



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



FACULTAD INGENIERIA

**FRANCISCO M. PEREZ RAMIREZ
PEDRO SANCHEZ ALDANA PEREZ**

**PRACTICAS
DE FISICA
EXPERIMENTAL**

**DIVISION DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA**

16-B P.F.EX

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



908568

G1.- 908568

PROLOGO

La presente obra fue escrita con la firme convicción de que los alumnos que cursan la asignatura de Física Experimental logren aprovechar mejor los conceptos que se imparten en dicha materia, al contar con un conjunto de prácticas diversas sobre los distintos temas del programa y no encasillarse en un sólo experimento.

Este cuaderno se ha realizado tomando como base las prácticas ya existentes en el laboratorio de Física Experimental y se han anexado otros nuevos experimentos para contar con 24 prácticas, con el objeto de que el profesor y los alumnos puedan seleccionar la que se llevará a cabo en clase, propiciando así una participación más activa.

En aquellas prácticas en donde aparece el letrero "(modelado/verificación)" los objetivos se refieren a la parte de modelado, pero la práctica se puede utilizar tanto para determinar como para verificar el modelo matemático haciendo ligeros cambios en los objetivos.

Al final, en los apéndices, se encuentran los instructivos para el uso de los principales instrumentos de medición, con el objeto de que el alumno, al realizar la práctica, ya esté familiarizado con el instrumento que va a utilizar. Así como los conceptos básicos de metrología y de tratamiento estadístico de datos experimentales.

Los autores hacemos público el reconocimiento a los señores Román de la Cruz Gómez y Guillermo Robles Maldonado por su participación responsable y entusiasta en la realización de los experimentos que generaron estas prácticas.

Se agradecerá que todos los comentarios encaminados a mejorar el contenido de las prácticas sean enviados a la Coordinación de Física Experimental.

ING. FRANCISCO MIGUEL PEREZ RAMIREZ
ING. PEDRO SANCHEZ ALDANA PEREZ

Noviembre de 1986.

Don Luis Consejo Asturias

INDICE

PROLOGO,	I
CALENDARIO DE PRACTICAS DEL LABORATORIO DE FISICA EXPERIMENTAL	1
LISTA DE EQUIPO DISPONIBLE EN EL LABORATORIO DE FISICA EXPERIMENTAL	2
PRACTICA METROLOGIA 1 Caracterización de una balanza	3
PRACTICA METROLOGIA 2 Caracterización de un dinamómetro	5
PRACTICA METROLOGIA 3 Caracterización de un termómetro	7
PRACTICA ESTATICA 1 Sistema de fuerzas concurrentes y coplanares	9
PRACTICA ESTATICA 2 Verificación del equilibrio de un sistema de fuerzas coplanares.	12
PRACTICA ESTATICA 3 Comprobación del equilibrio estático en un sistema de fuerzas.	14
PRACTICA ESTATICA 4 Comprobación del equilibrio de una estructura plana sometida a la acción de dos fuerzas.	16
PRACTICA CINEMATICA 1 Caída vertical	18
PRACTICA CINEMATICA 2 Caída libre	20
PRACTICA CINEMATICA 3 Plano inclinado	22
PRACTICA ELECTRICIDAD 1 Resistencia eléctrica	24
PRACTICA ELECTRICIDAD 2 Circuito serie-paralelo	26
PRACTICA ELECTRICIDAD 3 Motor eléctrico	28
PRACTICA MAGNETISMO 1 Solenoide	30
PRACTICA MAGNETISMO 2 Bobina de inducción	32
PRACTICA MAGNETISMO 3 Relevador	34
PRACTICA HIDROSTATICA 1 Manómetro diferencial	36
PRACTICA HIDROSTATICA 2 Manómetro de Bourdon	38
PRACTICA HIDROSTATICA 3 Experimento de Torricelli	40
PRACTICA HIDROSTATICA 4 Densímetro	42
PRACTICA TERMODINAMICA 1 Calor específico de un líquido	44

PRACTICA TERMODINAMICA 2	Calor específico de un sólido	46
PRACTICA TERMODINAMICA 3	Mezcla de dos líquidos	48
PRACTICA TERMODINAMICA 4	Calorimetría	50

APENDICES:

A.	Instructivo para uso de la balanza	52
B.	Maletín para la enseñanza de la estática	57
C.	Instructivo para el uso del dinamómetro	62
D.	Instructivo para el uso del multímetro	67
E.	Termómetro de inmersión	77
F.	Fuente de poder FP LAB 1 y LAB 2	79
G.	Instructivo para el uso del teslámetro	82
H.	Cronómetro eléctrico.	88
I.	Cronómetro digital.	93
J.	Metrología y Estadística Básica	99

CALENDARIO DE PRACTICAS DEL LABORATORIO DE FISICA EXPERIMENTAL

PRACTICA 1	METROLOGIA	SEMANA 2
PRACTICA 2	ESTATICA. MODELADO	SEMANA 3
PRACTICA 3	ESTATICA. VERIFICACION	SEMANA 4
PRACTICA 4	CINEMATICA. MODELADO	SEMANA 5
PRACTICA 5	CINEMATICA. VERIFICACION	SEMANA 6
PRACTICA 6	ELECTRICIDAD. MODELADO	SEMANA 7
PRACTICA 7	ELECTRICIDAD. VERIFICACION	SEMANA 8
PRACTICA 8	MAGNETISMO. MODELADO	SEMANA 9
PRACTICA 9	MAGNETISMO. VERIFICACION	SEMANA 10
PRACTICA 10	HIDROSTATICA. MODELADO	SEMANA 11
PRACTICA 11	HIDROSTATICA. VERIFICACION	SEMANA 12
PRACTICA 12	TERMODINAMICA. MODELADO	SEMANA 13
PRACTICA 13	TERMODINAMICA. VERIFICACION	SEMANA 14

LISTA DE EQUIPO DISPONIBLE EN EL LABORATORIO DE FISICA EXPERIMENTAL

Amperímetro de carátula Marca Simonet.
Balanza OHAUS
Bobina de retención
Cables
Calorímetro de vacío
Cronómetro digital Marca Citizen
Cronómetro eléctrico Marca Leybold
Cronómetro de cuerda Marca Hanhart
Dinamómetro Marca Leybold
Flexómetro
Fuente de poder FP Lab 1 y Lab 2
Juego de masas Marca Leybold (1 - 2 kg, 2 - 1 kg, 1 - 0.5 kg,
2 - 0.2 kg, 1 - 0.1 kg).
Llave Morse
Maletín para la enseñanza de la estática
Manómetro diferencial
Matraz Erlen Meyer (diferentes capacidades)
Multímetro analógico Marca Philips
Multímetro digital Marca Fluke
Niveles Marca Stanley
Nodos
Parrillas eléctricas
Placa grande de contacto
Poleas (sencillas, dobles y triples)
Polipastos.
Puntas de teslámetro (axiales y transversales)
Recipientes de plástico
Resistencia de nicromel cal. 22
Rieles de aire
Soportes universales
Termómetro
Teslámetro
Tornillos de sujeción (90° y 180°)
Varillas (1 m y 2 m)
Vólmetro de carátula Marca Simonet..

METROLOGIA I CARACTERIZACION DE UNA BALANZA

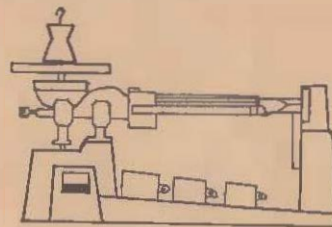
I. OBJETIVOS

1. Determinar la precisión y la exactitud de la balanza propuesta.
2. Elaborar la curva de calibración de dicha balanza y obtener su sensibilidad.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Una balanza de triple brazo de 2610 g
- . Un juego de masas

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Calibrar la balanza a cero.
- b) Tomar los datos necesarios para determinar la exactitud y la precisión de la balanza, respecto a un valor de masa determinado.
- c) De acuerdo a los valores de masa disponibles hacer combinaciones y tomar lecturas con la balanza a intervalos, y obtener la curva de calibración, teniendo como abscisas los valores de masa patrón y ordenadas las lecturas de la balanza.
- d) Ajustar la curva obtenida y determinar la sensibilidad de la balanza.

V. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACIÓN DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFÍA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

METROLOGÍA 2

CARACTERIZACIÓN DE UN DINAMOMETRO

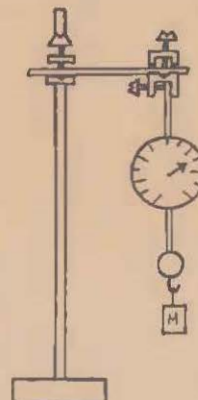
I. OBJETIVOS

1. Obtener la precisión y exactitud del dinamómetro propuesto.
2. Elaborar la curva de calibración de dicho instrumento y determinar la sensibilidad.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un dinamómetro Leybold
- . Una base
- . Una varilla de 1 m
- . Un juego de masas
 - 1 de 0.5 kg
 - 1 de 1.0 kg
 - 1 de 2.0 kg
- . Dos tornillos de sujeción
- . Un maletín de enseñanza de la estática

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar el equipo como se muestra en la figura.
- b) Tomar los datos necesarios para determinar la exactitud y la precisión del dinamómetro.
- c) Tomar lecturas con diferentes valores de masas y obtener la curva de calibración.
- d) Obtener el modelo matemático que mejor relaciona a los valores patrón y las lecturas obtenidas.
- e) Obtener el valor de la sensibilidad media.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

METROLOGIA 3
CARACTERIZACION DE UN TERMOMETRO

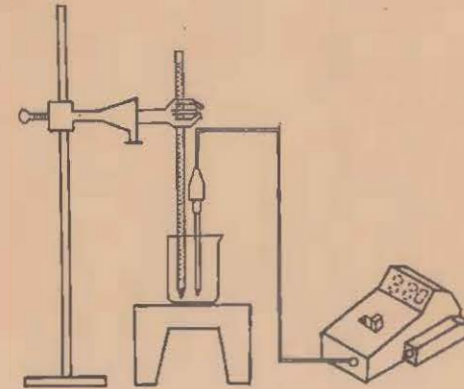
I. OBJETIVOS

1. Determinar la precisión y la exactitud del termómetro propuesto.
2. Elaborar la curva de calibración de dicho termómetro y obtener su sensibilidad.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un termómetro de mercurio
- . Un termómetro digital
- . Un recipiente con agua
- . Una parrilla eléctrica

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Tomar los datos necesarios para determinar la exactitud y la precisión del termómetro de mercurio, respecto a un valor de temperatura determinada. (Se sugiere que la temperatura de referencia sea la del punto de ebullición del agua, medida con el termómetro digital).
- b) Tomar lecturas de temperatura a intervalos de 10°C y obtener la curva de calibración del termómetro de mercurio. (Se sugiere tomar las lecturas en ambos sentidos, ascendente y descendente, y comparar las dos curvas).
- c) Ajustar la curva obtenida y determinar la sensibilidad del termómetro de mercurio. (Compare los resultados obtenidos al tomar las lecturas en ascenso y en descenso).

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

ESTATICA 1

(MODELADO Y/O VERIFICACION)

SISTEMA DE FUERZAS CONCURRENTES Y COPLANARES

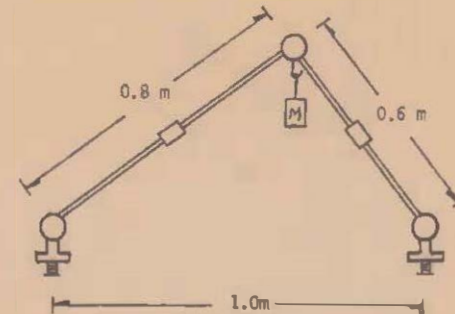
I. OBJETIVOS

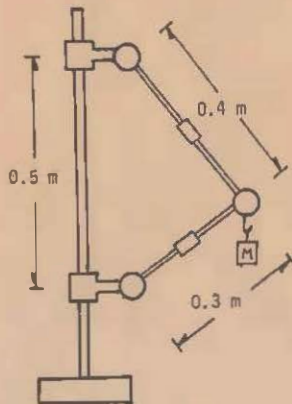
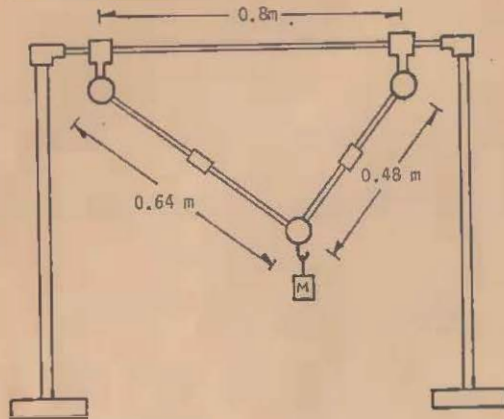
1. Obtención del modelo matemático que determina las condiciones de equilibrio.
2. Estimación de las incertidumbres de las variables medidas.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un maletín de enseñanza de la estática
- . Un flexómetro
- . Un juego de masas
 - 1 de 0.1 kg
 - 2 de 0.2 kg
 - 1 de 0.5 kg
 - 2 de 1.0 kg
 - 1 de 2.0 kg
- . Dos bases
- . Dos varillas de 1 m
- . Dos tornillos de sujeción

III. ESTRUCTURAS SUGERIDAS





IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Seleccionar y armar una de las estructuras que se proponen.
- b) Introducir los dinamómetros.
- c) Registrar el valor de las fuerzas para diferentes valores de masas.
- d) Obtener los valores medios y las incertidumbres de las fuerzas.
- e) Determinar los ángulos y sus incertidumbres.
- f) Realizar las proyecciones en los ejes (x, y) de las fuerzas medias.
- g) Calcular las incertidumbres de las proyecciones.
- h) Realizar la suma algebraica de las proyecciones de las fuerzas, así como de sus incertidumbres, en cada uno de los ejes.

V. ELABORACION DE CALCULOS

VI. PRESENTACION DE RESULTADOS

VII. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VIII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

IX. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

ESTÁTICA 2

(VERIFICACIÓN)

VERIFICACIÓN DEL EQUILIBRIO DE UN SISTEMA DE FUERZAS COPLANARES

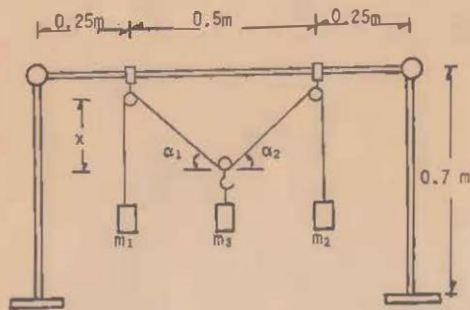
I. OBJETIVO

Comprobar experimentalmente el modelo matemático que establece las condiciones de equilibrio en un sistema de fuerzas coplanares.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un maletín de enseñanza de la estática.
- . Un flexómetro
- . Dos varillas de 70 cm
- . Una varilla de 1 m
- . Dos poleas simples
- . Una cuerda
- . Dos uniones de 90°
- . Dos ganchos para polea
- . Un juego de pesas.

III. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA SUGERIDA



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar la estructura propuesta
- b) Obtener los valores teóricos de las masas m_1 y m_2 que permitan mantener a la masa m_3 en la posición de equilibrio, determinada por los ángulos α_1 y α_2 .
- c) Compare los valores obtenidos experimentalmente con los teóricos y determine si se cumple el modelo matemático obtenido anteriormente.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

ESTÁTICA 3

(VERIFICACION)

COMPROBACION DEL EQUILIBRIO ESTÁTICO EN UN SISTEMA DE FUERZAS

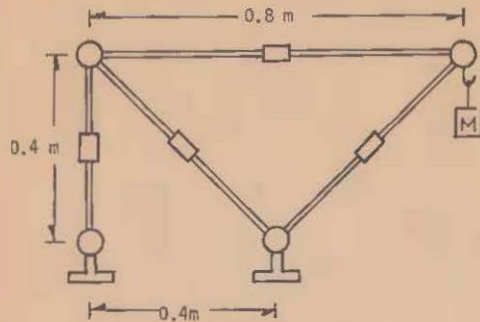
I. OBJETIVO

1. Comprobar las predicciones teóricas de los valores de las fuerzas que deben ocurrir en una estructura plana simple.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un maletín de enseñanza de la estática
- Un flexómetro
- Un juego de masas
 - 1 de 0.5 kg
 - 1 de 1.0 kg
 - 1 de 2.0 kg

III. ESTRUCTURA SUGERIDA



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar la estructura.
- b) Registrar el valor de las fuerzas indicado en los dinamómetros.
- c) Efectuar un análisis que contenga la información suficiente para validar o invalidar el modelo del que se partió para esta práctica.

V. PRESENTACION DE CALCULOS TEORICOS Y RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

ESTÁTICA 4

(VERIFICACION)

COMPROBACION DEL EQUILIBRIO DE UNA ESTRUCTURA SOMETIDA A LA ACCION DE DOS FUERZAS

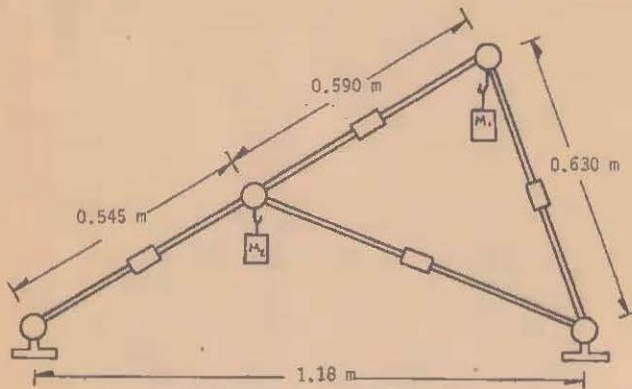
I. OBJETIVO

Comprobar que en una estructura plana, sometida a la acción de dos fuerzas, se cumple el modelo de equilibrio de fuerzas coplanares obtenido anteriormente.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un maletín de estática
- Un juego de masas
- Un flexómetro

III. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA SUGERIDA



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Proponer una estructura y determinar teóricamente las reacciones al someterla a la acción de dos fuerzas.
- Amar la estructura propuesta.
- Colocar los dinamómetros de tal manera que se puedan obtener los resultados de las reacciones debido a la acción de cada una de las masas.
- Comparar los resultados obtenidos con las lecturas experimentales de los dinamómetros.
- Repetir el experimento cuantas veces se desee, cambiando las masas.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

CINEMATICA 1
(MODELADO Y/O VERIFICACION)
CAIDA VERTICAL

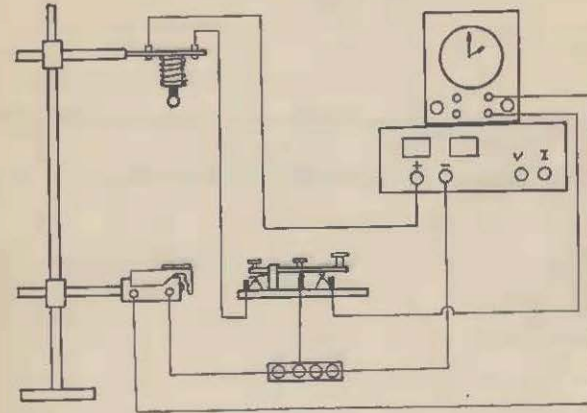
I. OBJETIVOS

1. Elaborar un modelo que relacione a las variables cinemáticas: aceleración, velocidad y desplazamiento.
2. Determinar el valor de la aceleración de la gravedad.
3. Estimar los errores que se cometieron en el desarrollo del experimento.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un cronómetro eléctrico
- . Un flexómetro
- . Una fuente de poder
- . Una placa de contacto
- . Un electroimán y balín de acero
- . Una llave-morse
- . Una base
- . Siete cables de interconexión
- . Un nodo
- . Dos tornillos de sujeción.

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Ensamblar el equipo como se muestra.
- b) Ajustar los dispositivos para su perfecto funcionamiento de acuerdo a los manuales de operación.
- c) Definir las variables de interés y realizar el experimento tantas veces como se considere necesario.
- d) Elaborar una gráfica que identifique el tipo de movimiento.
- e) Obtener el modelo matemático con el método de pares-de puntos.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

CINEMATICA 2
(MODELADO Y/O VERIFICACION)
° CAIDA LIBRE

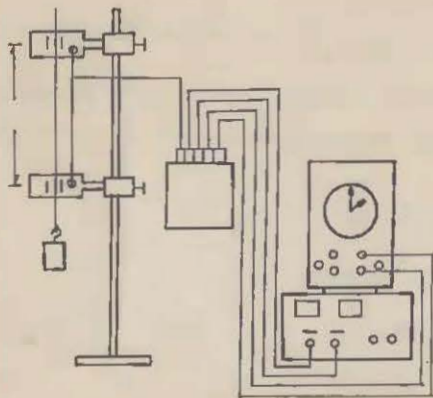
I. OBJETIVOS

1. Obtener el modelo matemático que relaciona las variables que intervienen en el fenómeno de caída libre.
2. Determinar experimentalmente la aceleración de la gravedad.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Una fuente de poder
- . Un cronómetro eléctrico
- . Un circuito sensor de accionamiento del cronómetro
- . Una base universal
- . Una varilla de 1m de longitud mínima
- . Dos tornillos de sujeción
- . Un juego de masas
- . Un flexómetro

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar el equipo de acuerdo al esquema.
- b) Ajustar el equipo hasta el punto de accionamiento del cronómetro.
- c) Realizar el experimento tantas veces como se considere necesario, obteniendo los valores de las variables que intervienen en el fenómeno.
- d) Sistematizar la información obtenida.
- e) Elaborar la gráfica distancia contra tiempo e identificar el tipo de movimiento.
- f) Utilizar el método de pares de puntos para obtener el modelo matemático.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

CINEMATICA 3
(VERIFICACION)
PLANO INCLINADO

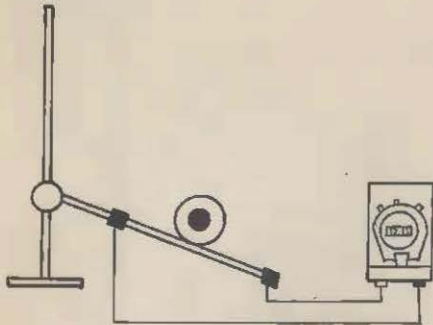
I. OBJETIVOS

1. Predecir y comprobar experimentalmente, basados en la aceleración de la gravedad determinada previamente, el comportamiento cinemático de un cuerpo que se desplaza sobre un plano inclinado.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un cronómetro digital
- . Dos interruptores de lengüeta
- . Un flexómetro
- . Una base universal
- . Una varilla de 1m
- . Un riel de aluminio
- . Un carrete de plástico con un imán
- . Un tornillo de sujeción de 180°
- . Cuatro cables banana-banana

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar el equipo de acuerdo al esquema.
- b) Tomar lecturas de tiempo para distancias prefijadas
- c) Realizar una gráfica en donde la pendiente represente la aceleración del carrete.
- d) Comparar la aceleración del inciso anterior con la predicción de la aceleración a través del modelo matemático indicando su error.

V. PRESENTACIÓN DE CALCULOS Y RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

ELECTRICIDAD 1
RESISTENCIA ELECTRICA
(MODELADO)

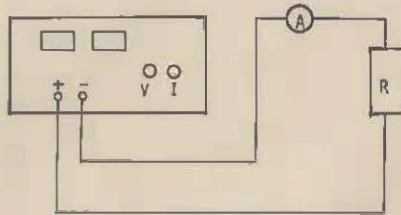
I. OBJETIVO

Determinar el modelo matemático que relaciona la diferencia de potencial eléctrico aplicado a un resistor con la intensidad de corriente eléctrica que circula por él,

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un multímetro
- Una fuente de poder de 0 a 40 V y de 0.1 a 1.0 A
- Tres cables de conexión tipo banana-banana.
- Una tableta de pruebas.
- Un resistor

III. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRICO PROPUESTO.



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Armar el circuito mostrado en la figura, teniendo en cuenta las recomendaciones del profesor.
- Aplicar distintos voltajes al resistor por medio de la fuente, comenzando desde el valor mínimo hasta el máximo y registrar los valores correspondientes de corriente para cada voltaje aplicado.
- Repetir la actividad anterior las veces que se consideren necesarias y realizar un tratamiento estadístico de los valores obtenidos que permita determinar el modelo matemático que relaciona ambas variables.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES.

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

ELECTRICIDAD 2
(VERIFICACION)

CIRCUITO SERIE - PARALELO

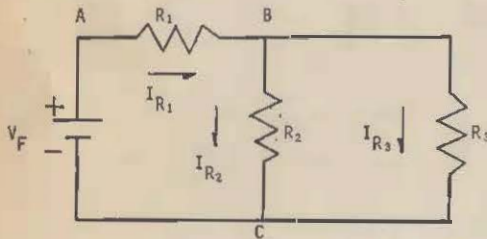
I. OBJETIVOS

1. Comprobar que el modelo es aplicable a cualquier circuito eléctrico resistivo.
2. Comprobar experimentalmente los cálculos teóricos de las variables implicadas en un circuito así como sus incertidumbres.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Una fuente de poder FP lab. 1
- Un multímetro Philips PM-2412
- Una tableta de pruebas
- Seis cables de interconexión
- Tres resistores

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



$$R_1 = 100 \Omega \pm 5\%$$

$$R_2 = 150 \Omega \pm 5\%$$

$$R_3 = 330 \Omega \pm 5\%$$

$$V_F = 10 \text{ V} \pm 1\%$$

IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar el circuito de la figura
- b) Obtener los valores teóricos de I_{R_1} , I_{R_2} , I_{R_3} , V_{AB} y V_{BC} indicando sus incertidumbres.
- c) Efectuar las mediciones necesarias para obtener los valores experimentales de las variables desconocidas con sus incertidumbres.
- d) Comparar los resultados teóricos con los experimentales.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

ELECTRICIDAD 3 MOTOR ELECTRICO (VERIFICACION)

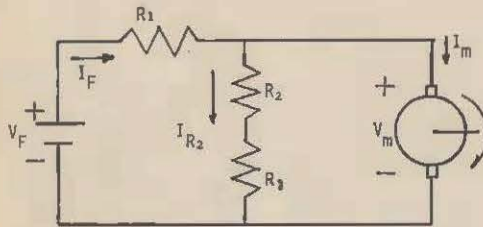
I. OBJETIVO

Comprobar que el modelo obtenido anteriormente se cumple en un circuito resistivo que incluye un motor eléctrico.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Una fuente de poder de 0 a 40 V y 0,1 a 1.2 A
- Un multímetro
- Un motor eléctrico de corriente directa
- Tres resistores.

III. DIAGRAMA DEL CIRCUITO ELECTRICO PROPUESTO.



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Caracterizar el motor eléctrico en el laboratorio previamente a la realización de la práctica.
- Conociendo el voltaje y la corriente a que opera el motor (V_m , I_m) determinar teóricamente el valor de R_1 , R_2 y R_3 , sabiendo que $I_F = 2 I_m$ y $V_F = 12 V$.
- Aproximar los valores de las resistencias a los comerciales y comprarlas.
- Armar el circuito propuesto y comprobar en el laboratorio que el motor opera bajo las condiciones de voltaje y corriente requeridos.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

MAGNETISMO 1
(MODELADO)
SOLENOIDE

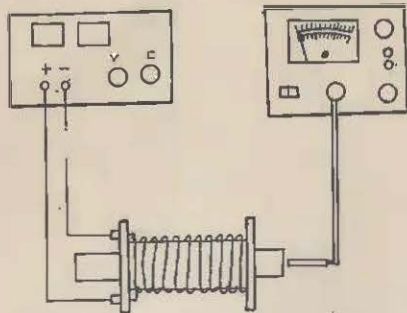
I. OBJETIVOS

1. Establecer la relación existente entre la intensidad de corriente eléctrica y el vector de inducción magnética.
2. Estimar los errores que ocurran en el desarrollo del experimento.

II. EQUIPO SUGERIDO

- . Un teslámetro con punta axial.
- . Una fuente de poder FP Lab 2
- . Una bobina de alambre esmaltado
- . Dos cables
- . Un núcleo

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Armar el equipo de acuerdo al esquema.
- b) Pedir al instructor del laboratorio asesoría para efectuar la conexión y uso del teslámetro. Preguntar las precauciones que se deben seguir con este instrumento.
- c) Tomar las lecturas que se consideren necesarias.
- d) Reducir la corriente a 0 A y desconectar la bobina.
- e) Sistematizar la información obtenida.
- f) Determinar el modelo matemático con el método de pares de puntos.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

MAGNETISMO 2 BOBINA DE INDUCCION (MODELADO)

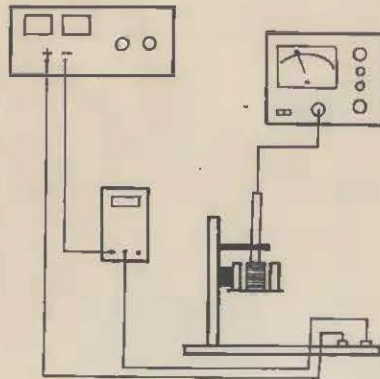
I. OBJETIVO

Determinar el modelo matemático que relaciona la densidad del campo magnético y la corriente eléctrica que lo genera al circular por un conductor.

II. EQUIPO PROPUESTO

- Una bobina de inducción
- Una fuente de poder
- Un teslámetro
- Un juego de cables

III. ESQUEMA DEL EQUIPO PROPUESTO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Armar el equipo propuesto como se muestra en el esquema, teniendo en cuenta las recomendaciones del profesor.
- Calibrar el teslámetro y colocar los controles de voltaje y de corriente de la fuente al mínimo y al máximo respectivamente.
- Energizar la bobina, variando el voltaje hasta tener una corriente de 10 mA, a partir de este punto tomar valores correspondientes de densidad de campo magnético, voltaje y corriente, variando el voltaje suministrado por la fuente, hasta que la corriente alcance un valor de 200 mA.
- Finalmente, variar lentamente el control de voltaje hasta el mínimo y entonces apagar la fuente.
- Con los datos obtenidos de corriente y densidad de campo magnético realizar el tratamiento estadístico, que se considere adecuado, y obtener el modelo matemático que relaciona dichas variables físicas.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

MAGNETISMO 3
(VERIFICACION)
RELEVADOR

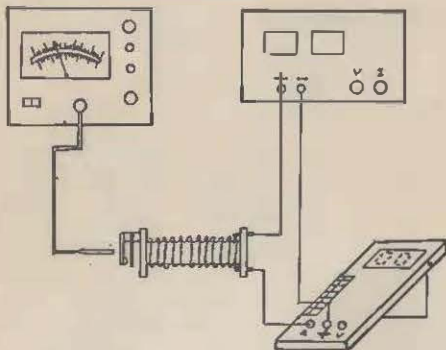
I. OBJETIVO

1. Determinar la corriente que debe circular por una bobina para un valor de densidad de campo magnético dado, tanto en forma teórica aplicando el modelo, como en forma experimental.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Una bobina
- Una fuente de poder
- Dos cables
- Un teslámetro
- Un multímetro digital

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Determinar la corriente para obtener un valor de la magnitud del vector de inducción magnética de 24 mT en el centro de la bobina a 0.2 cm de distancia de uno de los extremos.
- b) Conectar la bobina y el amperímetro (multímetro) como se muestra en el esquema.
- c) Poner en operación el teslámetro. Preguntar al instructor de laboratorio las precauciones que se deben seguir con este instrumento.
- d) Colocar la punta del teslámetro y variar el valor de la corriente para obtener el valor del vector de inducción magnética deseado.
- e) Registrar el valor de la corriente.

V. PRESENTACION DE CALCULOS TEORICOS Y RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

HIDROSTATICA 1 MANOMETRO DIFERENCIAL (MODELADO)

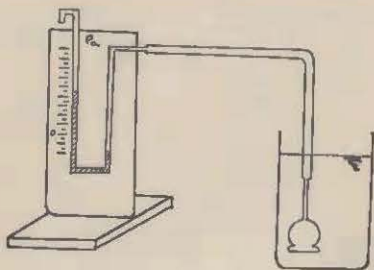
I. OBJETIVO

Determinar el modelo matemático que relaciona la variación de la presión con la profundidad en un líquido en reposo.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un recipiente transparente graduado en cm., conteniendo agua.
- Un manómetro diferencial graduado en N/m^2 , con alcohol pintado con anilina como líquido manométrico.
- Una campana de inmersión.
- Manguera de hule

III. ESQUEMA DEL EQUIPO PROPUESTO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- Armar el equipo propuesto como se muestra en el esquema.
- Sumergir lentamente la campana de inmersión, conectada al manómetro diferencial, en el agua dentro del recipiente y tomar lecturas de profundidad y presión correspondientes.
Procurando no derramar el alcohol del manómetro.
Se pueden hacer tantas lecturas como se quiera y en orden ascendente o descendente.
- Utilizar el método de pares de puntos y obtener el modelo matemático que presente el fenómeno, explicando el significado de cada término.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

HIDROSTATICA 3
EXPERIMENTO DE TORRICELLI
(VERIFICACION)

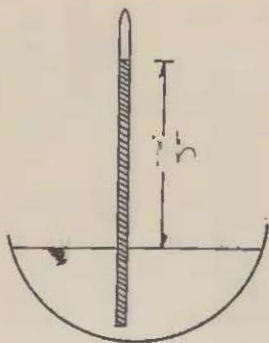
I. OBJETIVOS

1. Conocer el experimento de Torricelli y aprender a medir la presión atmosférica utilizando el barómetro de Torricelli.
2. Verificar el cumplimiento del modelo matemático, que relaciona la variación de la presión con la profundidad en un líquido en reposo, obtenido anteriormente.

II. EQUIPO PROPUESTO

- Un tubo de vidrio
- Una cápsula de porcelana
- Mercurio
- Un flexómetro

III. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Investigar el valor de la presión atmosférica en la Ciudad de México, en Pascales.
- b) Realizar el experimento de Torricelli tantas veces como se desee, teniendo precaución de no derramar el mercurio.
- c) Considerando el valor medio y la incertidumbre de la densidad, la gravedad y la altura de la columna de mercurio, comprobar que el modelo matemático obtenido anteriormente se cumple.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS.

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

HIDROSTATICA 4 (VERIFICACION) DENSIMETRO

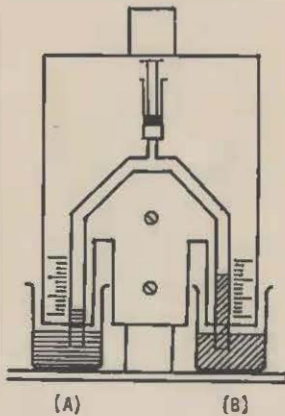
I. OBJETIVOS

1. Aplicar el modelo para determinar una propiedad importante de los líquidos, la densidad.
2. Contrastar experimentalmente los cálculos teóricos.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un densímetro
- Dos recipientes con líquidos diferentes

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Obtener el valor teórico de la densidad del líquido desconocido (B).
- b) Disponer el equipo de acuerdo al esquema, en donde uno de los recipientes contiene al líquido cuya densidad es conocida. (A)
- c) Jalar el émbolo de la jeringa y efectuar las mediciones necesarias para determinar la densidad del líquido desconocido.
- d) Comparar los resultados teóricos con los experimentales. Validar o invalidar el modelo.

V. PRESENTACION DE CALCULOS TEORICOS Y RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA.

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES.

TERMODINAMICA I
CALOR ESPECIFICO DE UN LIQUIDO
(MODELADO)

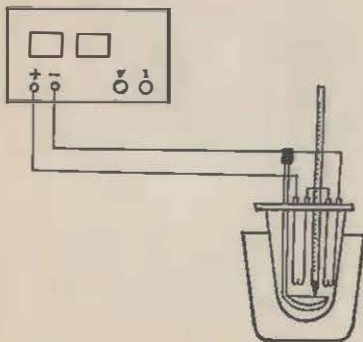
I. OBJETIVOS

1. Determinar el modelo matemático que relaciona el calor suministrado a una sustancia con el incremento de temperatura que ésta experimenta.
2. Determinar el valor del calor específico del agua.

II. EQUIPO PROPUESTO

- Un vaso de precipitados
- Una balanza
- Un calorímetro
- Un termómetro
- Una fuente de poder
- Una resistencia de inmersión
- Un cronómetro
- Agua

III. ESQUEMA DEL EQUIPO PROPUESTO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Llenar el calorímetro con una cierta masa de agua teniendo cuidado que la resistencia quede completamente sumergida y medir la temperatura del agua.
- b) Conectar la resistencia a la fuente, girar la perilla de corriente al máximo y el control de voltaje hasta el valor deseado. En este momento comenzar a medir el tiempo y la temperatura a intervalos iguales. (Realizar el número de lecturas que se desee, siempre y cuando el agua no llegue al punto de ebullición).
- c) Cuantificar el calor suministrado al agua durante cada intervalo de tiempo, mediante el valor del voltaje y de la corriente eléctrica.
- d) Utilizar el método de pares de puntos para obtener el modelo matemático que relaciona el calor suministrado con la variación de temperatura.
- e) Analizar el valor y unidades de la pendiente del modelo obtenido y determinar el calor específico del agua.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

TERMODINAMICA 2
(MODELADO)

CALOR ESPECIFICO DE UN SOLIDO

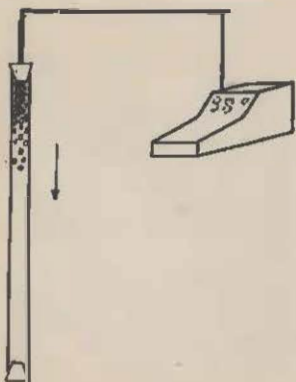
I. OBJETIVOS

1. Comprobar que al dar trabajo a un sistema se puede lograr un incremento de temperatura en él.
2. Obtener el modelo matemático que relaciona las variables calor y temperatura.
3. Determinar el calor específico del material propuesto.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un tubo de vidrio de 4cm de diámetro y 1.2 m de longitud.
- Dos tapones de hule, uno perforado.
- Granalla de cobre.
- Un termómetro digital.
- Una balanza.
- Un flexómetro.

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Disponer el equipo como se muestra en la figura colocando 300 g de cobre.
- b) Medir la temperatura inicial.
- c) Sacar la punta del termómetro y sellar el tapón.
- d) Colocar el tubo verticalmente para hacer caer la granalla de un extremo a otro, al menos 50 veces. Sostener los dos tapones con ambas manos.
- e) Quitar el sello al tapón e introducir la punta del termómetro para obtener la temperatura final.
- f) Cambiar la granalla de cobre por otra cantidad igual y repetir el experimento cuantas veces lo desee.
- g) Determinar el calor transmitido al sistema.
- h) Utilizarlos datos obtenidos para determinar el calor específico y su incertidumbre.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. INVESTIGACION DE APLICACIONES

VII. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VIII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

TERMODINAMICA 3
MEZCLA DE DOS LIQUIDOS
(VERIFICACION)

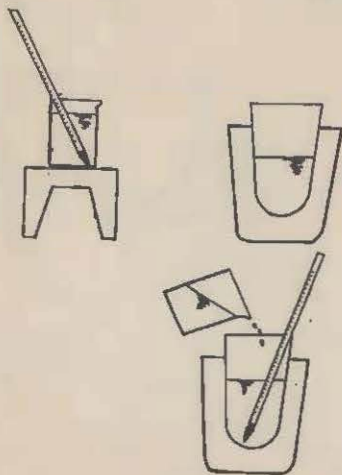
I. OBJETIVOS

1. Verificar el cumplimiento del modelo matemático obtenido anteriormente.
2. Determinar la temperatura de equilibrio al mezclar dos líquidos a temperaturas diferentes.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Dos vasos de precipitados
- Una balanza
- Un calorímetro
- Una parrilla eléctrica o una resistencia de inmersión.
- Un termómetro
- Agua

III. ESQUEMA DEL EQUIPO PROPUESTO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) Proponer dos masas distintas de agua a diferentes temperaturas, una de ellas a temperatura ambiente, y calcular el valor de la temperatura de equilibrio.
- b) Calentar cierta masa de agua, en uno de los vasos de precipitados, hasta determinada temperatura.
- c) Mezclar en el calorímetro una masa de agua a temperatura ambiente con la masa de agua caliente y medir con el termómetro la temperatura de equilibrio.
- d) Comparar el valor obtenido experimentalmente con el calculado teóricamente.

V. PRESENTACION DE RESULTADOS

VI. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VII. COMENTARIOS Y/O CONCLUSIONES

TERMODINAMICA 4
(VERIFICACION)
CALORIMETRIA

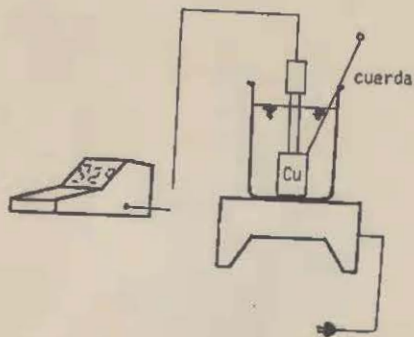
I. OBJETIVOS

1. Determinar el calor específico de una sustancia cuando se establece la condición de equilibrio térmico en un sistema líquido-sólido.

II. EQUIPO SUGERIDO

- Un calorímetro
- Una balanza
- Dos vasos de precipitado de 300 ml.
- Un termómetro digital
- Un trozo de cobre con perforación
- Una parrilla eléctrica

III. ESQUEMA DEL EQUIPO SUGERIDO



IV. ACTIVIDADES PROPUESTAS

- a) En el calorímetro verter 150 g de agua y registrar su temperatura.
- b) Determinar la masa del trozo de cobre y sumergirlo en un vaso de precipitado con agua como se muestra en la figura. Observar que la punta del termómetro se coloca en la perforación que tiene el cobre.
- c) Suministrar calor al sólido. Para ello, calentar hasta que el agua alcance la temperatura de ebullición.
- d) Retirar el sólido junto con el termómetro (auxiliarse de la cuerda).
- e) Registrar la temperatura del sólido momentos antes de introducirlo al calorímetro. Esta será la temperatura inicial del sólido antes de la condición de equilibrio.
- f) Tapar el calorímetro y agitar el contenido. Registrar la temperatura de equilibrio.
- g) Determinar, mediante el modelo matemático, establecido previamente, el calor específico de la sustancia desconocida.

IV. PRESENTACIÓN DE CALCULOS TEORICOS Y RESULTADOS

V. BIBLIOGRAFIA EMPLEADA

VI. COMENTARIOS BIBLIOGRAFICOS

APENDICE A

INSTRUCTIVO PARA EL USO DE LA BALANZA

I. INTRODUCCIÓN

La balanza de triple brazo es un instrumento de medición que permite realizar lecturas de masas hasta 610g y 2610g con pesas accesorias, con una resolución de 0.1g. La visibilidad de las muescas de los brazos y el ajuste de cero permiten un trabajo ágil y reducen los errores.

Contiene un sistema de amortiguación magnética que acelera el proceso de medición sin afectar ni la sensibilidad ni la exactitud.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Básicamente, la masa de un objeto se determina equilibrándolo (balanceándolo) con una masa estándar equidistante respecto al centro del brazo de una palanca. Figura A-1.

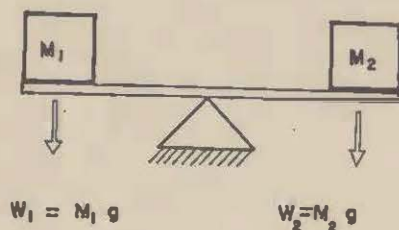


Figura A-1

En esa condición de equilibrio los pesos y masas de los objetos son iguales:

$$W_1 = W_2 \text{ ó } m_1 g = m_2 g \text{ y } m_1 = m_2.$$

Este es el principio en el que se basa el funcionamiento de la balanza.

De los diferentes tipos de balanzas, este instrumento corresponde al de tres brazos (ver figura A-2). Cada brazo tiene una masa deslizante de diferente magnitud

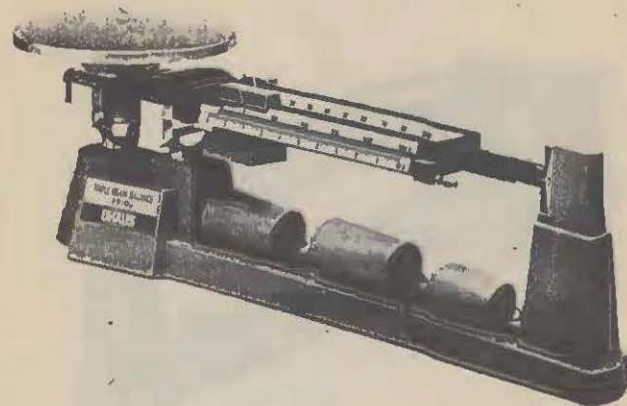


Figura A-2

según el múltiplo de masa que se desee y, para incrementar el intervalo de medición se le pueden añadir al extremo de los brazos, las pesas estándar.

Adicionalmente, y como característica propia de este instrumento, la balanza cuenta con el sistema de amortiguación magnética el cual hace que el brazo múltiple llegue al reposo en forma rápida. Para ello, este sistema trabaja sobre el principio de la resistencia de un campo magnético permanente al movimiento de una aleta amortiguadora no magnética de aluminio, fijada al brazo. Las caras polares de los imanes amortiguadores se hallan a ambos lados de la aleta. La fuerza amortiguadora es proporcional a la velocidad de la aleta y se reduce a cero al detenerse el brazo, inactivándose a sí misma.

III. DESCRIPCIÓN

En la figura A-3 se muestra el modelo de la balanza de tres brazos con sus partes y accesorios.

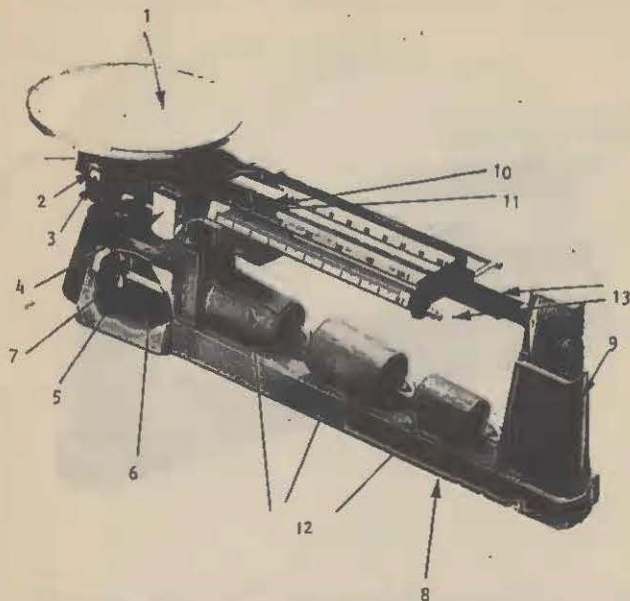


Figura A-3

No. Identificación	Cantidad	Descripción
1	1	Taza de balanza
2	4	Plato de fricción
3	4	Cojinete
4	4	Tapa de cojinete
5	1	Lázo de plataforma
6	2	Conjunto de varilla retén
7	1	Perno retén
8	1	Base
9	1	Parante de límite de brazo.
10	1	Conjunto de pesa de 500 g
11	1	Conjunto de pesa de 10 g
12	1	Jgo. accesorio de pesas métricas
13	2	Pivote del juego de pesas

IV. USO DE LA BALANZA

Para un adecuado uso de la balanza y realizar mediciones fieles se deben seguir los pasos siguientes:

1. Ajuste a cero
 - a) Coloque la balanza sobre una superficie horizontal, lisa y plana.
 - b) Deslice las pesas (500 g, 100g y 10 g) hasta la posición de cero.
 - c) Ajuste la perilla moleteada (figura A-4) que se halla en el extremo izquierdo del brazo.

Es aconsejable verificar periódicamente la puesta a cero

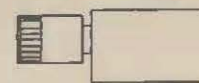


Figura A-4

2. Manera de pesar:

Coloque el espécimen en la taza y proceda como sigue:

 - a) Comenzando por el brazo de mayor capacidad (500 g), mueva la pesa de 500 g hacia la derecha hasta la muesca que haga caer el indicador, - luego hágala retroceder una muesca haciendo que el indicador suba.
 - b) Repita el procedimiento con la pesa de 100 g.
 - c) Deslice la pesa de 10 g hasta la posición que haga descansar el indicador en cero.

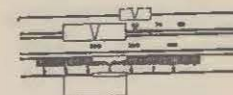


Figura A-5

El peso del espécimen es la suma de los valores de todas las posiciones de pesas hechas directamente en los brazos graduados.

3. Pesas accesorias:

La capacidad total es 2610 g cuando se suspenden las pesas accesorias 13 de los pivotes 14.. Sin las pesas la capacidad es de 610 g.

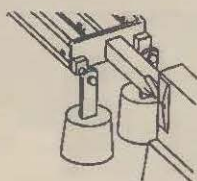


Figura A-6

4. Cuidado y Mantenimiento:

Mantenga la balanza limpia en todo momento. En general, la mayor parte de las sustancias extrañas podrán quitarse fácilmente mediante una jeringa de aire, pero un trozo de cinta de respaldo adhesivo, apretado contra las caras de los imanes, las mantendrá libres de suciedad. Jamás aplique lubricantes a las cuchillas ni a los cojinetes, ni permita la acumulación de sustancias extrañas.

5. Especificaciones:

Capacidad

Con juego de pesas.....2610 g

Sin juego de pesas..... 610 g

Resolución

Escalas

Brazo delantero 10 g x 0.1 g

Brazo central 500 g x 100 g

Brazo traecero 100 g x 10 g

APENDICE B

MALETÍN PARA LA ENSEÑANZA DE LA ESTÁTICA

I. INTRODUCCIÓN

El maletín para la enseñanza de la estática contiene los elementos necesarios para construir estructuras planas que auxilien la enseñanza teórica de esta rama de la mecánica. Este equipo reúne las siguientes características:

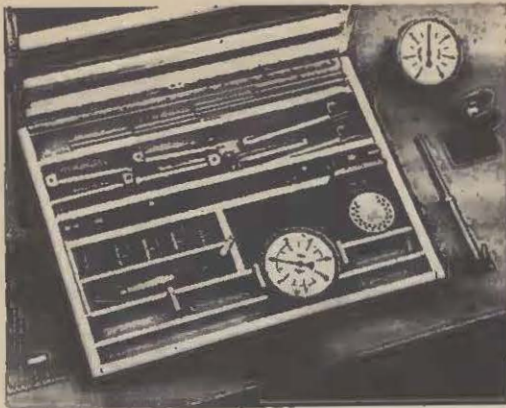
- a) Dispone de varillas fijas de diferentes longitudes.
- b) Permite reunir varias varillas, en diferentes direcciones, en un punto de unión de modo que todas las varillas se articulen unas con otras.
- c) Permite la medición, en la estructura plana ya montada, de la fuerza ejercida sobre cada varilla, cuidando que el proceso de medición no altere el equilibrio de la estructura. Tampoco el propio peso de la estructura influirá en los resultados.

II. DESCRIPCIÓN

A continuación se listan las partes y cantidades de cada una de ellas, que contiene el maletín.

Contenido:

Descripción	Cantidad	Figura
Dinamómetro de tracción-compresión	2	B-3
Gancho	1	B-7
Varilla, longitud: 15 cm	2	B-1
Varilla, longitud: 21.5 cm	4	B-1
Varilla, longitud: 30 cm	4	B-1
Varilla, longitud: 38.5 cm	4	B-1
Punto de apoyo con tornillo de apriete.	2	B-6
Acoplamiento	8	B-5
Punto de unión	2	B-4
Manguito	5	B-2
Flecha	4	B-8
Llave de cubo	1	B-9



Las varillas (figura B-1) se pueden insertar y fijar en la parte tubular de un punto de unión (figura B-4) o en un acoplamiento (figura B-5). Se puede prolongar también una varilla mediante otra, uniéndolas por medio de un manguito (figura B-2).

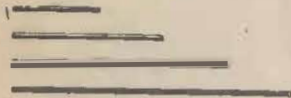


Figura B-1



Figura B-2

El manguito es importante por dos razones:

1. Permite unir dos varillas para prolongar su longitud efectiva.
2. Permite unir dos varillas y ser sustituido por un dinamómetro que realizará la medición de la fuerza aplicada en el lugar donde ocurre la unión.

El dinamómetro (figura B-3)

Las características de este instrumento de medición se explican en el Apéndice C.

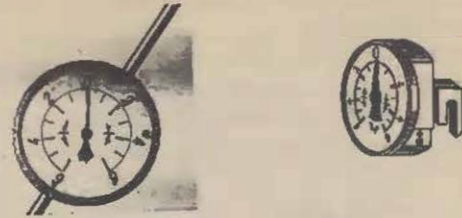


Figura B-3

El punto de unión (figura B-4) está constituido, esencialmente, por dos discos de metal. Cada disco contiene 30 perforaciones, hecho que permite fijar varios acoplamientos en todas direcciones. Cada acoplamiento (figura B-5) está provisto de pasadores cilíndricos con resorte, que pueden penetrar en las perforaciones del punto de unión.



Figura B-4

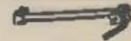


Figura B-5

El punto de apoyo (figura B-6) es un punto de empalme especial, diseñado para servir a su vez de soporte. La placa base de esta pieza puede fijarse en cualquier borde de una mesa por medio del tornillo de apriete.

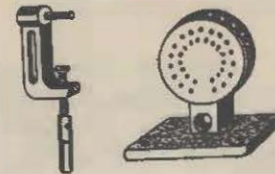


Figura B-6

El gancho (figura B-7) se fijará en un punto conveniente, cuando éste deba soportar una fuerza exterior.

La flecha (figura B-8) sirve para indicar la dirección y sentido de las fuerzas que actúan sobre los puntos de unión y las varillas.

La llave de cubo (figura B-9) vale para todos los tornillos. Es el único instrumento útil para el montaje y desmontaje de la estructura.



Figura B-7



Figura B-8



Figura B-9

III. USO

Para el montaje de la estructura se recomienda la siguiente secuencia:

1. Calcular las distancias entre los puntos de unión.
2. Ensamblar las varillas.
3. Ensamblar la estructura apoyando los elementos horizontalmente sobre la mesa.
4. Enderezar la estructura hasta su posición vertical.
5. Fijarla sobre la mesa a través de los puntos de apoyo.
6. Corregir la dirección y sentido de las varillas.
7. Corregir las distancias existentes entre los puntos de unión.
8. Montar los dinamómetros en el lugar seleccionado.
9. Compensar el peso de la estructura.
10. Aplicar fuerzas externas a través del gancho.
11. Tomar mediciones de las fuerzas dadas en los dinamómetros.

Condiciones que deben observarse en el armado

- a) Estrictamente, armar la estructura en posición horizontal.
- b) No apretar los tornillos definitivamente, hasta que no se hayan corregido las distancias entre los puntos de unión, para ello, una vez ensamblada la estructura, se pueden deslizar las varillas dentro del tubo de los acoplamientos o puntos de unión lo necesario (no más de 10 cm) para ajustar distancias.
- c) Apretar los tornillos, una vez corregidas las dimensiones de las estructuras, lo suficiente para evitar que las varillas se deslicen o se aflojen.

los manguitos y/o dinamómetros. Cualquier exceso en el apriete puede dañar los tornillos.

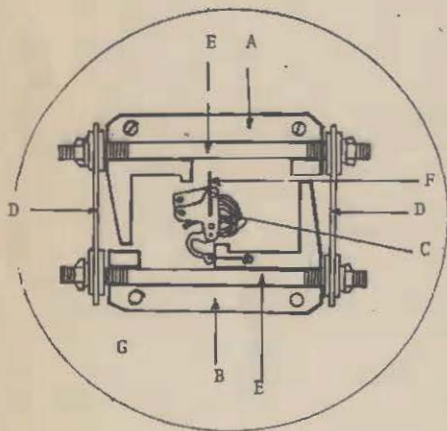
- d) Comprobar que todas las líneas de acción de las varillas acopladas en un punto de unión, incidán todas en un mismo punto.
- e) Colocar los dinamómetros una vez que se hallan verificado los puntos anteriores.
- f) Una vez atornillado el dinamómetro, desmontar el manguito correspondiente.
- g) Ajustar a cero todos los dinamómetros antes de aplicar a la estructura cualquier fuerza externa. Para esto, girar la carátula hasta lograr que la aguja marque cero.
- h) Para desarmar la estructura se invierte el proceso. Para desmontar el dinamómetro, se coloca nuevamente el manguito correspondiente y se procede a desmontarlo.

APÉNDICE C

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL DINAMÓMETRO

I. INTRODUCCIÓN

El dinamómetro es un instrumento que se emplea para la medición de fuerzas, el tipo Leybold del maletín de Estática basa su principio de operación en la medición de un desplazamiento debido a una fuerza aplicada a un elemento elástico.



- A. Soporte fijo
- B. Soporte móvil
- C. Mecanismo de relojería
- D. Elemento elástico (laminas)
- E. Pernos
- F. Aguja indicadora
- G. Grapa

Figura C-1

En la fig. 1 se muestra el mecanismo de operación del dinamómetro, el elemento elástico que funcionará como transductor fuerza-desplazamiento está formado por láminas de acero y se representan con la letra D, estos elementos están fijos a los soportes A y B.

Al aplicar una fuerza sobre el soporte B, éste se desplazará hacia la derecha o izquierda (ver figura 2), mientras que el soporte A queda fijo a la caja del dinamómetro, al desplazarse, los elementos elásticos se deformarán dependiendo de la magnitud de la fuerza aplicada, el soporte B moverá la grapa G, ésta a

su vez transmitirá dicho movimiento al mecanismo de relojería en donde se amplifica y provoca un giro de la aguja sobre una escala graduada donde podrá verse la magnitud de la fuerza aplicada. A este mecanismo de medición también se le conoce como balanza de resorte.

Si la dirección de la fuerza aplicada es como se ilustra en la figura 2a, entonces el dinamómetro registrará la magnitud y se dice que está sometida a una fuerza de compresión, si por el contrario la dirección de la fuerza es como se ilustra en la figura 2b, el instrumento está sometido a una fuerza de tensión, de esta manera el dinamómetro Leybold puede medir fuerzas a tensión o a compresión según sea el caso.

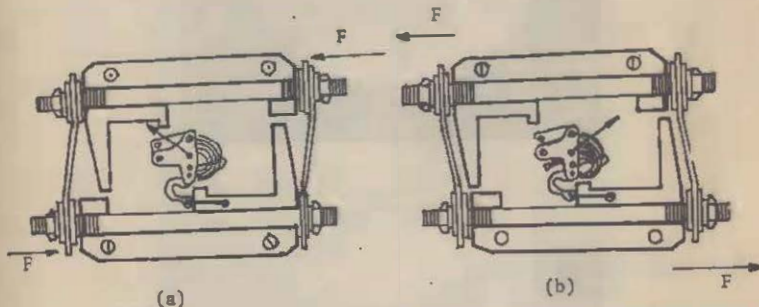


Figura C-2

II. DESCRIPCIÓN

En la figura 3 se muestra el dinamómetro Leybold, su caja tiene un diámetro de 100 mm, un peso de 260g, la carátula muestra la escala de medición y está graduada en N, tiene una resolución de 10 N, su rango es de 10-60 N a compresión y 10-60 N a tracción, las fuerzas de compresión son indicadas sobre la escala por el símbolo -|- y las de tensión por +|+, la longitud de arco

de la escala graduada es de alrededor de 150 mm, la carátula es giratoria con el fin de ajustar a cero y compensar el peso propio de la estructura.

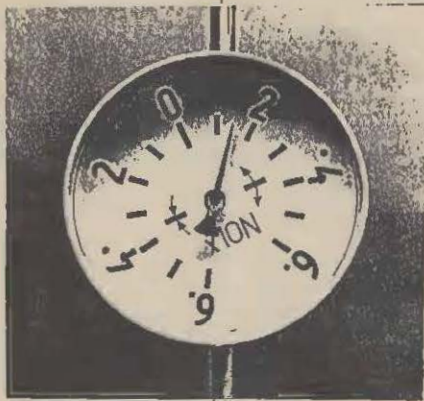


Figura C-3

III. MEDICIÓN Y PRECAUCIONES

Para realizar la experimentación, es necesario seguir las siguientes instrucciones:

1. Ensamblar la estructura en una superficie plana colocando un manguito en el lugar donde se realizará la medición, es decir donde se colocará el dinamómetro.
2. Una vez armada y fijada la estructura se sustituye el manguito por el dinamómetro, de la siguiente manera (ver figura 4)
 - a) Coloque el dinamómetro sobre el manguito, la distancia entre los soportes es suficiente para que el manguito quede entre ellos.
 - b) Atomille el dinamómetro con la llave de cubo hasta que quede fija a las varillas, evite apretar demasiado ya que el soporte no es muy resistente, es suficiente con que el dinamómetro no se mueva.

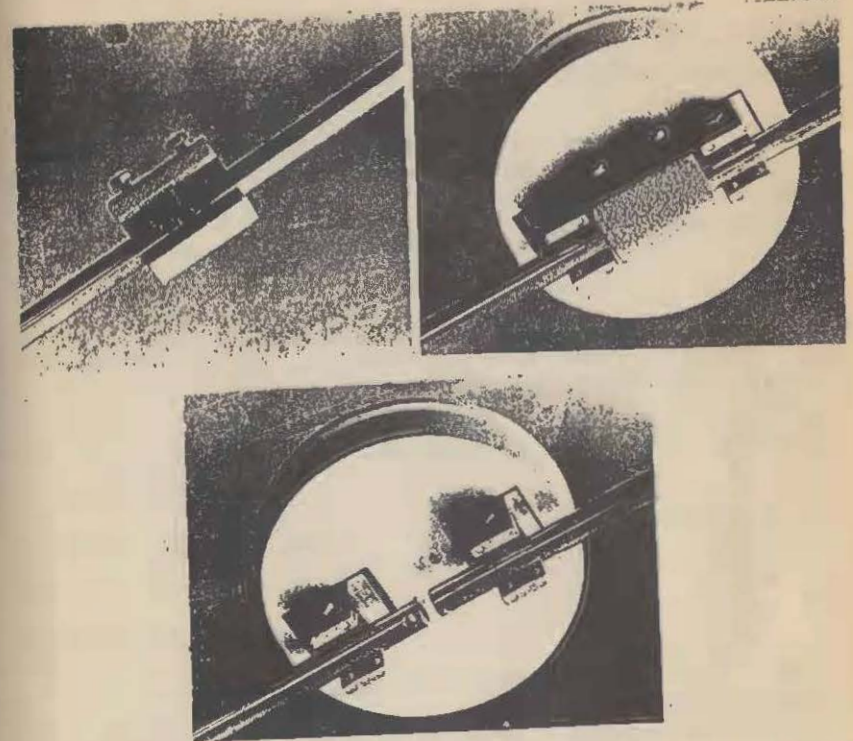


Figura C-4

3. Antes de la toma de lecturas durante la sesión experimental, ajuste a cero el dinamómetro, para ello se mueve la carátula hasta que la aguja marque cero, verifique la calibración constantemente.
4. Al término de la sesión experimental, para proceder a desarmar la estructura, es necesario primero quitar los dinamómetros y después los demás elementos, la manera de hacerlo es como sigue:
 - a) Coloque el manguito y atornillelo a las varillas.
 - b) Desatornille el dinamómetro, quítelo de la estructura y colóquelo en el maletín.
 - c) Coloque la estructura sobre la mesa de trabajo quitando los apoyos.
 - d) Desensamble los elementos y colóquelos en el maletín.

5. Es muy importante seguir estas instrucciones en el orden descrito, para lograr datos confiables y evitar daños al equipo.
6. En el caso de que el dinamómetro vaya a medir magnitudes de fuerzas mayores a 40 N, procure que la medición dure poco tiempo y retire la fuerza aplicada, esto es con el fin de evitar un daño premanente en el elemento elástico del mecanismo de medición.

APENDICE D

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL MULTÍMETRO

I. INTRODUCCIÓN

El multímetro es un dispositivo para efectuar mediciones eléctricas. Recibe este nombre porque integra en un solo aparato, tres: el voltmetro, el amperímetro y el ohmetro. De aquí su capacidad para medir diferencia de potencial (voltaje), intensidad de corriente y resistencia.

La habilidad y rapidéz en su uso, el alumno la adquiere a través del empleo continuo en diferentes prácticas del curso de Laboratorio. Y es en éste practicar, donde cada uno introduce las modificaciones al procedimiento que aquí se planteará, para crear una técnica personal para efectuar las mediciones. Es decir, intentamos que éste procedimiento sirva de base, para que cada quién logre su propio estilo.

Por lo tanto, aquí se destaca la PRACTICA CONTINUA, para adquirir rapidéz y efectividad en el uso del MULTIMETRO.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

El multímetro que utilizamos en nuestro Laboratorio es un multímetro analógico, de aguja giratoria. Esto quiere decir que una variable eléctrica (voltaje, corriente o resistencia) a de ser transformada a una variable mecánica (un desplazamiento angular).

En la figura D-1b, un conductor transporta una corriente i , dentro de un campo magnético; experimentalmente se demuestra que tal conductor experimenta una fuerza, expresada por:

$$F = iL \times B$$

Ahora, si se construye una bobina como se muestra en la figura D-1c, la cual transporta una corriente i , dentro de un campo magnético, la fuerza ejercida sobre cada lado es:

$$F = N iL \times B$$

donde N es el número de vueltas de la bobina.

Esto origina un par que puede ser medido por medio de un resorte en espiral,

el cual origina un momento restaurador dado por:

$$\tau = k \theta$$

donde k es la constante del resorte.

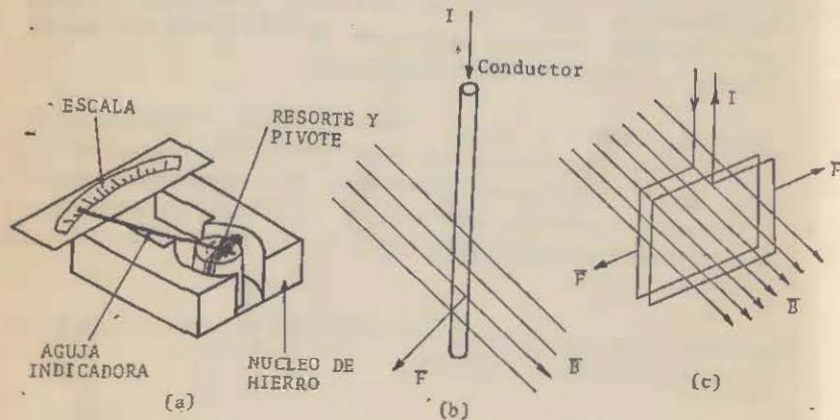


Figura D-1

Los principios indicados arriba, son utilizados para construir un galvanómetro de D'Arsonval, como se ve en la figura D-1a, se usa un imán permanente para lograr el campo magnético B ; la bobina se enrolla sobre un núcleo de hierro para mejorar B y sobre este se coloca la aguja indicadora, que gira alrededor de una escala.

Este tipo de galvanómetro, también llamado de bobina móvil, es muy sensible a la corriente y con ayuda de resistores exteriores lo podemos adaptar como multímetro.

Para indicar como funciona en cada caso, la bobina móvil, se representa como se muestra en la figura D-2.

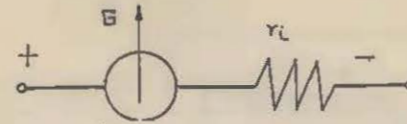


Figura D-2

donde r_i es la resistencia de la bobina (resistencia interna) y G es el galvanómetro.

1. VOLTMETRO.- Si queremos medir la diferencia de potencial en los extremos de un resistor, por ejemplo, deseamos que el aparato desvíe hacia él muy poca corriente, pues si no $V = RI$, se alteraría notoriamente. Entonces, se coloca en serie con un resistor de valor elevado, limitado a la sensibilidad de corriente del aparato.

Esto se esquematiza en la figura D-3.

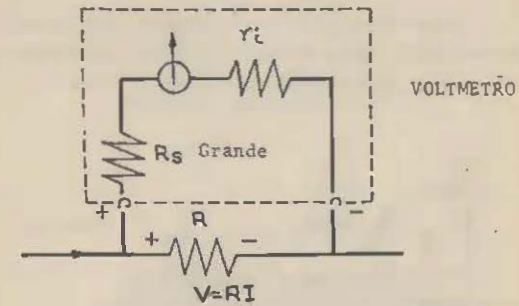


Figura D-3

2. AMPMETRO.- Si se desea medir la intensidad de corriente que pasa por la misma resistencia, ha de conectarse una resistencia muy pequeña en paralelo con la bobina como se indica en la figura D-4.

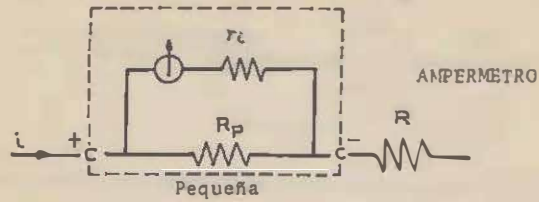


Figura D-4

Aquí el resistor R_p actúa como sensor, pues genera un voltaje proporcional a la corriente, el cual acciona la bobina móvil. Al mismo tiempo, dado su pequeño valor casi no altera la corriente i .

3. OHMETRO.- Si queremos medir el valor en ohms del mismo resistor, primero lo desconectamos de la fuente de energía, ya que esta es variable para diferentes circuitos y conectamos como se ve en la figura D-5.

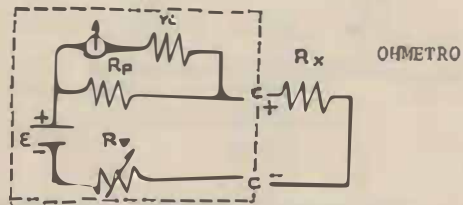


Figura D-5

donde e es una fuente de energía auxiliar (pila) y R_v sirve para compensar el desgaste de la pila.

Para mediciones de señales alternas, estas se rectifican, (mediante diodos) es

decir se convierten en señales de directa.

III. DESCRIPCIÓN

En la figura D-6 se muestra un multímetro Philips, Mod. PM-2412, se destacan los principales controles y partes. Enseguida se da una tabla que muestra sus principales características, rangos y diferentes escalas.

	Rango	Escalas	Exactitud
V $\overline{\sim}$	0 a 1000 V	1000V, 300V, 100V, 30V, 10V, 3V, 1V, 0.3V	2%
V \sim	0 a 600 V	600V, 300V, 100V, 30V, 10V, 3V	3%
A $\overline{\sim}$	0 a 6 A	6A, 1A, 300mA, 100mA, 30mA, 10mA	3%
A \sim	0 a 6 A	6A, 1A, 300mA, 100mA	6%
R Ω	0 a $\infty \Omega$	x1, x100, x10 R	5%

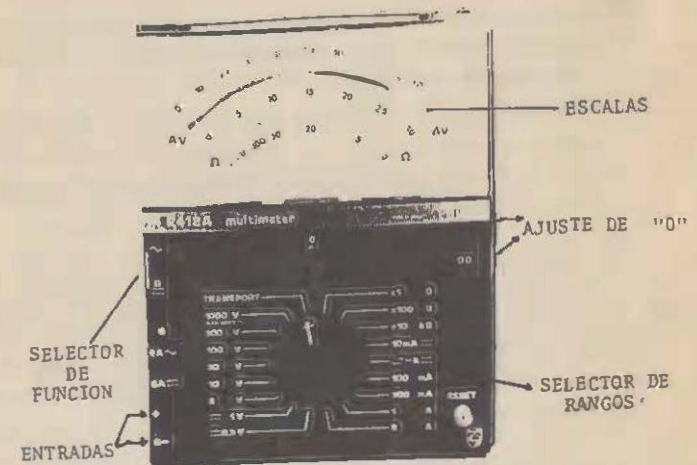


Figura D-6

IV. USO DEL MULTÍMETRO

Ya que éste aparato es susceptible de ser dañado, es conveniente tomar las siguientes PRECAUCIONES:

- Antes de conectar el aparato, revise si todos los controles están colocados adecuadamente según el procedimiento correspondiente.
- Evite la presencia de cables sueltos, mal aislados o defectuosos.
- De ser posible, desenergice el circuito antes de conectar el aparato y una vez conectado, energícelo.
- Al accionarse la protección, primero busque la falla o error y una vez localizada, restablezca el funcionamiento del aparato.

1. MEDICIONES DE VOLTAJE.- Voltmetro

- Verifique que el aparato marca 0, estando desconectado. Si no es así, gire el tornillo central de ajuste a cero mecánico.
- Gire el selector central hasta que indica 1000 V. Aquí podemos efectuar lecturas desde 0 a 1000 V.
- Identifique si se trata de Voltaje de Corriente Alterna (V_{AC}) o Voltaje de Corriente Directa (V_{DC}) y coloque el switch en la posición adecuada: \sim para V_{AC} ; $---$ para V_{DC} .
- Forma de conexión.- En la figura D-7a se muestra un diagrama para la conexión y medición de un V_{AC} . Las dos terminales (entradas marcadas con + y -) se conectan en PARALELO con las dos entradas del enchufe. No importa si se intercambian estas terminales + por -.

En la figura D-7b está representado un diagrama para la medición de un voltaje V_{DC} en un resistor. Aquí en caso de invertir las terminales, la aguja girará al revés. La terminal positiva del voltímetro DEBE conectarse con la terminal por donde entra la corriente. En caso de desconocer el sentido de la corriente, una de las terminales se conecta momentáneamente y se observa el giro de la aguja.

Se hace notar que la CONEXION es en PARALELO

ENCHUFE 127 V_{AC}

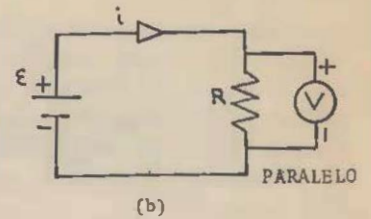
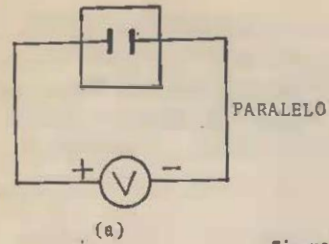


Figura D-7

- Lecturas. Si el giro de la aguja es MENOR de una tercera parte de todo el cuadrante, es decir, un giro muy pequeño, disminuya la escala a 300V. Proceda así sucesivamente hasta que gire MAS de la tercera parte. NO DEMOS DISMINUIR MAS LA ESCALA, PORQUE LA AGUJA SE SALE DEL CUADRANTE Y SE PODRIA DAÑAR EL APARATO.

El valor del voltaje se obtiene de la siguiente manera:

- El selector marca el rango de medición por ejemplo 0-300 V.
 - Leemos lo indicado por la aguja en el cuadrante de 0-30.
 - Esta indicación la multiplicamos por 10 ($30 \times 10 = 300$).
- Es decir, en esta escala de 0-300, si nosotros aplicamos 300 V, la aguja girará todo el cuadrante, pero marcará 30, por lo tanto multiplicamos por 10.

Entonces, para hallar el valor real del voltaje.

- Se anota el valor marcado por el selector.
- Se anota la indicación de la aguja en el cuadrante 0-30 ó 0-100. Se escoge el que sea múltiplo o submúltiplo del indicado por el selector.
- Se multiplica éste valor por el factor obtenido al dividir el valor indicado por el selector y el valor máximo del cuadrante empleado (30 ó 100). Este será el valor real del voltaje medido.

2. MEDICIONES DE CORRIENTE. Ampermetro.

- Ajuste de aguja a cero mecánico.
- Fije el selector central en 1A. Mediciones de 0-1A (1A = 1000 miliamperes).
- Identifique si se trata de corrientes alterna o corriente directa coloque

el switch en \sim para AC; y en --- para D. C.

- 2.4 Forma de conexión.- Si tenemos presente que para que exista corriente, se necesita un circuito cerrado. NO PODEMOS medir la corriente en un enchufe o en una pila (ver figuras D-8a y D-8b); a menos que tengan conectado un foco, una resistencia u otro elemento. La figura D-8b muestra la conexión correcta para medir la corriente a un foco, en este caso se pueden intercambiar las terminales.

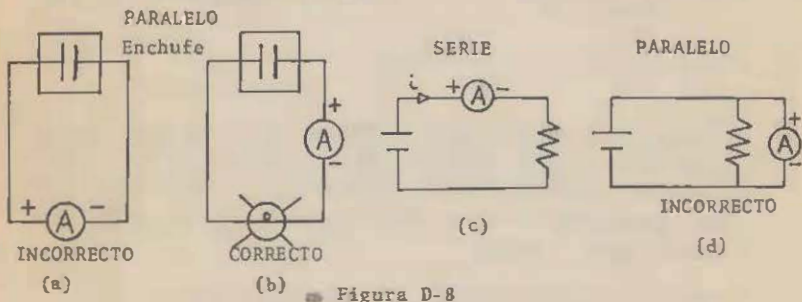


Figura D-8

En la figura D-8c se presenta el diagrama para medir la corriente en un resistor. Aquí no se pueden intercambiar las terminales, pues la aguja gira al revés. Mediante una conexión momentánea de una de las terminales, podemos determinar la polaridad adecuada. Se hace notar que la CONEXION es en SERIE.

- 2.5 Lecturas. Si la aguja gira MENOS de la tercera parte del cuadrante, se disminuye la escala a 300 mA y así sucesivamente hasta que el giro sea MAYOR. No debe disminuirse más la escala pues se puede dañar el aparato.

Para hallar el valor real de la corriente:

- 1o. Se nota el valor marcado por el selector.
- 2o. Se anota la indicación de la aguja en el cuadrante de 0-30 ó 0-100. Se escoge aquél que es múltiplo o submúltiplo del indicado por el selector.
- 3o. Se multiplica este valor por el factor obtenido, al dividir el valor indicado por el selector y el valor máximo del cuadrante empleado (30 ó 100). Este será el valor real de la corriente medida.

3. MEDICIONES DE RESISTENCIA. Ohmetro

- 3.1. Verifique el cero mecánico.
- 3.2. Fije el selector central en la escala $\times 1\Omega$
- 3.3. Fije el switch de tipo de corrientes en la posición $\frac{\Omega}{\text{---}}$
- 3.4. Junte las dos terminales del óhmetro; la aguja debe marcar 0 en el cuadrante de Ω , si no es así, se deberá ajustar hasta que marca 0.

Si no es posible hacer esto, el multímetro necesita cambio de batería.

- 3.5. Forma de conexión. Se desea medir el valor de la resistencia del circuito de la figura D-9a.

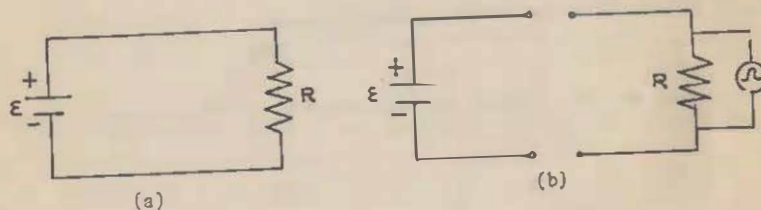


Figura D-9

Se desconecta la resistencia, como se muestra en la figura D-9b y se conecta en paralelo el óhmetro como se muestra en la misma figura. No importa el signo de las terminales.

- 3.6. Lecturas. Si el giro de la aguja es MENOR de la tercera parte, se desconecta el óhmetro y se cambia a la escala $\times 10\Omega$. Se ajusta a cero (inciso 3.4) y se vuelve a conectar y así hasta la escala $\times 10K\Omega$ ($\times 10,000\Omega$). Si en esta última escala no se logra que gire MAS de la tercera parte, significa que el valor de la resistencia es muy elevado. El valor de la resistencia se obtiene:
 - 1o. Se anota el valor indicado por la aguja en el cuadrante de Ω (de ∞ a 0).
 - 2o. Se multiplica por el factor indicado por el selector central ($\times 1$, $\times 100$ ó $\times 10K\Omega$).

V. PROTECCIÓN

a) Protección electrónica. Cuando se comete un error que puede dañar el aparato, un dispositivo electromecánico lo desconecta automáticamente de la sobrecarga. Esto es indicado por un foco piloto rojo que se enciende. Se localiza la falla y se corrige. Se aprieta el botón RESET para restablecer el funcionamiento.

b) Protección por fusibles. Los fusibles se funden al recibir una sobrecarga. Las posibles fallas o errores son:

1. Sobrecarga de voltaje o corriente. Se aplica un voltaje o corriente MAYOR que el indicado por la escala utilizada.
2. Mediciones de voltaje en escalas de amperes o de ohms.
3. Mediciones de corrientes en escalas de ohms.

VII. Al terminar de usar el aparato se debe colocar el selector en la posición de TRANSPORT.

APENDICE E

TERMÓMETRO DE INMERSIÓN

I. INTRODUCCIÓN

El termómetro de inmersión es un instrumento de medición de temperatura cuyo principio de operación se basa en la dilatación volumétrica de un líquido (mercurio). Su rango es de -20°C a 110°C con resolución de 1° . Para realizar las mediciones, se introduce en el medio o sustancia a medir y se toma la lectura en $^{\circ}\text{C}$ del nivel alcanzado por el líquido.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Cuando un cuerpo se calienta, generalmente aumenta de volumen, este fenómeno se llama dilatación térmica y se utiliza para medir la elevación de temperatura.

Específicamente los termómetros de inmersión aprovechan la dilatación de los líquidos para medir esta propiedad. El termómetro consiste de un tubo capilar muy delgado, con un ensanchamiento (llamado bulbo) en un extremo (figura E-1); el bulbo y parte del capilar contienen un líquido apropiado: mercurio o alcohol teñido; la porción del líquido encerrada en el tubo capilar se llama columna. El resto del capilar está privado de aire, conteniendo sólo vapor del líquido.

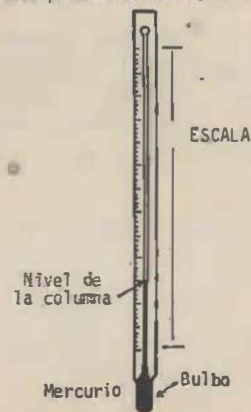


Figura E-1

Cuando el bulbo del termómetro se pone en contacto con un cuerpo a diferente temperatura, la temperatura del bulbo y la del cuerpo terminan por ser iguales después de un cierto tiempo, lo que se sabe cuando el nivel del líquido en la columna queda estacionario (mientras el bulbo se calienta o se enfría, la columna asciende o desciende debido a la dilatación o contracción del líquido con la temperatura).

El nivel alcanzado por la columna es proporcional a la temperatura del cuerpo, por tanto, la lectura tomada en el termómetro, debidamente graduado, es directamente el valor de la temperatura.

III. DESCRIPCIÓN

Termómetro de vidrio JENA normal con escala en vidrio lechoso, contenido de mercurio y tubo capilar con capa amarilla, provisto de bulbo de ensanche. Diámetro aproximado: de 8 a 10 mm ϕ . Escala graduada en $^{\circ}\text{C}$.

Escala de Medida ($^{\circ}\text{C}$)	División	Longitud (cm)
-20°... + 110°	1°	30

IV. PRECAUCIONES DE USO

1. Todas las mediciones realizarlas con cuidado para evitar la implosión del termómetro.
2. Colocar el termómetro en forma manual o mediante un soporte adecuado, de manera que el bulbo haga contacto o se sumerja en la sustancia a medir.
3. No sobrepasar el rango de medición del termómetro.
4. No golpear o sacudir el termómetro. No es termómetro clínico.
5. Al tomar las mediciones, reducir al mínimo el error de paralaje.



APENDICE F FACULTAD INGENIERIA

FUENTE DE PODER FP LAB1 Y LAB2

I. INTRODUCCIÓN

61. = 908568

La fuente de poder es un instrumento que suministra energía eléctrica a diversos dispositivos eléctricos y electrónicos. La fuente LAB1 proporciona diferencia de potencial de 0 a 40 V D.C., y posee un limitador de corriente de 0 a 1 amperes. La fuente LAB2 proporciona una diferencia de potencial de 0 a 15 V D.C., y un limitador de corriente de 0 a 10 amperes.

Las variaciones de voltaje de circuito abierto a circuito cerrado, llamada regulación, y la regulación de corriente, a variaciones de la carga son de 0.06% cada una en ambas fuentes. Esto significa que el modelo de la fuente de poder tiene resistencia interna casi cero.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

La función que realiza la fuente de poder FP LAB1 y FP LAB2 es, recibir un voltaje alterno de 127 V a la entrada y entregar a la salida un voltaje de: 0 a 40 V de voltaje constante, con corriente de 0 a 1 A y de 0 a 15 V de voltaje constante, con corriente de 0 a 10 A respectivamente.

En la figura F-1 se muestra un diagrama de bloques simplificado, adaptado para una explicación básica del principio de operación de la fuente de poder.

El aparato recibe alimentación de 127 V A.C., como se muestra en la figura F-1a. El rectificador tiene la doble función de disminuir el voltaje a aproximadamente 20 V A.C. y además convertirlo a voltaje de corriente directa, como se muestra en la figura F-1b. Después pasa por un filtro, con lo que se aproxima a un voltaje constante, figura F-1c.

Este voltaje casi constante se aplica al circuito regulador, cuya función es variar el voltaje, de 0 a 40 volts en la LAB 1 y de 0 a 15 volts en la LAB2, mediante una resistencia variable R_v .

Además, limitar la corriente con la resistencia variable R_a a un valor deseado entre 0 y 1A en la LAB 1 y 0 a 10 A en la LAB 2.

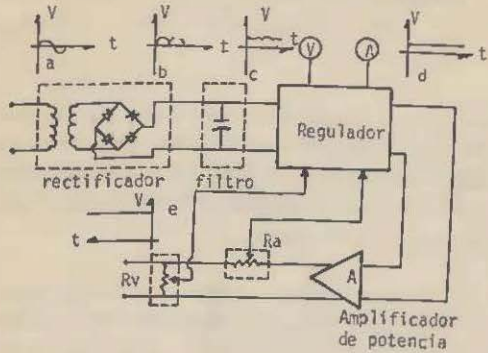


Figura F-1

III. DESCRIPCIÓN DE LA FUENTE DE PODER.- Ver la figura F-2.

1. Controles

- a) Switch de encendido
- b) Control de voltaje.- Permite ajustar el valor del voltaje de salida del aparato desde 0 hasta 40 volts y de 0 a 15 volts.
- c) Control de corriente.- Permite ajustar el valor máximo de la corriente suministrada por la fuente. La fuente, aún en corto circuito, no podrá suministrar una corriente mayor que la seleccionada por este control.

2. Medidores

- d) Voltmetro digital.- Muestra el voltaje seleccionado con el control de voltaje. Resolución de 0.1 volts.
- e) Ampermetro digital.- Indica la cantidad de corriente suministrada por la fuente. Resolución de 0.1 amperes.

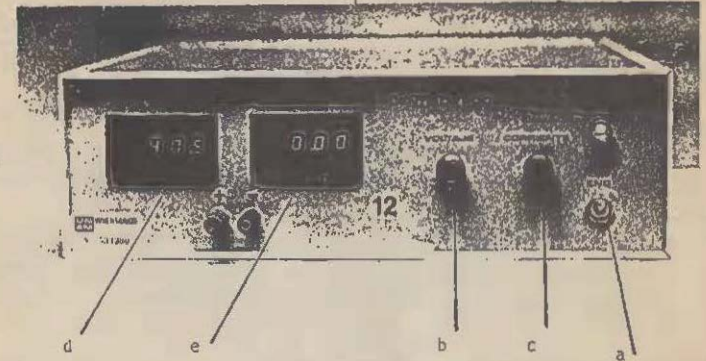


Figura F-2

IV. USO DE LA FUENTE DE PODER

1. Puesta en operación.

- a) Conecte la clavija a la toma de corriente de 127 V A.C.
 - b) Verifique que el ventilador interno funcione.
 - c) Encienda el interruptor de la fuente, con el control de corriente en la posición media y verifique que el control de voltaje permite variar la salida.
El ampermetro debe marcar ceros, cuando no tenga nada conectado en la salida.
 - d) Ajuste el control de voltaje a 1 V y una las terminales de salida con un alambre. Verifique el control de corriente (limitador), el cual debe variar la corriente. El voltmetro debe marcar ceros.
 - e) Ajuste el control de corriente a un valor deseado.
 - f) Retire el alambre de las terminales.
 - g) Ajuste el control de voltaje al valor deseado.
- LA FUENTE ESTA LISTA PARA OPERAR.

APENDICE G

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL TESLÁMETRO

I. INTRODUCCIÓN.

El teslámetro es un aparato electrónico, útil para efectuar mediciones de densidad de campo magnético (Wb/m² o tesla). Consiste en un dispositivo que transforma una señal de campo magnético en una diferencia de potencial, la cual es visualizada mediante un voltímetro, graduado en militeslas.

El objetivo de este instructivo, es el de presentar un procedimiento adecuado para el uso correcto del teslámetro, que sirva de base para efectuar las mediciones y para la adquisición de una técnica propia, rápida y eficaz.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN

Para transformar la variable densidad de campo magnético, variable a medir, en una diferencia de potencial, se utiliza el llamado "efecto hall".

Efecto Hall.- La fuerza que experimenta una carga q al desplazarse dentro de un campo magnético, está dada por:

$F = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$, y si el movimiento de la carga, forma un ángulo de 90° con la dirección del campo \vec{B} ; la magnitud de dicha fuerza es: $f = qvB$. Ver figura G-1.

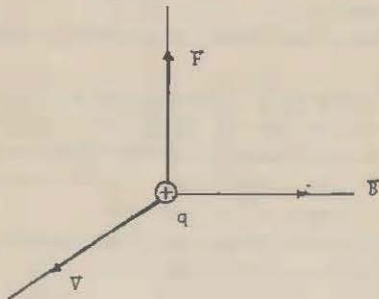


Figura G-1

Ahora, si se hace circular por el elemento mostrado en la figura G-2, llamado elemento hall, una corriente constante y a este elemento le aplicamos un campo magnético sobre cada carga en movimiento, aparecerá una fuerza como se muestra en la misma figura. Dando por resultado una diferencia de potencia V_H o voltaje hall.

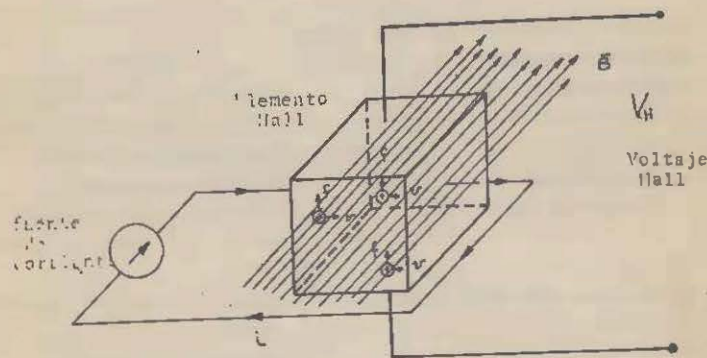


Figura G-2

Así, el principio de operación, se muestra de una manera muy simplificada en forma esquemática en la figura G-3.

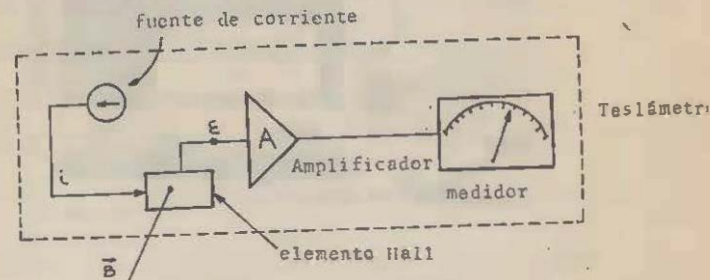


Figura G-3

III. DESCRIPCIÓN

En la figura G-4, se muestra un teslámetro SYSTRON DONNER, modelo 3103A usado en universidades, laboratorios de investigación y departamentos de inspección industrial. Los campos magnéticos producidos por fuentes de D.C. y A.C. (promedios) son medidos directamente con el medidor. además el circuito de calibración propio del aparato elimina la necesidad de usar magnetos patrón.

1. CONTROLES Y TERMINALES DEL PANEL FRONTAL

CONTROL O TERMINALES

1. Selector de rangos
2. Control de calibración
3. Control a cero
4. Selector de función
5. Switch de encendido y foco piloto
6. Entrada

FUNCION

- Selecciona un rango particular
- Ajusta la aguja para la calibración de cada punta de prueba.
- Ajusta la aguja a cero.
- Selecciona la posición de calibración, medición de campo de D.C. (ON o REV) y A.C.
- Controla el encendido y apagado del teslámetro.
- Receptáculo de entrada.

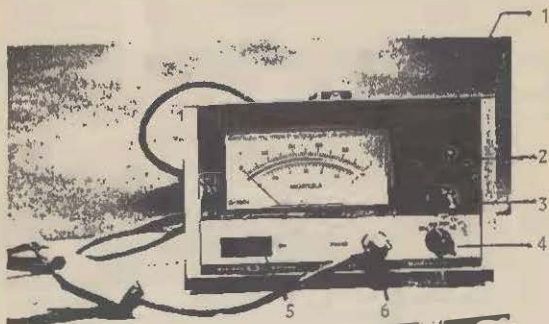


Figura G-4

IV. USO DEL TESLÁMETRO

1. Antes de encender el aparato, conecte un probador hall (punta de prueba) al teslámetro. Esta puede ser axial (para medir campos cuya dirección es colineal con el eje de la punta de prueba) o bien puede ser transversal (dirección del campo perpendicular al plano de la punta de prueba).
2. Coloque el selector de escalas en la mayor, ajuste la aguja a cero mecánico con el tornillo central y encienda el aparato.
3. AJUSTE A CERO.- Coloque el probador en una zona, donde el campo magnético sea cero. Mueva el switch de funciones a la posición ON o REV. Disminuye el valor de la escala al siguiente valor y con el potenciómetro de ajuste "0", Obtenga una indicación de la aguja igual a cero. Repita este procedimiento hasta los rangos más sensibles (escalas pequeñas). Después de terminar este ajuste a cero, REGRESE EL SELECTOR A LA MAYOR ESCALA DE MEDICION.
4. CALIBRACION.- Debido a la diferente constitución y construcción de los elementos hall de los probadores, cada una de ellas transforma en cantidades diferentes la densidad de campo magnético en voltaje. De aquí la necesidad de calibrar el teslámetro con cada probador. Para efectuar la calibración se procede como sigue:
Fije el probador, mueva el switch de funciones a la posición CAL. Lea el número de CALIBRACION, situado en el mismo cable de conexión del probador FORWARD 549.1 REVERSE 540.0 por ejemplo. Indique este valor con la aguja, girando el potenciómetro CAL (en la escala 0-1, marque 0.5491 para medir en ON; ó 0.540 para medir en REV). REGRESE A LA POSICION ON ó REV. El aparato está listo para efectuar mediciones.

CHEQUE CONSTANTEMENTE EL AJUSTE A "0" Y LA CALIBRACION.

5. LECTURAS

- a) Con el selector de función en la posición ON y el selector de escala en la mayor, coloque la punta del probador en el punto donde se desea conocer la densidad de campo magnético. Si la aguja gira en sentido opuesto (giro antihorario), cambie el switch de funciones a la posición REV.
- b) Disminuya la escala hasta la menor posible, es decir, para obtener la mayor deflexión, sin que la aguja salga del cuadrante.
- c) El valor de la densidad en mT se obtiene de la siguiente manera:

Leamos en el cuadrante de 0-1, si tenemos en el selector una escala que sea múltiplo de 1 por décadas (10, 100, etc.) o leemos en el cuadrante de 0-3, si tenemos una escala de 3 o múltiplos de 3 en décadas (30, 300, etc.).

El valor real lo calculamos:

$$B = \text{lectura en el cuadrante} \times \frac{\text{escala del selector}}{\text{cuadrante de lectura}} \text{ (mT)}$$

por ejemplo, si el selector se encuentra en 30 y la aguja marca 1.2 en el cuadrante de 0-3, el campo es:

$$B = 1.2 \times \frac{30}{3} \text{ mT} = 12 \text{ mT}$$

Otro ejemplo. El selector se encuentra en la escala de 100 y la aguja marca 0.45 en el cuadrante 0-1, el campo es:

$$B = 0.45 \times \frac{100}{1} \text{ mT} = 45 \text{ mT}$$

PROCEDIMIENTO A SEGUIR CON LA FINALIDAD DE MEJORAR LA MEDICION Y LA PROTECCION DEL APARATO.

- a) Verificar que el selector del rango se encuentre en la posición de máxima lectura y el selector de funciones en "ON", antes de encender el aparato.
- b) Encienda el aparato y verifique el valor de calibración.
- c) Deje pasar de 3 a 4 minutos después de encendido el aparato para que se establezca la temperatura. Pase el selector de rango a mínima escala.
- d) Coloque la punta axial donde se desee medir la densidad del campo magnético, pero sin que éste exista todavía, ni se encuentre ningún otro en la cercanía y efectúe el ajuste a cero en caso necesario.
- e) Cambie el selector de rango a máxima escala y efectúe la medición, regresando el selector a la posición que más convenga.
Pase el selector de funciones "ON" o "REV" como se requiera.
- f) Espere de 2 a 3 minutos antes de realizar una siguiente medición con algún otro dispositivo magnético, no sin antes verificar el ajuste a cero. En caso de requerirlo proceda como en (d) y (e).

- g) Antes de apagar el aparato coloque el selector de rango en la máxima escala y el de funciones en "ON". Salvo aquellos teslámetros con foco piloto de color verde, para los cuales, el selector de funciones debe estar en la posición REV.

APENDICE H

CRONÓMETRO ELÉCTRICO

I. INTRODUCCIÓN

El cronómetro eléctrico es un instrumento que puede efectuar mediciones de tiempo hasta 100 seg con una resolución de 0.01 seg. Presenta en su cara frontal una carátula cuya escala interior es de 0 a 1 seg con divisiones de 0.01 seg y su escala exterior es de 0 a 100 seg con divisiones de 1 seg; en la parte inferior de la cara presenta un diagrama de conexiones para su accionamiento, operación que puede efectuarse manualmente o mediante contactos externos conectados a sus terminales.

II. FUNCIONAMIENTO INTERNO

El cronómetro es accionado por un motor sincrónico de puesta en marcha automática.

El mecanismo de las agujas de la carátula se encuentra conectado al motor por medio de un acoplamiento electromagnético, con un relevador que se activa manualmente o mediante los contactos externos.

En el diagrama de la figura H-1 se muestra el circuito externo del cronómetro. En este diagrama la carátula frontal se indica con el símbolo L en cuyos lados

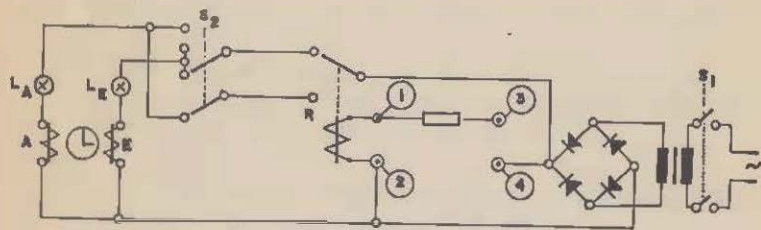


Figura H-1

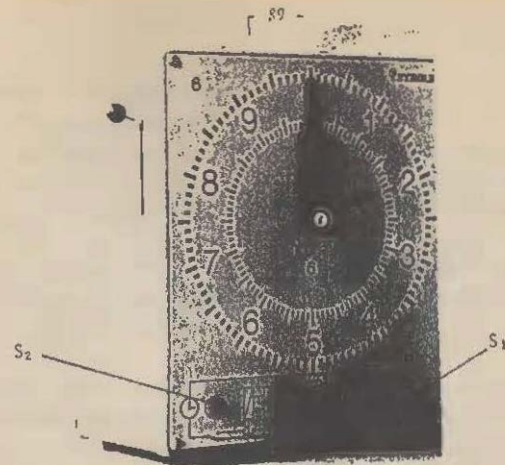


Figura H-2

El cronómetro se conecta a la alimentación cuando S_1 está en la posición 1 y se desconecta cuando S_1 se conmuta a la posición 0.

El interruptor S_2 se utiliza para arrancar y parar el cronómetro en forma manual. Esto es, cuando se encuentra en su posición superior, las manecillas se paran y cuando está en la posición inferior, se mueven. La manecilla pequeña gira más rápidamente que la grande, completa una revolución (o giro completo) exactamente en 1 segundo. La manecilla grande se mueve de una división de su escala a otra en 1 segundo y tarda 100 segundos en dar un giro completo. La carátula, para ambas manecillas, está provista de 10 números (de 0 a 9).

Para la manecilla grande esos números significan 0, 10, ..., 90 segundos, y para la pequeña, 0.0, 0.1, ... 0.9 segundos.

Adicionalmente, la escala menor está provista de divisiones de centésimas de segundo.

IV. Usos

1. CONTROL MANUAL

Como se mencionó en la sección anterior, el cronómetro se pone en funcionamiento cuando el interruptor S_1 se encuentra en la posición 1 y puede pararse o activarse conmutando manualmente el interruptor S_2 . Ver figura H-3.

se encuentran las bobinas del clutch electromagnético (la bobina A detiene el cronómetro y la bobina E lo activa). El relevador R se encuentra en la parte central y la fuente de alimentación, en el extremo derecho. Con la posición de los interruptores que se muestra en la figura, el cronómetro se encuentra funcionando debido a que la bobina E está conectada a la fuente de energía a través de la lámpara L_E .

El interruptor S_2 está en su posición inferior y el contacto del relevador R en su posición superior. Si S_2 se conmuta a la posición superior, la bobina A es activada, vía L_A y las manecillas del cronómetro se detienen.

Las manecillas se pueden detener también corto circuitando el par de terminales (3-4) de la derecha. De esta manera se establece una conexión entre la bobina del relevador y la fuente tal que el interruptor del relevador conmutará a su posición inferior y la corriente fluirá por la parte interior de S_2 a la bobina A la cual detendrá el cronómetro.

También se puede accionar y parar el cronómetro operando dos contactos: con el interruptor S_2 en posición superior y manejando las terminales 3-4 y 1-2 en pares. La bobina del relevador R quedará cortocircuitado conectando las terminales 1 y 2, el interruptor del relevador permanecerá en su posición superior y la corriente fluirá a través de la bobina A y el cronómetro se detendrá. Interrumpiendo la conexión entre 1 y 2, la corriente fluirá por la bobina de R, el interruptor de R conmutará a su posición inferior, la corriente fluirá por la parte inferior del interruptor S_2 hacia la bobina E y el cronómetro se activará. Se detendrá nuevamente, tan pronto como la conexión 3-4 sea interrumpida, dejará de fluir corriente por la bobina del relevador tal que su interruptor conmutará a su posición inferior nuevamente.

III. DESCRIPCIÓN.

La cara frontal del cronómetro está provista de: un par de manecillas en su parte central y un par de interruptores en su parte inferior; el de la izquierda es el interruptor inverso S_2 y el de la derecha es el interruptor principal S_1 (figura H-2).

En su cara izquierda se encuentra una palanca que regresa las manecillas a su posición cero. Para ello, se jala hacia abajo en forma lenta y cuando las manecillas no estén en movimiento.

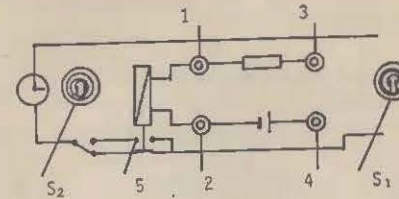


Figura H-3

2. Modos de operación para control por medio de contactos externos.

2.1. Conexión de un contacto.

El cronómetro trabaja cuando:

- a) El contacto externo conectado a las terminales 3 y 4 está abierto y el interruptor S_2 se encuentra en su posición inferior.
- b) El contacto externo conectado a las terminales 3 y 4 está cerrado y el interruptor S_2 se encuentra en su posición superior.

2.2. Conexión de dos contactos (A y B)

El cronómetro se activa cuando:

- a) El contacto externo A conectado a las terminales 1 y 2 está abierto, el contacto externo B conectado a las terminales 3 y 4 está cerrado y el interruptor S_2 está en su posición superior.
- b) Los contactos A y B forman una conexión en serie entre las terminales 3 y 4 estando inicialmente abierto el contacto A y cerrado el B (o viceversa) y se cierra el A (o el B) estando el interruptor S_2 en su posición superior.
- c) Los contactos A y B forman una conexión en paralelo entre las terminales 3 y 4 e inicialmente se encuentra cerrado el A y abierto el B (o viceversa) y se abre el A (o el B, en su caso) estando el interruptor S_2 en su posición inferior.

El cronómetro se detiene cuando, una vez activado mediante el modo a), b) ó c), se efectúa, respectivamente:

- a') Se abre el contacto B conectado a las terminales 3 y 4. Manteniéndose A abierto y S₂ en posición superior.
- b') Se abre el contacto B (o el A). Manteniendo cerrado el A (o el B) y S₂ en posición superior.
- c') Se cierra el contacto B (o el A). Manteniéndose abierto el A (o el B) y S₂ en posición inferior.

APENDICE I CRONOMETRO DIGITAL

I. INTRODUCCIÓN.

El cronómetro digital es un dispositivo de medición de tiempo basado en el funcionamiento de un oscilador de gran precisión. La cantidad medida la despliega digitalmente en una pantalla o carátula de cristal de cuarzo. Tiene la capacidad de realizar mediciones hasta de 9 hrs. 59 min. 59 seg. 99 centésimas de seg. y una resolución de 1 centésima de segundo. Asimismo, realiza el conteo de eventos.

II. PRINCIPIO DE OPERACIÓN.

En la figura I-1 se muestra el diagrama de bloques del cronómetro digital. Básicamente consta de una base de tiempo (oscilador), un contador de impulsos y el dispositivo visualizador (pantalla).

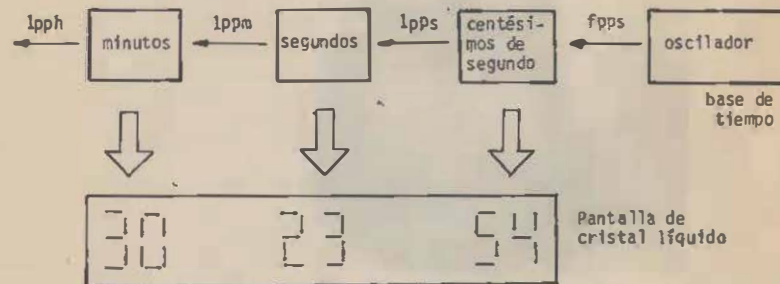


Figura I-1

La base de tiempos es un oscilador electrónico (cristal de cuarzo) que genera impulsos exactos. El transcurso del tiempo se determina contando los impulsos del oscilador, disponiendo el conteo en centésimas de segundo, segundos, minutos y horas. La precisión del cronómetro queda determinada por el grado de precisión del oscilador.

La base de tiempos está seguida de un tándem de conexiones de contadores que, en el caso más simple, están dispuestos para dar salidas cada vez que la base de tiempos ha dado f, 100f, 6000f, 360 000 f impulsos. Las salidas de los contadores corresponden entonces a centésimas de segundo, segundos, minutos y horas.

III. DESCRIPCIÓN.

El cronómetro digital presenta tres botones de selección, una pantalla de cristal líquido de 7 dígitos y dos terminales para ser activado externamente. Ver figura I-2.

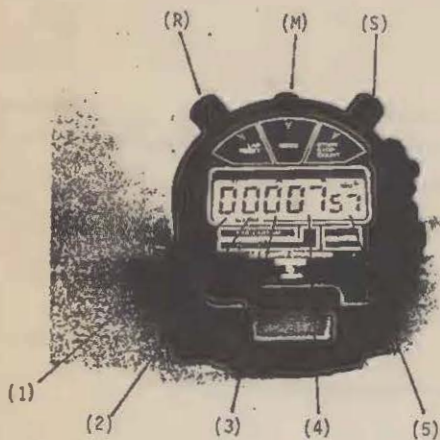


Figura I-2

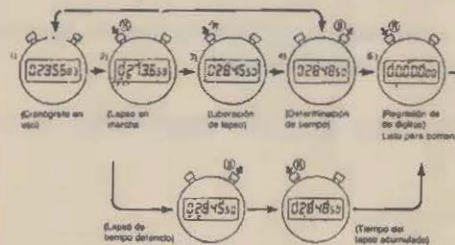
- (R) - Botón regresivo y lapso de tiempo
- (M) - Botón de cambio
- (S) - Botón de marcha (inicio de cuenta cronológica)
- (1) - Señal de lapso de tiempo
- (2) - Señal de paro
- (3) - Señal del uso normal
- (4) - Señal de toma de tiempos parciales
- (5) - Señal de conteo manual

Interpretaciones:

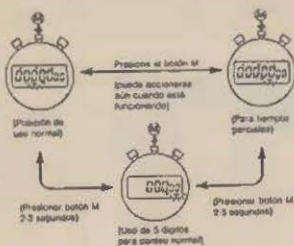
- H - Hora
- M - Minuto
- S - Segundo
- 1/100 S - Centésima de segundo

IV. Uso

1. Preparación Inicial



2. Forma de operar los cambios. Cada función debe seleccionarse con el botón "M".



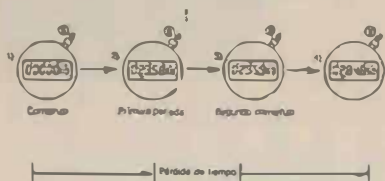
3. Forma para medir tiempos

Cada vez que presione los botones (S) y (R), debe escucharse un sonido.

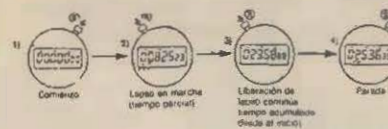
Los cambios pueden operarse en cualquier momento, presionando el botón (M) sin afectar la cuenta progresiva.

Cuando rebase la medición 9595999, automáticamente los dígitos volverán a 0000000.

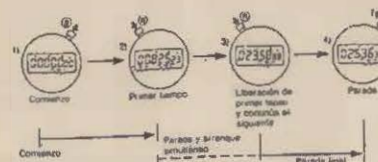
A) Tiempo acumulado



B) Toma de un lapso de tiempo (midiendo tiempos parciales).



C) Toma de tiempos parciales.



Pueden tomarse todos los tiempos parciales deseados siguiendo los primeros tres pasos.

D) Conteo manual

Para gafa en la cuenta de grandes cantidades (hasta 9595999).

Para utilizarlo, presione el botón "M" de 2 a 3 segundos.
Para regresar el cronómetro, presionar nuevamente el botón "M" durante 2 ó 3 segundos.
Cuando la cuenta acumulada sea 9595999 al sumar la siguiente cantidad, los dígitos cambian a ceros iniciando una nueva cuenta.

4. PRECAUCIONES

- No exponerlo al contacto del agua.
- No exponerlo a climas extremos, frío y calor.
- Evitar golpes fuertes
- No colocarlo donde pueda existir algún campo magnético (televisión, refrigerador, etc.).
- No exponerlo a gases o productos químicos.

APENDICE J

Se define el ERROR (E) en la medición de una cantidad física a la diferencia que existe entre el valor real o patrón y el leído en un instrumento.

$$E = X_p - X_L \quad (J1)$$

E = Error en la medición de la variable X
 X_p = Valor patrón o real de la variable X
 X_L = Valor de la variable X, leído en el instrumento

EL PORCENTAJE DE ERROR (%E) en la medición de la cantidad física X está dado por:

$$\%E = \frac{|X_p - X_L|}{X_p} \times 100 \quad (J2)$$

LEGIBILIDAD de un instrumento de medición es la facilidad que éste presenta para leer los distintos valores de la cantidad física que con él se miden.

RESOLUCION es el mínimo valor de una cantidad física que se puede leer en el instrumento con el mínimo error. esto es, la más pequeña división con que cuenta la escala.

RANGO es la diferencia entre los valores máximo y mínimo que se pueden leer en un instrumento de medición.

El rango se puede especificar de dos maneras:

a) Rango = $V_{m\acute{a}x} - V_{m\acute{i}n}$

b) El rango es de $V_{m\acute{i}n}$ a $V_{m\acute{a}x}$

SENSIBILIDAD es la capacidad de un instrumento de medición de responder proporcionalmente a una cierta señal de entrada. Matemáticamente se determina mediante la derivada del valor de lectura respecto al valor patrón.

$$S = \frac{dX_L}{dX_p} \quad (J3)$$

Un excelente instrumento de medición es aquel que en todo su rango opera con

una sensibilidad igual a 1.

EXACTITUD es la característica de un instrumento de medición que permite obtener una lectura, de cierta cantidad física, lo más cercana al valor real o patrón.

Matemáticamente se define como porcentaje de error de exactitud a:

$$\%EE_X = \frac{|X_p - \bar{X}|}{X_p} \times 100 \quad (J4)$$

\bar{X} = Media aritmética de los valores leídos de X

El porcentaje de exactitud es:

$$\%E_X = 100 - \%EE_X \quad (J5)$$

PRECISION es la capacidad que tiene un instrumento de repetir una lectura al medir varias veces la misma cantidad física.

El porcentaje de error de precisión se cuantifica mediante:

$$\%EPr = \frac{|\bar{X} - X_A|}{\bar{X}} \times 100 \quad (J6)$$

X_A = Valor más alejado de la media (\bar{X}) de los valores leídos de X

El porcentaje de precisión está dado por:

$$\%Pr = 100 - \%EPr \quad (J7)$$

La MEDIA ARITMETICA de un conjunto de lecturas de la variable X se determina por:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (J7)$$

La DESVIACION ESTÁNDAR de una muestra se calcula mediante la expresión siguiente:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (J8)$$

La desviación estándar es una medida de la dispersión de los valores de la variable X respecto de la media.

El ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA de una muestra se calcula como:

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (J9)$$

Esta expresión representa la desviación estándar de la media muestral, y tiene las mismas unidades que S y la variable X.

Es un hecho que el valor real de X no se conoce y una forma de presentar el valor de dicha variable mediante los datos experimentales medidos es:

$$X = \bar{X} \pm S_{\bar{X}} \quad (J10)$$

Cuando se realiza una medición indirecta de cierta variable que es función de otras dos o más variables, por ejemplo $z = z(x, y, w)$, la INCERTIDUMBRE respecto del valor de z se determina mediante:

$$S_z = \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)^2 S_x^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)^2 S_y^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial w} \right)^2 S_w^2 \right]^{1/2} \quad (J11)$$

Y el valor de z está dado por:

$$z = \bar{z} \pm S_z \quad (J12)$$

$$\text{donde} \quad \bar{z} = z(\bar{x}, \bar{y}, \bar{w}) \quad (J13)$$

Algunos casos comunes de cálculo de incertidumbre son los siguientes:

I) Suma $z = x + y$
 $S_z = \left[S_x^2 + S_y^2 \right]^{1/2} \quad (J14)$

II) Resta $z = x - y$
 $S_z = \left[S_x^2 + S_y^2 \right]^{1/2} \quad (J15)$

III) Multiplicación $z = xy$
 $S_z = \bar{z} \left[\left(\frac{S_x}{\bar{x}} \right)^2 + \left(\frac{S_y}{\bar{y}} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (J16)$

IV) División $z = x/y$
 $S_z = \bar{z} \left[\left(\frac{S_x}{\bar{x}} \right)^2 + \left(\frac{S_y}{\bar{y}} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (J17)$

v) Exponencial $z = \chi^A$ $\therefore A = \text{cte}$
 $S_z = A \bar{x}^{(A-1)} S_x$ (J18)

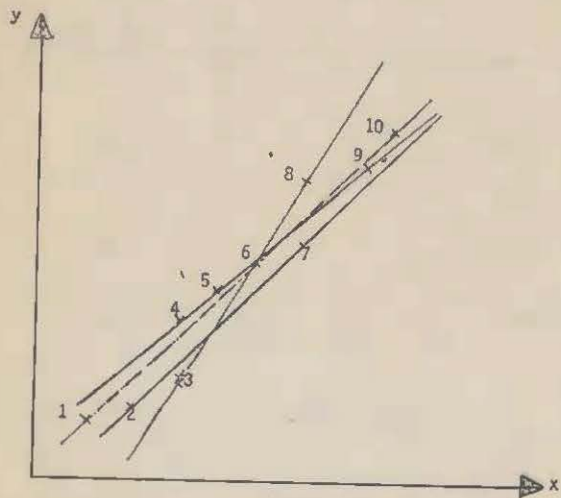
AJUSTE DE CURVAS

Cuando se tiene un conjunto de datos experimentales, de dos o más variables dependientes entre sí, es necesario realizar un ajuste de dichos datos para determinar la mejor curva que los agrupa.

Dos métodos sencillos y de uso común para ajustar curvas son el Método de Pares de Puntos y el Método de Mínimos Cuadrados.

MÉTODO DE PARES DE PUNTOS.

Este método se basa en el ajuste de rectas trazadas entre dos puntos dados por los datos experimentales. Esto es, se requieren n parejas de datos x e y , donde n debe ser par, y se ajustan $n/2$ rectas, de tal manera que las parejas x e y se encuentren separadas de forma equidistante respecto al número (n) de puntos.



En la figura se muestran 10 puntos, 5 rectas (1-6, 2-7, 3-8, 4-9 y 5-10) y la recta ajustada (línea discontinua).

La ecuación de la recta ajustada se obtiene de la siguiente forma:

$$m = \frac{(y_{10}-y_5)+(y_9-y_4)+(y_8-y_3)+(y_7-y_2)+(y_6-y_1)}{(x_{10}-x_5)+(x_9-x_4)+(x_8-x_3)+(x_7-x_2)+(x_6-x_1)}$$

o bien para cualquier valor de n par

$$m = \frac{i \frac{n}{2} (\frac{n}{2} + 1) (y_i - y(\frac{n}{2}))}{i \frac{n}{2} (\frac{n}{2} + 1) (x_i - x(\frac{n}{2}))} \quad (J19)$$

donde m es la pendiente.

El término independiente se obtiene mediante:

$$b = \bar{y} - m \bar{x} \quad (J20)$$

donde $\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$ y $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$

Finalmente la ecuación de la Recta Ajustada es:

$$y = m x + b \quad (J21)$$

MÉTODO DE LOS MÍNIMOS CUADRADOS

El método de los Mínimos Cuadrados establece que si una variable " y " es función lineal de otra variable " x ", la posición más probable de una línea recta ($y = m x + b$) es tal que la suma de los cuadrados de las desviaciones de todos los puntos (x_i, y_i), respecto de la línea, es un mínimo. Dichas desviaciones se miden en la dirección del eje y .

Partiendo de un conjunto de valores de " x " e " y ":

$$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$$

$$y_1, y_2, y_3 \dots y_n$$

se obtiene la pendiente (m) mediante:

$$m = \frac{n \sum (xy) - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (J22)$$

y el término independiente u ordenada al origen (b) utilizando la siguiente expresión:

$$b = \frac{\sum x^2 \sum y - \sum x \sum (xy)}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (J23)$$



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

908568

FACULTAD DE INGENIERIA

Coordinación de Bibliotecas

FECHA DE DEVOLUCION

Impreso en la
Coordinación de Servicios Generales
Unidad de Difusión
1989

16-B P.F.EX

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



908568

G1.- 908568