantilla, el método queda de la siguiente manera:

CLIENTE	DIBUJO No.
OSMA	FECHA

DIAGRAMA BIMANUAL FECHA <i>Nov 24 - 1977</i> ACTIVIDAD <i>Curso</i> ANALISTA <i>J. A. Pina</i> METODO <i>Actual</i> OPERARIO <i>V. Torres G.</i>	DISPOSITIVO-TIEMPO DE TRABAJO. 
--	---

DESCRIPCION MANO IZQUIERDA	SIMBOLO		DESCRIPCION MANO DERECHA
	E.I.	E.D.	
<i>Colocar tubo para</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Preparar Line (Revolucion)</i>
<i>Soldadura y girar tubo</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Medir</i>
<i>A mano derecha</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Preparar para soldar</i>
<i>Soldadura tubo</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<i>Colocar y girar tubo</i>

SIMBOLO	REP. ACTUAL		REP. PROPUESTO		OBSERVACIONES
	W.I.	Y.D.	Y.I.	Y.D.	
O A I	6	7	3	4	
	0	5	0	0	
	6	0	1	0	

OBSERVACIONES.

PRINCIPIOS DE ECONOMIA DE MOVIMIENTOS

Al hablar anteriormente de los diagramas del proceso, de -- flujo, y de hombre-máquina, se explicó cómo nos permiten mejorar operaciones o procesos, ya fuera eliminando, combinando, alternando o simplificando dichas operaciones o partes de ellas.

Aunque la utilidad de esos diagramas resulta indudable, muchas veces el costo que implica hacer un cambio del equipo, así como la posibilidad, nunca remota, de que se emplee demasiado tiempo en llevar a la práctica el nuevo método, hace preferible buscar soluciones más prontas y menos costosas, que aunque no reporten enormes economías de un golpe, sí proporcionen numerosos ahorros pequeños que, sumados entre sí, redunden en un ahorro suficientemente significativo.

Esas pequeñas mejoras pueden hallarse al analizar los movimientos manuales de los trabajadores, mientras ejecutan una operación. En efecto, al economizar movimientos en operaciones manuales, por medio de la aplicación de los principios de economía de movimientos, es posible obtener rápidamente aquellos ahorros que de otra forma serían difíciles de lograr.

Entre las condiciones y circunstancias necesarias para realizar una operación con éxito, la fundamental consiste en poseer la habilidad

indispensable para efectuarla. Esta habilidad varía de uno a otro operario y, aún más, un mismo operario tiene distinta habilidad para realizar distintas - operaciones.

Esta habilidad está relacionada con el método por medio del cual el operario aprendió a trabajar, y al que generalmente no le añade mejoras radicales de su propia cosecha, conservándolo casi como lo recibió originalmente.

Por tal motivo, si desde el período de aprendizaje se enseñara a un individuo un método correcto, basado en los principios de economía de movimientos, su habilidad se vería cimentada sobre excelentes bases.

Así pues, resulta una necesidad urgente la de revisar y buscar reformas en los métodos con que se están ejecutando las operaciones manuales. También, al asegurar un adecuado entrenamiento de los trabajadores con miras al ahorro de esfuerzo, y disminución de la fatiga, se comprueba la bondad y utilidad del uso de los principios de economía de movimientos.

Cuando un hábito se ha arraigado profundamente, resulta difícil desterrarlo; sin embargo, la naturaleza humana paulatinamente permite adquirir hábitos nuevos.

Para la simplificación del trabajo al aplicar los principios - de economía de movimientos, se consideran estas cualidades psicológicas de resistencia a los cambios de la mente humana, además de otros factores orgánicos, como la coordinación de manos y brazos, la ambidestreza, el ritmo en los movimientos, y la consistencia y suavidad de los mismos.

I . PRINCIPIOS REFERENTES
A LOS MOVIMIENTOS DEL CUERPO HUMANO

1. Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. Las dos manos no deben estar ociosas al mismo tiempo, excepto en -- períodos de descanso.
3. Los movimientos de los brazos deben hacerse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas.
4. Los movimientos de las manos deben estar confinados a su rango más -- bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo.
5. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja; y evitar comunicárselo o re-- tirárselo con esfuerzo muscular propio.
6. Debe preferirse que los movimientos de las manos sean suaves y continuos, nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección.
7. Los movimientos pendulares son más fáciles, rápidos y precisos, que -- aquéllos rígidos, fijos o controlados.

8. El ritmo es esencial para realizar una operación manual de manera suave y automática, por lo que debe procurarse, en cuanto sea posible, que -- resulte natural y fácil.

I. PRINCIPIOS REFERENTES
A LOS MOVIMIENTOS DEL CUERPO HUMANO

PRINCIPIO No. 1

IAS DOS MANOS DEBEN EMPEZAR Y TERMINAR SUS MOVIMIENTOS AL MISMO TIEMPO

Este principio se cumple cuando el área de trabajo está dispuesta de tal manera que pueden emplearse ambas manos para ejecutar operaciones similares y sincronizadas. En algunas operaciones, la aplicación de este principio puede incrementar el rendimiento hasta en un 60%.

PRINCIPIO No. 2

IAS DOS MANOS NO DEBEN ESTAR OCIOSAS AL MISMO TIEMPO, EXCEPTO EN PERIODOS DE DESCANSO

Es probable que la mayoría de los trabajos puedan efectuarse usando ambas manos para trabajar. Sin embargo, lo más común en operaciones manuales es que una mano, generalmente la izquierda, sostenga el material, mientras que la otra mano trabaja sobre el mismo. En estas circunstancias, se dice que la mano que sostiene el material permanece ociosa, porque no está haciendo ningún trabajo productivo.

Al acondicionar el área o lugar de trabajo para que las dos manos trabajen simultáneamente, descansando ambas a la vez, se obtiene una secuencia de movimientos que resulta más suave y balanceada.

PRINCIPIO No. 3

LOS MOVIMIENTOS DE LOS BRAZOS DEBEN HACERSE SIMULTANEAMENTE EN DIRECCIONES OPUESTAS Y SIMÉTRICAS

Se ha encontrado que la fatiga se debe al esfuerzo físico y mental desarrollado al hacer un trabajo. Muchas veces se comete el error de disminuir el esfuerzo muscular físico, a costa del aumento en el esfuerzo mental.

Mayor esfuerzo mental resulta de la atención y fijeza requeridas para tener un control alerta, consciente o inconsciente, de la dirección del movimiento.

Debe procurarse eliminar la fatiga mental aplicando este principio, para que las trayectorias de los movimientos estén balanceadas, respecto a la simetría y simultaneidad.

PRINCIPIO No. 4

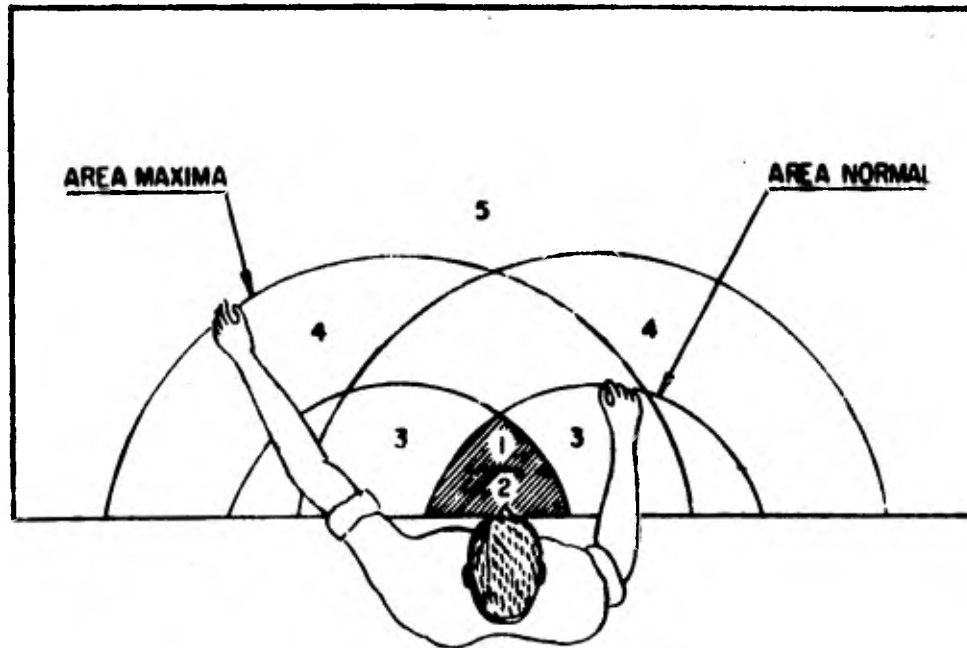
LOS MOVIMIENTOS DE LAS MANOS DEBEN ESTAR CONFINADOS A SU RANGO MAS BAJO, PERO SIN PERJUDICAR LA EFICIENCIA DEL TRABAJO

Dichos movimientos pueden dividirse en:

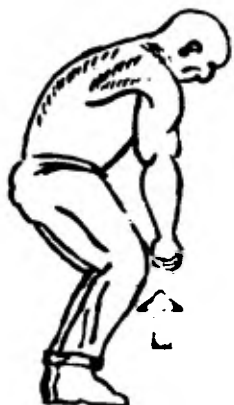
1. Movimientos de los dedos.
2. Movimientos que implican dedos y muñecas.
3. Movimientos que implican dedos, muñecas y antebrazos.
4. Movimientos que implican dedos, muñecas, antebrazos - y brazos.
5. Movimientos que implican dedos, muñecas, antebrazos, brazos y hombros.

Naturalmente, de estas cinco clases de movimientos, los de rango más bajo son los primeros. El rango va aumentando a medida que se hace necesario agregar una parte más del cuerpo para poder ejecutar los movimientos respectivos, según se indica en el diagrama.

DIAGRAMA DEL 4o PRINCIPIO DE "ECONOMIA
DE MOVIMIENTOS"



Movimientos de 50. grado.
 Los músculos de la espalda
 trabajan a un esfuerzo de
 147 Kgs.



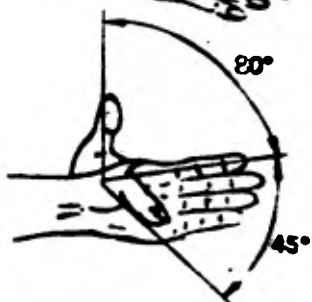
84.
 Movimientos de 3er. grado.
 Músculos de extensión traba-
 jan a 24 Kgs. de esfuerzo.



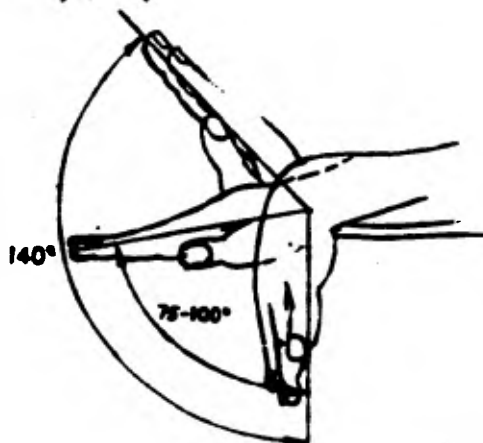
Biceps a 30 Kgs. de esfuerzo.



Movimientos de 1er. grado.



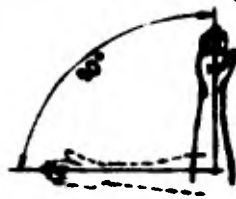
Movimientos de 2o. grado.



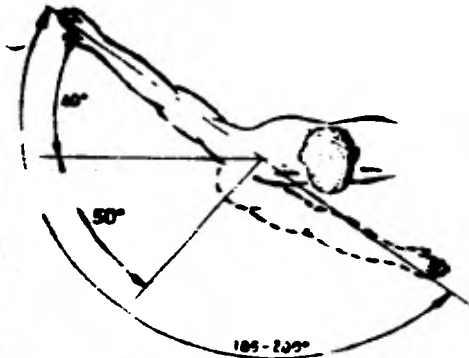
Movimiento de 3er. grado.



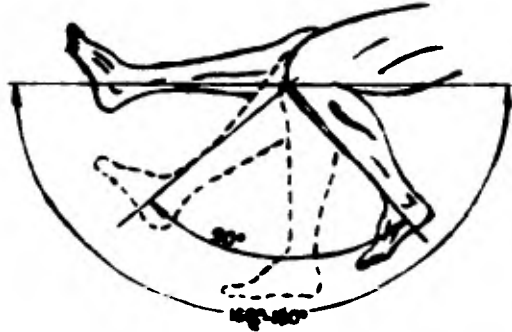
Movimiento de 3er. grado.



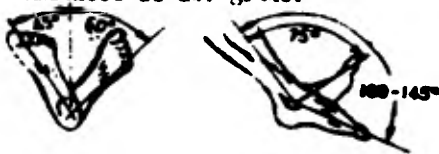
Movimiento de 4o. grado.



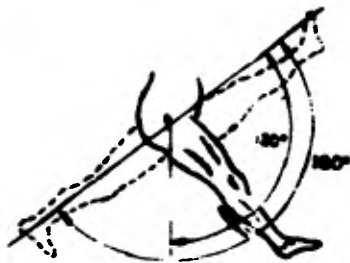
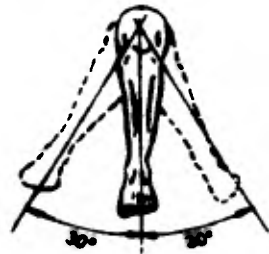
Movimiento de 3er. grado.



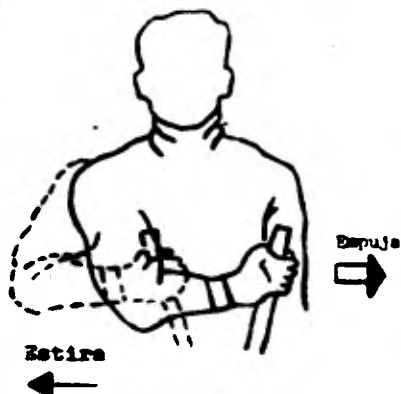
Movimientos de 2o. grado.



Movimientos de 3er. grado

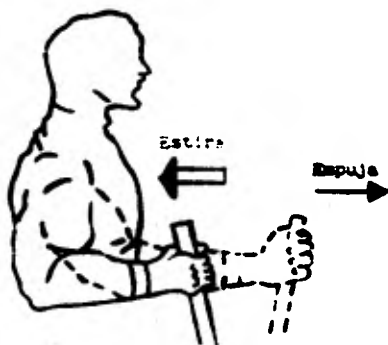


Movimientos de 3er. grado.



Es el 20% de los movimientos de 40. Cada.

El movimiento máximo de empuje es alrededor de 45 Kgs. más que el de estirar.

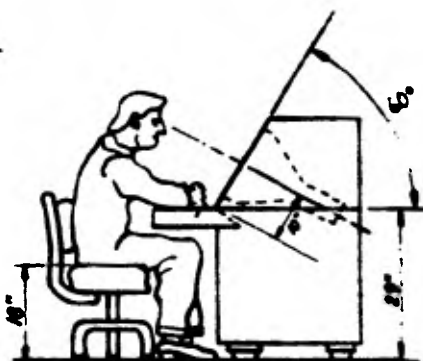
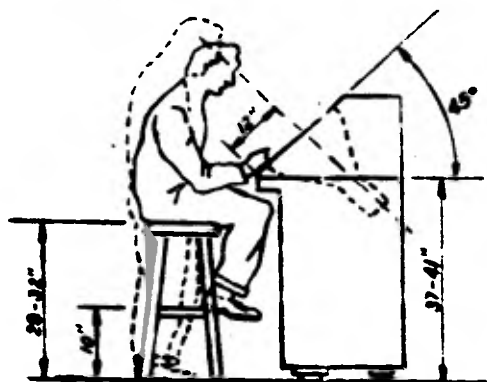


El movimiento de estirar es mayor que el de empujar, si el operador se encuentra sentado.

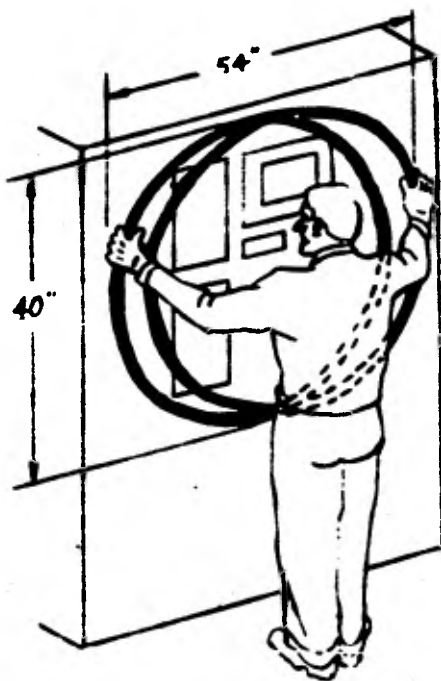
Un movimiento instantáneo de estirar puede ser hasta de 125 Kgs. y el máximo normal de 32 Kgs.

El esfuerzo dinámico de la mano derecha es de 42 Kgs., mientras que el de la izquierda es de 32 Kgs.

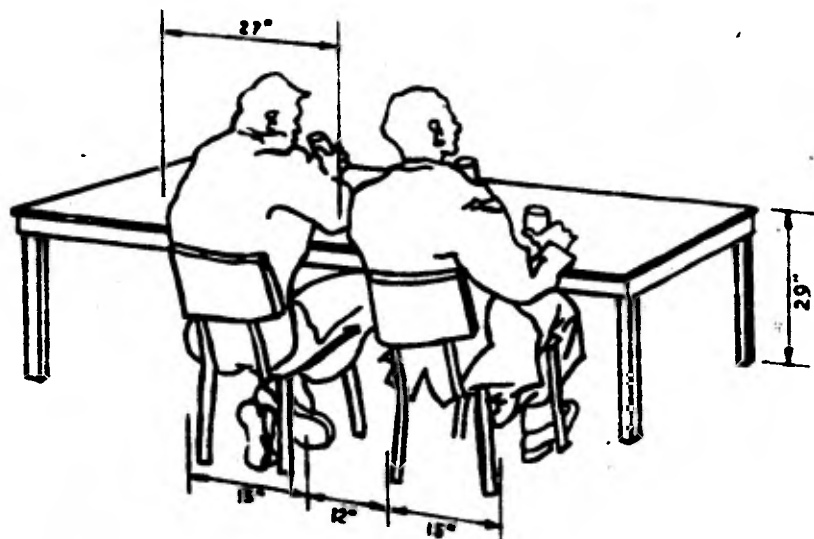




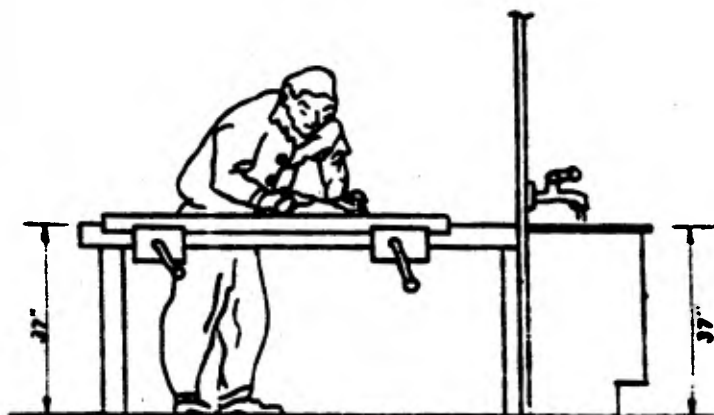
Areas de trabajo en un plano inclinado.



Areas de trabajo en un plano vertical.



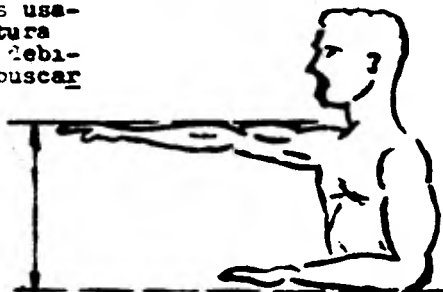
Dimensiones para Mesas.



Dimensiones para Bancos de trabajo.

LOCALIZACIÓN DE LOS CONTROLES

Aquellos controles que son los más usados deberán colocarse entre la altura del codo y la del hombro, esto es debido a que se pueden encontrar sin buscarlos con mucha precisión.

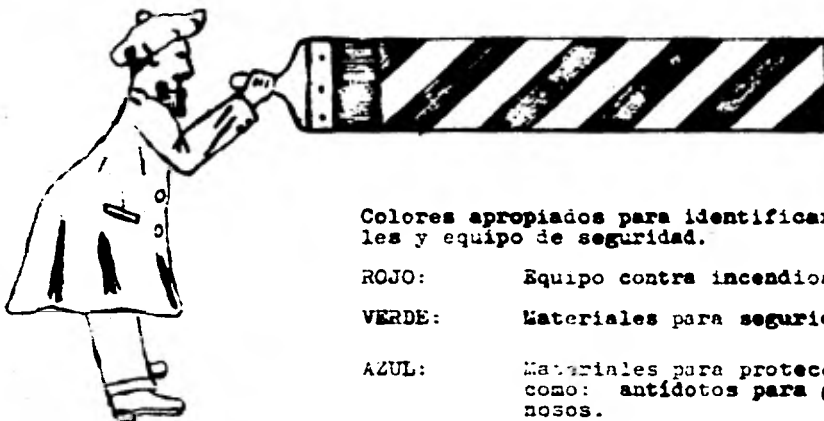


Para un operador de pie el esfuerzo máximo se hace a las alturas del hombro.



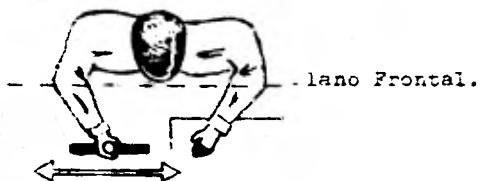
Para un operador sentado el esfuerzo máximo se hace a la altura del codo.





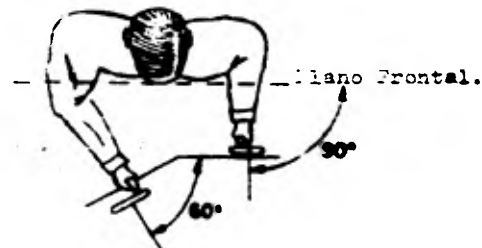
Colores apropiados para identificar materiales y equipo de seguridad.

- ROJO: Equipo contra incendios.
- VERDE: Materiales para seguridad: como agua
- AZUL: Materiales para protección, tales como: antidotos para gases venenosos.
- PURPURA: Materiales de alto valor.



Plano Frontal.

Aquellas manivelas que requieren mucho esfuerzo para moverse deberán diseñarse de tal modo que el eje de giro sea paralelo al plano frontal.



Plano Frontal.

Las manivelas que se requieren girar rápidamente y con pequeño esfuerzo, deben diseñarse de tal modo que el eje de giro se encuentre desde un punto perpendicular hasta un ángulo de 60° cms. con el plano frontal.

PRINCIPIO No. 5

EL TRABAJADOR DEBE APROVECHAR, EN CUANTO SEA POSIBLE, EL IMPULSO QUE PUDIERA TRAER EL MATERIAL SOBRE EL QUE TRABAJA, Y EVITAR COMUNICARSELO O RETIRARSELO CON ESFUERZO MUSCULAR PROPIO.

Sin duda alguna, un albañil trabajaría menos si los ladrillos que acomoda uno junto al otro llegaran hasta él con cierta velocidad, para que se acomodaran solos y él no tuviera que impulsarlos.

Mientras menor sea el peso que el trabajador mueva, menor será el esfuerzo por él desarrollado, porque hay que considerar que al peso del material sobre el que trabaja, se le agregará el de las herramientas y el del propio brazo. En consecuencia, el esfuerzo se incrementará en cierta medida, cada vez que desplace ese material desde el lugar donde llega hasta donde lo va a usar.

Pero si el material trae de por sí suficiente impulso, el trabajador no tendrá que gastar fuerzas en atraerlo, ahorrando así energías y trabajando más rápidamente.

PRINCIPIO No. 6

**DEBE PREFERIRSE QUE LOS MOVIMIENTOS DE LAS MANOS - -
SEAN SUAVES Y CONTINUOS, NUNCA EN ZIGZAG O EN LINEA
RECTA CON CAMBIOS BRUSCOS DE DIRECCION.**

Consideremos la operación tan simple de mover un lápiz de arriba hacia abajo sobre una hoja de papel.

Dicha operación se realiza en dos fases, una cuando el lápiz está en movimiento, ya sea hacia abajo o hacia arriba, y la otra cuando el lápiz permanece inmóvil mientras cambia de dirección.

Analizando el problema cuidadosamente, se ha llegado a determinar que el porcentaje de tiempo que se emplea sólo en cambiar la dirección del lápiz es de 15% a 25%; o sea que del tiempo total de la operación, sólo se aprovecha un 85%, aproximadamente.

En consecuencia, resulta necesario eliminar los movimientos bruscos que restan ritmo y suavidad a la ejecución de una operación, con objeto de disminuir el esfuerzo y aumentar la productividad.

PRINCIPIO No. 7

LOS MOVIMIENTOS PENDULARES SON MAS FACILES, RAPIDOS Y PRECISOS, QUE AQUELLOS RIGIDOS, FIJOS O CONTROLADOS.

Los movimientos voluntarios de los miembros del cuerpo humano pueden dividirse en dos tipos:

A) Movimientos fijos o controlados.

Para ejecutar estos movimientos es necesario que intervengan dos grupos de músculos, contrayéndose uno contra otro.

Por ejemplo, al llevar un lápiz al papel hasta la posición de escribir, un grupo de músculos empuja la mano hacia abajo, mientras -- otro grupo la va sosteniendo para que no caiga. Si el esfuerzo de ambos - grupos es igual, la mano se mantiene inmóvil, pero si uno hace más esfuerzo que el otro, la mano se mueve, aunque siempre controladamente.

B) Movimientos pendulares.

Estos movimientos son ejecutados mediante la contracción de un solo grupo de músculos, sin ningún otro que se oponga. Los músculos

actúan solamente en la fase inicial del movimiento, permaneciendo en descanso durante el resto de la trayectoria.

Como ejemplo, considérese al carpintero hábil que mece su martillo para elevarlo, y luego, al dejarlo caer, solamente lo impulsa durante el inicio de la caída. No necesita empujarlo durante toda la trayectoria hacia abajo, sino que hace descansar sus músculos en lo que resta de ella.

PRINCIPIO No. 8

EL RITMO ES ESENCIAL PARA REALIZAR UNA OPERACION MANUAL DE MANERA SUAVE Y AUTOMATICA, POR LO QUE DEBE PROCURARSE, EN CUANTO SEA POSIBLE, QUE RESULTE NATURAL Y FACIL.

El ritmo se refiere a la velocidad, rapidez o frecuencia para realizar movimientos repetitivos.

Se dice que un grupo de movimientos está siendo ejecutado con ritmo uniforme cuando todos y cada uno de ellos son efectuados a la misma velocidad y son hilvanados sin perder esa velocidad; es decir, cuando ninguno de ellos se realiza en cada fase con velocidad distinta. A esta clase de ritmo se le llama ritmo periódico.

II. PRINCIPIOS REFERENTES
AL ARREGLO DEL AREA DE TRABAJO

9. Debe haber un lugar fijo y determinado para todas las herramientas y materiales.
10. Los controles, materiales y herramientas deben estar localizados frente al operador y lo más cerca posible de él.
11. Las cajas y depósitos que reciban material por gravedad deben estar adaptados para entregarlo cerca del operario y frente a él.
12. Siempre que sea posible, el material terminado deberá retirarse usando la gravedad.
13. Los materiales y las herramientas deben colocarse de manera que permitan la sucesión continua de movimientos.
14. Deben asegurarse condiciones adecuadas de visibilidad. La buena iluminación es el primer requisito para una percepción visual satisfactoria.
15. Debe determinarse la altura del banco de trabajo o de la silla para que el operario pueda alternar fácilmente el trabajo de pie o sentado.
16. Debe proporcionarse a cada empleado una silla cuyo tipo y altura permitan adoptar una postura correcta.

II. PRINCIPIOS

REFERENTES AL ARREGLO DEL AREA DE TRABAJO

PRINCIPIO No. 9

DEBE HABER UN LUGAR FIJO Y DETERMINADO PARA
TODAS LAS HERRAMIENTAS Y MATERIALES.

El dicho popular que reza: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" es, sin duda alguna, la expresión práctica de este -- principio.

No solamente resulta esencial que cada herramienta o material se localice en un lugar fijo, sino que, además, debe crearse en el operario el hábito de buscar cada material o herramienta en aquel punto invariable donde ya sabe que la encontrará.

Cuando el operario adquiriera esta habilidad, mediante la experiencia, tomará las herramientas o materiales del lugar donde se hallen, casi sin mirar, y sin perder tiempo en buscarlas.

PRINCIPIO No. 10

LOS CONTROLES, MATERIALES Y HERRAMIENTAS DEBEN ESTAR LOCALIZADOS FRENTE AL OPERADOR Y LO MAS CERCA POSIBLE DE EL.

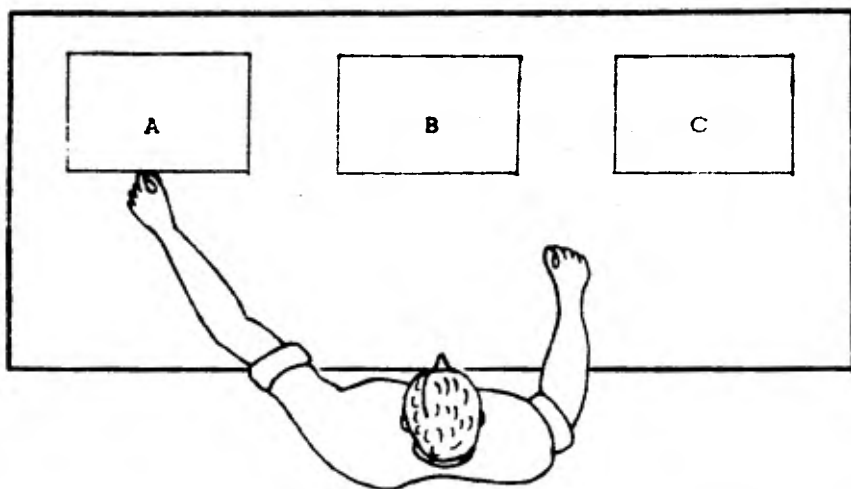
Es práctica común la de colocar los materiales en cajas, - cuando éstos lo permiten, formándolas en línea recta frente al operador, para que éste tome los materiales conforme los vaya necesitando. Lo anterior no va de acuerdo con los principios de economía de movimientos.

En las siguientes figuras puede observarse cómo se han colocado las cajas A, B y C, que contienen distintas partes para efectuar una operación de ensamblaje.

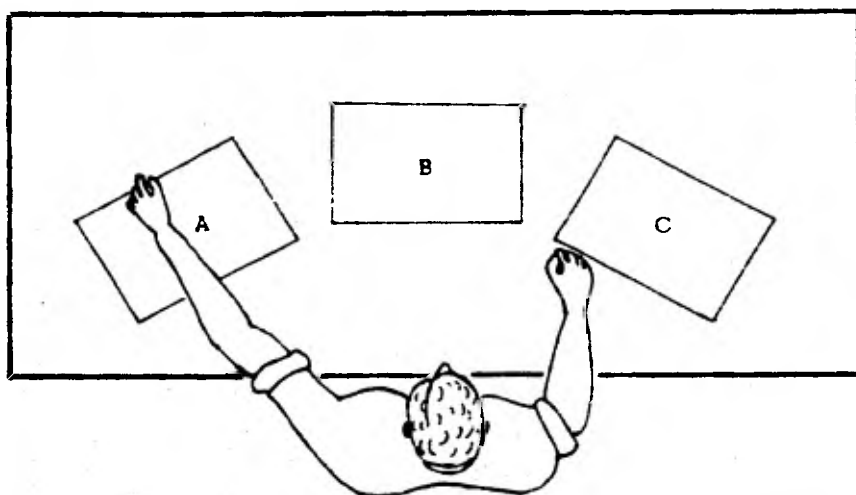
En la primera, las cajas se acomodan en línea recta, o sea que ni siquiera quedan dentro del área máxima de trabajo. Cuando el operario vaya a usar del material de C, tendrá que modificar su postura, desplazando el cuerpo hacia adelante para alcanzarla.

Por lo contrario, en la segunda figura, se han colocado las cajas de manera que, además de estar frente al operador, se hallan más

APLICACION DEL PRINCIPIO No. 10



DISTRIBUCION INCORRECTA



DISTRIBUCION CORRECTA

cerca y dentro del área normal de trabajo. Así, cuando el operario toma las piezas de la caja C, no tiene que extender el brazo, ya que están muy cerca de donde las va a usar.

PRINCIPIO No. 11

LAS CAJAS Y DEPOSITOS QUE RECIBAN MATERIAL POR GRAVEDAD DEBEN ESTAR ADAPTADOS PARA ENTREGARLO CERCA DEL OPERARIO Y FRENTE A EL.

Si las cajas de la figura anterior, además de quedar colocadas cerca, dentro del área de trabajo, son puestas inclinadas, o lo que es mejor, son sustituidas por tolvas con el fondo inclinado y la salida dirigida hacia el punto donde se va a usar el material, para que al tomarlo se deslice hasta el punto donde se use, el tiempo se acortará con la aplicación de este principio.

PRINCIPIO No. 12

SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, EL MATERIAL TERMINADO DEBERA RETIRARSE USANDO LA GRAVEDAD.

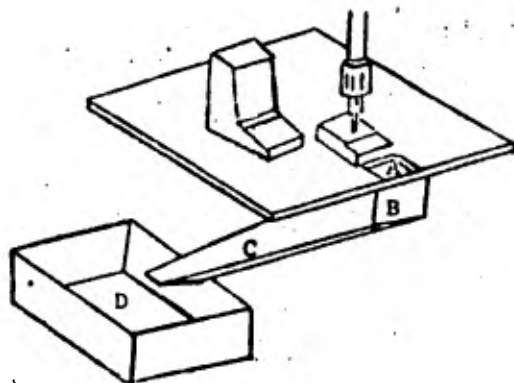
Cuando un operario ha terminado de trabajar una unidad de material, entonces la retira para comenzar otra. En esta operación se obtiene un gran ahorro de tiempo si se sirve de algún aditamento, como las rampas comunicadas a la mesa de trabajo mediante aberturas por las que puede dejarse caer el material terminado.

La operación de acarrear el material para retirarlo, aun en distancias cortas, tomará más tiempo que el empleado en dejarlo caer solamente.

La figura Núm. 1 muestra una operación de taladro de una pieza en ángulo. Cuando el operario termina la pieza, la deja caer por las aberturas A y B que comunican con la rampa C, donde se desliza hasta la caja D.

El tiempo ahorrado por pieza puede no ser muy grande, pero cuando ese ahorro se suma muchas veces, resulta bastante apreciable.

FIGURA 1
APLICACION DEL PRINCIPIO No. 12



Además, debe tenerse en cuenta el ahorro logrado por la sola cercanía - de la tolva que contiene el material por trabajar.

PRINCIPIO No. 13

LOS MATERIALES Y LAS HERRAMIENTAS DEBEN COLOCARSE DE MANERA QUE PERMITAN LA SU CESION CONTINUA DE MOVIMIENTOS.

El material que va a necesitarse primero al comenzar el nuevo ciclo deberá estar lo más cerca posible del punto donde se dejó el material terminado.

Cuando para tomar el material en el nuevo ciclo, resulta necesario colocar la mano en determinada posición, la mente empleará cierto tiempo en recordar y coordinar aquella posición; sobre todo, si no hay orden ni posición para colocar cada material o herramienta en un lugar fijo.

El tiempo empleado por el ojo en buscar el material y el tiempo consumido en tomarlo están en relación a la velocidad que precedía al movimiento de asirlo. Por tanto, la secuencia del último paso de un ciclo al primero del otro debe hacerse en forma suave y natural. La --

coordinación en la sucesión del movimiento, ya se trate de tomar materiales o herramientas, es básica para el ahorro de tiempo y para evitar la fatiga.

PRINCIPIO No. 14

DEBEN ASEGURARSE CONDICIONES ADECUADAS DE VISIBILIDAD. LA BUENA ILUMINACION ES EL PRIMER REQUISITO PARA UNA PERCEPCION VISUAL SATISFACTORIA.

Las condiciones de iluminación necesarias para realizar una operación varían ampliamente de un tipo a otro de trabajo.

Por ejemplo, se necesita más luz para inspeccionar una superficie metálica que la necesaria para hacerla.

Para lograr una buena iluminación del área de trabajo, deben atenderse estos requisitos:

1. Intensidad de luz suficiente para cada trabajo en particular.
2. Color adecuado de la luz, sin que ésta tenga reflejos.

3. Dirección adecuada de los rayos, sin que lastimen los ojos.

PRINCIPIO No. 15

DEBE DETERMINARSE LA ALTURA DEL BANCO DE TRABAJO O DE LA SILLA PARA QUE EL OPERARIO PUEDA ALTERNAR FACILMENTE EL TRABAJO DE PIE O SENTADO.

Por diversos estudios, se ha comprobado que la fatiga disminuye si se alterna la posición de trabajo de parado a sentado y viceversa. Ciertos grupos de músculos trabajan cuando el operario está de pie, y descansan cuando se sienta. Además, la circulación de la sangre se mejora cuando se va de la posición de sentado a la de pie.

Esto es considerado por algunos estados de la Unión Americana como muy importante, a tal grado que han expedido leyes que fijan la altura del banco de trabajo y de las sillas, para que permitan trabajar de pie o sentado.

PRINCIPIO No. 16

DEBE PROPORCIONARSE A CADA EMPLEADO UNA SILLA CUYO TIPO Y ALTURA PERMITAN ADOPTAR UNA POSTURA CORRECTA.

Se entiende por postura correcta aquélla en que las distintas partes del cuerpo, como la cabeza, el cuello, el pecho, el tórax y el abdomen, quedan balanceadas verticalmente, una sobre otra, de manera que el peso se apoye completamente sobre los huesos que formarían una especie de estructura, reduciendo así, al mínimo, el esfuerzo en los músculos y ligamentos.

En esta postura, y en condiciones normales, las funciones orgánicas, circulación y digestión se realiza con menos obstrucción mecánica y mayor eficiencia.

En la postura de sentado, debe insistirse siempre en que se mantenga derecho el tronco desde las caderas hasta el cuello, sin flexionarlo a la altura de la cintura hacia ningún lado.

Cualquier posición que no sea ésta disminuye la vitalidad del individuo, por los esfuerzos molestos a que queda sometida su espalda. Naturalmente, ello afectará su eficiencia en el trabajo.

Las más frecuentes violaciones de la postura de sentado ocurren cuando el individuo se dobla por la cintura, o se bambolea hacia los lados de la silla, movimientos ambos fatigosos y perjudiciales para la salud.

Las cuatro condiciones necesarias de una buena silla de trabajo son:

1. La silla deberá ser de altura ajustable, para que pueda arreglarse rápidamente, según las necesidades de la persona que la use.
2. La silla debe estar rígidamente construída, preferiblemente de acero con respaldo y asientos de madera.
3. El asiento debe adaptarse a la forma del cuerpo, para evitar la fatiga.
4. El respaldo debe acondicionarse para soportar la parte baja de la espina dorsal.

III. PRINCIPIOS REFERENTES
AL DISEÑO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPO

17. Siempre que sea posible, deben usarse gufas, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo.
18. Debe procurarse combinar dos o más herramientas en una sola.
19. Debe tratarse de que las herramientas y materiales queden en posición previa a su uso.
20. En un trabajo como el de escribir en máquina, en que cada dedo desarrolla un movimiento específico, la carga deberá distribuirse de acuerdo a la capacidad inherente a cada uno.
21. Los mangos que se emplearán en manivelas y desarmadores grandes deben estar diseñados para permitir que la mano entre en contacto lo más que sea posible con la superficie del mango. Esto es importante cuando al usuario se ejerce bastante fuerza. Para trabajo liviano de ensamble, el mango de las herramientas debe ser más angosto en la parte inferior.
22. Las palancas, travesaños y manivelas deben colocarse de manera que sea posible manejarlas con el menor cambio de posición del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica.

III. PRINCIPIOS REFERENTES
AL DISEÑO DE HERRAMIENTA Y EQUIPO

PRINCIPIO No. 17

SIEMPRE QUE SEA POSIBLE, DEBEN USARSE GUIAS, SOSTENES O PEDALES, PARA QUE LAS MANOS REALICEN MAS TRABAJO PRODUCTIVO.

Si observamos la forma en que se ejecutan muchas operaciones, notaremos que un elevado porcentaje de trabajo productivo se pierde por utilizar la o las manos como sostenes del material.

Se ha encontrado muy práctico relevar de ese trabajo a las manos, mediante el diseño de aditamentos generalmente accionados por pedales.

PRINCIPIO No. 18

DEBE PROCURARSE COMBINAR DOS O MAS HERRAMIENTAS EN UNA SOLA.

Se busca con esto dar mayor flexibilidad a las herramientas, facilitar su utilización y disminuir el manipuleo.

Las herramientas combinadas, como martillo y sacaclavos, de sarmadores intercambiables, lápiz y borrador, y aun artefactos de uso -- tan común como el teléfono, que combina en un solo elemento, a diferencia de los antiguos, la bocina y el auricular, son ejemplos de la gran - diversidad de campos de actividades en que este principio se hace extensivo.

PRINCIPIO No. 19

DEBE PROCURARSE QUE LAS HERRAMIENTAS Y MATERIALES QUEDEN EN POSICION PREVIA A SU USO.

La posición previa consiste en colocar una herramienta o material en tal forma que se facilite su uso posterior. Incluye el lugar, - la posición y el acomodo especial para un pronto uso.

Para lograr esto, muchas veces se ameritan soportes y sostenes especiales que permitan devolver la herramienta a su lugar, sin pérda de tiempo.

Un ejemplo bastante explicativo lo ofrecen las plumas fuente de escritorio.

PRINCIPIO No. 20

EN UN TRABAJO COMO EL DE ESCRIBIR EN MAQUINA, EN QUE CADA DEDO DESARROLLA UN MOVIMIENTO ESPECIFICO, LA CARGA DEBE SER DISTRIBUIDA DE ACUERDO A LA CAPACIDAD INHERENTE A CADA UNO.

A la persona que normalmente trabaja con la mano derecha, - le es difícil desarrollar la misma habilidad en la izquierda. Con un - - buen entrenamiento, se logra trabajar indistintamente con una u otra mano. Esto es práctica común en multitud de operaciones que observamos diariamente. Pero, si ponemos mayor atención, notaremos que ciertos - dedos, como el índice, el pulgar y el anular son los que más trabajan, siguiéndolos en intensidad al medio y el meñique.

Este principio se puede aplicar a muchas operaciones manuales; buen ejemplo de ello lo ofrece la máquina de escribir, cuyo teclado ha sido distribuido conforme a las letras que ocurren más frecuentemente, las cuales deben ser pisadas por los dedos de más capacidad. Naturalmente la distribución de las teclas debe depender del idioma en particular, y ya se está estudiando más a fondo este interesante aspecto.

PRINCIPIO No. 21

LOS MANGOS QUE SE EMPLEARAN EN MANIVELAS Y DESARMADORES GRANDES DEBEN ESTAR DISEÑADOS PARA PERMITIR QUE LA MANO ENTRE EN CONTACTO LO MAS QUE SEA POSIBLE CON LA SUPERFICIE DEL MANGO. ESTO ES IMPORTANTE CUANDO AL USAR-- LO SE EJERCE BASTANTE FUERZA. PARA TRABAJO LIVIANO DE ENSAMBLE, EL MANGO DE LAS HERRAMIENTAS DEBE SER MAS ANGOSTO EN LA PARTE INFERIOR.

Como puede verse en la Fig. 2, el mango marcado con el número 2 es el más conveniente. Este tipo de mango resulta recomendable para manivelas y desarmadores.

PRINCIPIO No. 22

LAS PALANCAS, TRAVESAÑOS Y MANIVELAS DEBEN COLLOCARSE DE MANERA QUE SEA POSIBLE MANEJARLAS - CON EL MENOR CAMBIO DE POSICION DEL CUERPO Y CON LA MAYOR VENTAJA MECANICA.

Sin llegar al extremo de considerar las máquinas automáticas, la producción de una máquina común depende, en gran parte, de la facilidad para operarla.

Por otro lado, el maquinismo ha llevado a invertir erróneamente el valor del hombre y el de la máquina. En un principio, la máquina

FIGURA 2
TIPOS DE MANGOS
PARA MANIVELAS Y DESARMADORES



1



2



3



4



5



6

se creó para servir al hombre, pero, poco a poco, la idea fue degenerando hasta que el hombre se convirtió en auxiliar de la máquina. Afortunadamente, parece que los constructores de máquinas empiezan a considerar muy importante el papel del operario. Las palancas, las manivelas, los botones, los tableros, son diseñados con miras a disminuir su esfuerzo, a evitar inclinaciones o torsiones fatigantes, y al mayor aprovechamiento de la ventaja mecánica.

Esta parte no es tarea exclusiva del fabricante, deben tomar parte todos los que estén ligados con las máquinas. Muchas veces un cambio o un reajuste posterior, de esta naturaleza, puede ser además de altamente saludable, económicamente provechoso.

PRESENTACION E IMPLANTACION DEL METODO PROPUESTO

Una vez que se desarrolla el nuevo método, el paso siguiente es el de vender el método propuesto. Esta etapa es tan importante como cualquiera de las otras.

Debe tenerse en cuenta la natural resistencia al cambio del ser humano. Por tanto, la idea debe empezar a venderse tratando de que el comprador la sienta como propia, de alguna manera.

La presentación debe hacer hincapié en los ahorros logrados, y debe incluir, además, el estudio de la amortización del capital invertido. Aunque la compañía no solicite un reporte por escrito, sería conveniente formularlo.

Los índices más utilizados para determinar la conveniencia de la inversión del capital son:

1. Rentabilidad

$$R = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Capital o inversión}} = \frac{U}{K} \times 100$$

2. Período de recuperación del capital invertido

Es el inverso de la rentabilidad:

$$\text{PRCI} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad por período}} = \frac{U}{K}$$

3. Flujo de dinero

Es el valor del capital:

$$P = \frac{S}{(1 + i)^n}$$

donde P = Valor actual del dinero

S = Valor del dinero en el período posterior

n = Número de períodos

i = Tasa de interés.

— 0 —

Al llegar a este punto, deben resolverse las preguntas 18 a 26 del cuestionario de autoevaluación, así como los ejercicios 8 y 9 de la serie correspondiente.

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACION

1. ¿Cuáles son los cinco objetivos fundamentales del estudio de métodos?
2. Enumere las etapas de que consta un estudio de métodos.
3. ¿Cuáles son las restricciones de índole económica para la realización de un estudio de métodos?
4. ¿Cuáles son las restricciones de índole técnica al respecto?
5. ¿Debe informarse al personal interesado de que su labor será objeto de estudio?
6. ¿Qué debe hacerse si el estudio de métodos provoca malestar en el personal?
7. Dibuje los siguientes símbolos y explique cuándo se utilizan:
 - a) almacenamiento
 - b) operación
 - c) demora
 - d) transporte
 - e) inspección

- f) almacenamiento e inspección
- g) operación e inspección.

8. ¿Contribuye la inspección a la conversión de materia prima en producto terminado?. Explique.
9. ¿Cuál es la diferencia entre almacenamiento y demora?
10. ¿Qué es el diagrama de las operaciones de proceso y que símbolos se utilizan para formularlo?
11. ¿Cuáles son las recomendaciones para elaborar correctamente un diagrama de flujo?
12. ¿Cuáles son los cinco factores que deben cuestionarse al examinar un método?
13. ¿Cómo va elaborándose un método perfeccionado?
14. ¿Qué es el diagrama de recorrido?
15. ¿Qué es el diagrama de actividades múltiples?

16. ¿Es aplicable el estudio de métodos solamente a actividades repetitivas de producción?. Explique.
17. ¿Qué es el diagrama hombre-máquina?
18. ¿Qué es el diagrama bimanual?
19. Indique las recomendaciones que deben tenerse presentes para su confección.
20. ¿Cómo puede mejorarse el método actual de manera más rápida y menos costosa que a través de la implantación formal de un nuevo método?
21. ¿Por qué es importante el adecuado entrenamiento de los trabajadores, aplicando los principios de economía de movimientos?
22. Enumere y explique cinco principios de economía de movimientos, referentes a los movimientos del cuerpo humano.
23. Idem para cinco principios relativos al arreglo del área de trabajo.
24. Idem para cinco principios correspondientes al diseño de herra-

tas y equipo.

25. ¿Qué factores resultan esenciales para presentar convincentemente el método propuesto?

26. ¿Cuáles son los índices más usuales para determinar la conveniencia de la inversión del capital?. Anote su expresión matemática.

SERIE 2 DE PROBLEMAS

1. Resuelva el problema 2 del Manual de laboratorio de Niebel. Preséntelo en dos páginas. La primera debe corresponder al diagrama y - la segunda a la explicación de las actividades.
2. Resuelva en igual forma el problema 3 de dicho Manual. Registre - sólo el método actual.
3. Resuelva el problema 4 del Manual, formulando el diagrama de flujo para el método actual.
4. Idem para el problema 5 del Manual de Niebel.
5. Elabore los diagramas de recorrido actual y propuesto, referentes al taller del problema 4 del Manual.
6. Idem para la tintorería del problema 5 del Manual.
7. Complete el método actual referente al problema 19 de dicho Manual, y diseñe un nuevo método para maximizar la producción.

B I B L I O G R A F I A

B I B L I O G R A F I A

1. Coordinación del Sistema de Universidad Abierta. Proyectos de trabajo del S.U.A. México: U.N.A.M., 1974.
2. Coordinación del Sistema de Universidad Abierta. Información sobre el Sistema de Universidad Abierta. México: U.N.A.M.
3. Facultad de Ingeniería. Informe de la Comisión de Enseñanza Abierta del Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México: - - U.N.A.M.
4. Facultad de Ingeniería. Cursos autodidácticos para acreditar materias de ingeniería civil. México: U.N.A.M. 1977.
5. Facultad de Ingeniería. Segunda reunión de los miembros del Sistema Universidad Abierta con la Comisión nombrada por el Consejo Técnico de la Facultad de Ingeniería. México: U.N.A.M., 1975
6. Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Plan de Estudios de la carrera de ingeniero mecánico electricista. México: Facultad -

de Ingeniería, U.N.A.M., 1972.

7. Di Matteo C., Juan José. Anteproyecto para el establecimiento de un sistema abierto de enseñanza en el Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México: U.N.A.M. 1976
8. Di Matteo C., Juan José. Encuestas realizadas para determinar el interés en cursar estudios de ingeniería industrial dentro de la modalidad abierta. México: 1976.
9. Gómez Figueroa, Carlos. Una alternativa para la formación de ingenieros mecánicos electricistas. México.
10. Gómez Figueroa, Carlos. La formación de ingenieros mecánicos electricistas — Consideraciones sobre los aspectos pedagógicos de un sistema abierto. México.
11. Gómez Figueroa, Carlos. Propuesta de alternativas que permitan decidir los alcances de la etapa piloto del sistema abierto. México.
12. Gómez Figueroa, Carlos. Metodología para la expansión y transformación de las instituciones de educación superior. México: 1974.

13. Centro de Educación Continua. Programa de enseñanza por correspondencia. México: Fac. de Ingeniería, U.N.A.M., 1975.
14. " Informes sobre el Sistema de Universidad Abierta ", en Semanario, Facultad de Ingeniería. México: 21-IV-76. Año VI (S/V), N° 13.
15. " Universidad Abierta en las Facultades de Filosofía y Letras, y Derecho ", en Gaceta UNAM. México: 24-I-77. Año 3, Vol. XIV, -- N° 28.
16. Fac. de Contabilidad. Programa de Investigación de Operaciones I. México: U.N.A.M., 1976.
17. The Open University. Cursos básicos de ciencias y matemáticas. México: McGraw-Hill, 1976.
18. " La Universidad Abierta en Inglaterra ", en Desarrollo educativo. Mar-abr/74. Año I (S/V), N° 2.
19. Curiel Ariza, Miguel; Lara López, Alejandro; et al. Sistema Nacional de Educación para Adultos - Instructivo general para estudiantes. México. S.E.P., 1976.

20. Curiel Ariza, Miguel; Lara López, Alejandro; et al. Plan Nacional de Educación para Adultos.- Información para promotores y asesores. México: S.E.P., 1976.
21. Curiel Ariza, Miguel; Lara López, Alejandro; et al. Plan Nacional de Educación para Adultos.- Información general. México: S.E.P., 1976.
22. The University of Wisconsin--Extension. Introduction to Meteorology. Madison, Wisconsin: 1974.
23. Urban Core Multi-versity. Programs and Requirements for Entrance. Los Angeles: U.C.L.A.
24. Miller, Harry L. Teaching and Learning in Adult Education Boston, Mass. : The Macmillan Co., 1964.