# MEDIDAS ELÉCTRICAS

# Unidad Temática Nro. 1

Métodos elementales de medida. Método de oposición. Medición de R con V y A. Cálculo de errores e incertidumbre.

Guía del Trabajo Práctico Nro. 1 Ejercicios Propuestos

> Asignatura Medidas Eléctricas Curso 2024

# Trabajo Práctico Nro. 1 Métodos elementales de medida. Método de oposición. Medición de R con V y A. Cálculo de errores e incertidumbre.

# 1. Objetivos

Se pueden detallar de la siguiente forma:

- Presentación y uso de instrumentos analógicos y digitales.
- Realización de mediciones de corriente y tensión por métodos directos e indirectos.
- Solución de un problema de inserción.
- Mediciones de resistencias en corriente continua. Aplicaciones del método de voltímetro y amperímetro.
- Identificación y cálculo de errores fortuitos y sistemáticos en las mediciones realizadas. Aplicación de los criterios de errores límites e incertidumbres de medición para las mediciones efectuadas.

Se establecerán, además, las pautas para la confección de informes de laboratorio (Anexo 2).

# 2. Planteo de los problemas

El trabajo práctico está subdividido en dos partes, a saber:

# 2.1. Medición de tensiones en continua y en alterna

Para la realización de la práctica se contará con un circuito cuyo esquema se muestra en la fig. 1. En el mismo se pretende medir la tensión  $U_x$  cuando se lo alimenta por el otro extremo con una tensión de continua U de alrededor de 18 V, con la condición de que el *error límite* sea de aproximadamente  $\pm$  1 %

Los elementos disponibles para efectuar las mediciones se detallan en el Anexo 1.

- **2.1.1** Identifique cuáles son los errores que aparecen al pretender medir la tensión  $U_x$ , con los instrumentos de los puntos 2.4 y 3 del Anexo 1. ¿Puede alguno de ellos ser desafectado? ¿Por qué? Trate de obtener conclusiones de carácter general.
- **2.1.2.** ¿Puede mejorar las condiciones de medición del punto anterior mediante el uso de algún método indirecto? Si la respuesta es afirmativa, proponga una solución que crea adecuada, utilizando elementos del Anexo 1. Justifique su elección.
- **2.1.3.** ¿Cuáles son los errores que intervienen en la medición de  $U_X$  con la variante propuesta en el punto anterior?
- **2.1.4.** Repita el procedimiento anterior, pero ahora aplicando en los bornes U una tensión de 18 V, 50 Hz, obtenida de un transformador que se encuentra en la misma fuente de pared que se detalla en el Anexo 1.

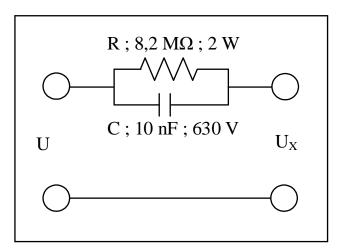


Figura 1: Esquema del circuito a estudiar.

#### 2.2. Medición de resistencias en continua.

Se deberá medir el valor de resistencia de los siguientes elementos:

- a) Una lámpara de 12 V, 5 W de potencia, en frío y en funcionamiento a un dado valor de tensión (14 V);
- b) La resistencia que presenta un tramo de circuito impreso, de valor del orden de los 20 a 30 m $\Omega$ .

Para la realización de la práctica se contará con los elementos disponibles enumerados en el Anexo 1 del presente TP. Se los deberá seleccionar de manera tal de poder efectuar las mediciones con exactitudes del orden de alguna unidad por ciento, sea cual fuere el método de evaluación de la incertidumbre de las mismas.

- **2.2.1** Seleccione el método de medida que resulte más adecuado para realizar cada una de las mediciones propuestas. ¿Existen en alguna de las determinaciones circunstancias que hagan que un método se destaque frente a otros en su aplicación o que sea el método de elección?
- **2.2.2** Defina, en los casos que corresponda, el circuito de medida apropiado, con la aclaración de las características de cada uno de los componentes del mismo.
- **2.2.3** Especifique las componentes de error que resulten ser de peso en el error total cometido en cada una de las mediciones.
- **2.2.4** Calcule el error final de cada una de las medidas y exprese el valor del resultado de las mismas. Efectúe los cálculos aplicando la teoría de errores límites y la de incertidumbre estadística definida para un intervalo de confianza del 95 %, en particular para el caso a).

# TRABAJO PRÁCTICO Nro. 1 - PROBLEMAS PROPUESTOS

# Medición de tensiones y corrientes por métodos directos e indirectos. Métodos de medida.

# Ejercicio Nro. 1.1:

Los arrollamientos de las máquinas eléctricas presentan, para diferentes estados de carga, variaciones de temperatura. Debido a que los mismos están construidos, en general, de cobre o aluminio, tales variaciones van acompañadas por modificaciones en su resistencia. Un método muy utilizado para la determinación de la sobreelevación de temperatura de dichas máquinas, entre distintas condiciones de funcionamiento, es el denominado de variación de resistencia (de alguno de los arrollamientos). El mismo consiste en la medición de esta última a una cierta temperatura conocida ( $T_1$ ), repitiendo la medida cuando la máquina haya alcanzado la temperatura de trabajo ( $T_2$ ), luego de un lapso de funcionamiento. La sobreelevación de temperatura viene dada, en forma aproximada, por la siguiente expresión:

$$\Delta T = \frac{(R_2 - R_I) * (\alpha + T_I)}{R_1}$$
 (A1.3)

Donde  $R_1$  y  $R_2$  son las resistencias medidas a las temperaturas  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente, y  $\alpha$  es función del material (235 °C para el cobre y 225 °C para el aluminio).

Durante la prueba de una máquina con arrollamientos de cobre se midieron los siguientes valores, con los errores que en cada caso se indican:  $T_1$ =  $(25\pm1)^{\circ}$ C;  $R_1$ =  $(24,22\pm0,07)$   $\Omega$ ,  $R_2$ =28,35  $\Omega$ ,  $e_{R2}$ =  $\pm0,3\%$ .

- a) Calcule  $\Delta T$  y exprese correctamente el resultado (suponer que  $\alpha$  se conoce sin error). Considere que los errores dados son límites, y haga propagación de errores límites. Caso pesimista.
- b) Indique cuál es la limitación que le encuentra al método cuando  $\Delta T$  es pequeño. Justifique la respuesta.

# Ejercicio Nro. 1.2:

Se necesita ajustar en laboratorio un valor de resistencia de 99,6  $\Omega$  con una tolerancia de  $\pm 0,1\%$ . Se dispone de un resistor de 100,0  $\Omega$  con tolerancia  $\pm 0,1\%$  y se piensa colocarle en paralelo otro de valor adecuado. Un operador sostiene que es necesario conectarle un resistor de 24,9 k $\Omega$ , con tolerancia  $\pm 0,1\%$ , mientras otro dice que colocaría en paralelo un resistor de ese mismo valor (24,9 k $\Omega$ ) pero con tolerancia  $\pm 2\%$ . ¿Quién tiene razón y por qué? Saque conclusiones.

# Ejercicio Nro. 1.3:

Se desea determinar una caída de tensión a partir de la expresión:  $U = I * (R_2 - R_1)$ 

El valor de la corriente I se obtuvo a partir de la deflexión de un amperímetro de IPBM, clase 0,1, alcance 2 A, escala lineal con 200 divisiones y  $R_a = 0,2 \Omega$ , en el que se leyeron 189,3 divisiones.

 $R_1$  y  $R_2$  se regularon, en mediciones consecutivas, en una misma caja de décadas como la indicada en la lista de elementos disponibles (7.1). Utilizando la caja de resistencias del punto 7.1 del Anexo 1, el operador que efectuó las mediciones dispuso las décadas de la siguiente forma:

$$-R_1 = (9x1000 + 9x100 + 9x10 + 8x1 + 9x0,1) \Omega = 9998,9 \Omega$$

$$-R_2 = (9x1000 + 9x100 + 9x10 + 9x1 + 0x0,1) \Omega = 9999,0 \Omega$$

- a) Calcule *U* y el error que la afecta, para las condiciones de medición indicadas más arriba. Exprese el resultado obtenido correctamente acotado. Haga el análisis desde el punto de vista de los errores límites.
- b) ¿Existirá alguna otra forma de disponer las décadas para disminuir el error de medición? En caso de que la respuesta sea afirmativa repita el punto a) para la solución propuesta.

# Ejercicio Nro. 1.4:

Resolver analizando errores límites. El resultado de una medición de tensión se obtuvo a partir de la expresión:  $U = U_m * (R_2/R_1)$ , donde  $U_m$  fue medida con un instrumento de 4½ dígitos,  $E_u = \pm (0.05\% \ U_m + 2 \ dígitos)$  y  $R_v = 10 \ M\Omega$ , en el que se leyeron 14,820 V. La tolerancia de la caja utilizada era de  $\pm 0.2\%$ .

Considerando en forma genérica:  $R_1 = R_C + R'_1$  y  $R_2 = R_C + R'_2$  donde  $R_C$  corresponde a las décadas comunes de  $R_1$  y  $R_2$ , y  $R'_1$  y  $R'_2$  a las no comunes de cada una de ellas, evalúe la expresión del error en la determinación de U y cuantifique los siguientes casos:

a)  $R_1$  y  $R_2$  fueron reguladas en la misma caja de décadas, una a continuación de la otra, y tomaron los siguientes valores:

$$-R_1 = (5x100 + 7x10 + 6x1 + 1x0,1) \Omega$$

$$-R_2 = (4x100 + 2x10 + 1x1 + 1x0,1) \Omega$$

b)  $R_1$  y  $R_2$  fueron reguladas en la misma caja de décadas, una a continuación de la otra, y tomaron los siguientes valores:

$$-R_1 = (4x100 + 2x10 + 3x1 + 2x0,1) \Omega$$

$$-R_2 = (3x100 + 9x10 + 0x1 + 1x0,1) \Omega$$

c)  $R_1$  y  $R_2$  fueron reguladas en distintas cajas de décadas, y tomaron los mismos valores que en el caso b)

#### Ejercicio Nro. 1.5:

Se efectuaron 30 determinaciones del nivel de tensión en un dado punto de un circuito. En todos los casos se tuvo la precaución de asegurarse que las magnitudes de influencia estuvieran bajo control, y se eliminaron todas las fuentes de errores sistemáticos presentes. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

$U_1 = 15,6 \text{ V}$	U <sub>7</sub> = 16,1 V	$U_{13} = 15,8 \text{ V}$	$U_{19} = 16,2 \text{ V}$	$U_{25} = 16,3 \text{ V}$
$U_2 = 16,1 \text{ V}$	$U_8 = 16,3 \text{ V}$	$U_{14} = 16,0 \text{ V}$	$U_{20} = 15,6 \text{ V}$	$U_{26} = 16,0 \text{ V}$
$U_3 = 15,9 \text{ V}$	$U_9 = 15,8 \text{ V}$	$U_{15} = 15,7 \text{ V}$	$U_{21} = 16,1 \text{ V}$	$U_{27} = 15.8 \text{ V}$
$U_4 = 15,9 \text{ V}$	$U_{10} = 16,0 \text{ V}$	$U_{16} = 15,4 \text{ V}$	$U_{22} = 16,0 \text{ V}$	$U_{28} = 15,9 \text{ V}$
$U_5 = 15,3 \text{ V}$	$U_{11} = 16,0 \text{ V}$	$U_{17} = 15,7 \text{ V}$	$U_{23} = 15.8 \text{ V}$	$U_{29} = 16,1 \text{ V}$
$U_6 = 15,7 \text{ V}$	$U_{12} = 15,9 \text{ V}$	$U_{18} = 16,3 \text{ V}$	$U_{24} = 15,9 \text{ V}$	$U_{30} = 16,3 \text{ V}$

- a) Calcular los parámetros característicos del conjunto de mediciones: valor medio y desviación normal.
- b) Establecer un intervalo dentro del cual pueda asegurarse que existe el 75 % de probabilidades de encontrar nuevas variantes.
- c) Hallar la probabilidad de encontrar variantes dentro del intervalo centrado en el valor medio con una amplitud de  $\pm 0.08$  V a cada lado del mismo.
- d) Encontrar un intervalo dentro del cual se pueda asegurar, con un 95 % de probabilidad, que se encuentra la media del universo. Usar para ello un coeficiente *k* de incertidumbre que tenga en cuenta el número finito de muestras.

*Nota:* Se adjuntan a la presente serie de problemas propuestos, las tablas correspondientes al área bajo la curva normal o de Gauss, entre  $-\infty$  y z, y a la distribución t de Student.

# Ejercicio Nro. 1.6:

Un fabricante de capacitores se encuentra con un problema en su línea de producción de unidades de 1  $\mu F, 250$  V. Él garantiza un error límite para los mismos de  $\pm$  0,01  $\mu F,$  por lo que somete a la totalidad de su producción a un proceso de medición, con el fin de descartar los que se encuentran fuera de dicha tolerancia, y encontró que el 15 % de las unidades debían desecharse. Controló las características de la producción, y encontró que el valor medio de la misma era de 1,000  $\mu F$ 

- a) ¿Qué valor tiene la desviación normal?
- b) ¿Qué valor tendría la desviación normal, si el valor medio de la producción fuese 0,998 μF?.
- c) ¿Que valor debería poseer la desviación normal, si con un valor medio de 0,998  $\mu F$ , se pretende descartar solo el 0,5 %?.
- d) Exprese el valor de cada capacitor en la forma  $C = (\overline{C} \pm U_C)$ , de forma que en el intervalo así definido esté comprendida el 99,5 % de la población.

# Ejercicio Nro. 1.7

Con el fin de determinar la calidad del servicio eléctrico en una cierta ubicación se efectuaron medidas del valor de tensión durante 30 días, a razón de 100 mediciones diarias, igualmente espaciadas.

Los resultados de la medición fueron los siguientes:

$$\overline{U} = 220.3V$$
  $\sigma = 2.1V$ 

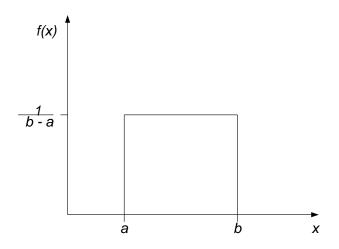
El mínimo valor medido fue de 185 V, y se registró en una oportunidad. El prestador del servicio dice que el mismo es de excelente calidad, y que el valor más bajo registrado no debería tomarse en cuenta, ya que, si bien se registró, su probabilidad de ocurrencia es despreciable. El usuario en cambio dice que el mismo es de mala calidad, pues él no puede soportar variaciones tan grandes. Usando sus conocimientos de Estadística, diga cuál de los dos tiene razón. Justifique su razonamiento evaluando, de ser posible, la probabilidad de ocurrencia de valores ≤ 210 V, que puede juzgarse como un mínimo perfectamente tolerable.

# Ejercicio Nro. 1.8

En una distribución normal (gaussiana), cuando se expresa el resultado de una medición en la forma:

$$X = \overline{X} \pm k\sigma$$

se sabe que según el valor que se dé a k será la amplitud del "intervalo de confianza" y por lo tanto la cantidad de muestras que en él quepan. En el caso típico, con k=1 se define un intervalo de amplitud  $\pm \sigma$  en torno del valor medio, en el cual existe un 68 % de probabilidad de encontrar variantes. Existen muchas otras distribuciones de probabilidad. Una de ellas es la llamada "rectangular" o "uniforme", cuya gráfica y definición son las siguientes:



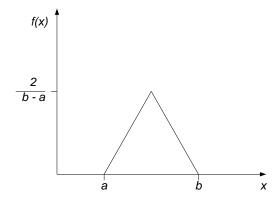
$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & a < x < b \end{cases}$$

$$f(x)=0$$
 paratodootrox

- a) Calcular la media y la desviación normal de esta distribución. Recordar que las expresiones para hallar ambas son:  $\mu = \int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot f(x) dx$ ;  $\sigma^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (x \mu)^2 f(x) dx$
- b) Encontrar qué probabilidad de hallar variantes en esta distribución hay en un intervalo de amplitud  $\pm \sigma$  en torno del valor medio

# Ejercicio Nro. 1.9

Repetir los cálculos anteriores para una distribución triangular, como la que se muestra en la siguiente figura:



# Ejercicio Nro. 1.10

Se determinó un valor de resistencia a partir de mediciones de la tensión aplicada y de la corriente que circula por el elemento. Se tomaron todas las precauciones para asegurar que todas las magnitudes de influencia, además de controladas, tuvieran un efecto despreciable en la medición. Todos los errores sistemáticos detectables fueron eliminados.

El conjunto de 7 pares de valores medidos se presenta en la siguiente tabla (ordenados por columnas).

U <sub>i</sub> [V]	12,32	12,40	12,28	12,40	12,33	12,42	12,37
I <sub>i</sub> [A]	1,325	1,331	1,315	1,329	1,328	1,337	1,322

Según las indicaciones de los fabricantes de los respectivos instrumentos, los errores límites en los alcances usados fueron: amperímetro  $\pm$  0,002 A; voltímetro  $\pm$  0,01 V. La resolución de ambos instrumentos corresponde al dígito de menor valor de las indicaciones mostradas. Analizar las distintas causas de incertidumbres de tipo A y B presentes en este trabajo, cuantificarlas y expresar el resultado de la medición en la forma

$$R = \overline{R} \pm U(\overline{R})$$

en la que  $U(\overline{R})$  define un intervalo con un 95 % de probabilidad de encontrar la media de un nuevo conjunto de mediciones.

# Ejercicio Nro. 1.11

Es necesario calibrar un amperímetro de tablero, clase 1, alcance 5 A y escala con 25 divisiones. Indique:

- a) ¿Qué puntos de la escala verificaría? ¿Por qué?
- b) Proponga un circuito que permita efectuar la medida, justificando la elección de cada uno de sus componentes.
- c) ¿Con qué criterio determina si está en clase?
- d) ¿Puede asegurar el mismo error de determinación para todos los puntos de la escala a calibrar? ¿Puede calibrar todos los puntos de la escala sin modificar el circuito propuesto?

# Ejercicio Nro. 1.12

Se desea medir la caída de tensión en la resistencia interna de una fuente de 10 V, cuando la misma entrega 1 A. Se sabe que su valor es de aproximadamente 100 mV.

- a) Diseñe el circuito que permita realizar dicha medición con un error límite no mayor que el 1%, utilizando los elementos disponibles.
- b) Suponiendo que el valor medido fue 100 mV, exprese correctamente el resultado.
- c) Exprese el resultado en la forma

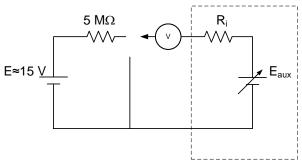
$$\Delta U = \left( \Delta U_m \pm k u_{(\Delta U_m)} \right)$$

eligiendo la incertidumbre expandida de tal modo que el en intervalo definido exista un 95 % de probabilidad de encontrarse el valor verdadero. Considere que las incertidumbres de los instrumentos usados tienen distribuciones rectangulares, con los extremos que surgen del cálculo de los errores límites. Analice qué mecánica de medida convendría emplear.

# Ejercicio Nro. 1.13:

El circuito de la figura se usará para medir la tensión E de la fuente. Se pretende obtener el menor error posible con los instrumentos indicados. El voltímetro empleado es digital, 4.000 cuentas, Eu=±(0,2% Um+1 díg.), RV=10 MΩ, alcances: 40 mV, 400 mV, 4 V, 40 V,400 V y 1000 V.

- a.- Detalle claramente los pasos necesarios para efectuar la medición, indicando el alcance usado en el voltímetro en cada etapa (considerar en este punto Ri despreciable).
- b.- ¿Qué finura debería tener la fuente auxiliar? Justificar.
- c.- Calcule los errores límites presentes y obtenga el resultado de la medición correctamente acotado (Considere para ello el valor aproximado indicado para E).
- d.-¿Qué rango de valores debe tener Ri para que no sea necesario efectuar correcciones al valor medido?



# Ejercicio Nro. 1.14

Con los elementos que se dispone en la lista del Anexo 1, diseñar el circuito adecuado para medir la resistencia directa (r = U/I) de un diodo de Si, cuando por él circula una corriente de 1 A. Estimar el error de la medición.

# Ejercicio Nro. 1.15

Se midió una resistencia empleando el método de voltímetro - amperímetro, conexión corta. Los instrumentos usados y sus correspondientes indicaciones fueron:

Voltímetro:  $4\frac{1}{2}$  dígitos, alcances para tensión continua 2, 20, 200 y 1000 V, Rv =  $10M\Omega$ , Eu= $\pm(0.04\%$  Um+1 díg.). Alcance empleado 1000 V, indicación: 248.2 V

Amperímetro: 4½ dígitos, alcances para corriente continua 2 mA, 200 μA, caída de tensión a In=0,3 V, EI=±(0,3%Im+2 díg.). Alcance empleado 2 mA, indicación: 1,8321 mA

- a) Obtenga el valor de X y su error límite. Exprese el resultado de la medición correctamente acotado, desde el punto de vista de los errores límites.
- b) Una persona dice que debió usarse conexión larga, ¿cuál es su opinión? Justificar.

# Ejercicio Nro. 1.16:

Se midió una resistencia utilizando un puente de Wheatstone cuya ecuación de equilibrio es  $X = \rho * R_3$ . Los valores que permitieron el equilibrio fueron:  $\rho = 0.01$ ;  $R_3 = 5432 \,\Omega$ , con errores límites  $\pm 0.1 \%$  para  $\rho y R_3$ .

Para determinar el error de insensibilidad se dieron variaciones a  $R_3$ , leyéndose las correspondientes desviaciones del galvanómetro, de resolución 0,1 div. Los valores obtenidos fueron:

$$R_{3d}$$
= 5.462  $\Omega$ . . . . .  $\delta$ <sub>d</sub> = 1 div.

$$R_{3i} = 5.402 \Omega....\delta i = 1 \text{ div.}$$

Expresar correctamente el resultado de la medición, empleando la ley de propagación de errores límites.

#### Ejercicio Nro. 1.17:

Se debe medir una resistencia de aproximadamente 5000  $\Omega$  (1 W) utilizando un puente de Wheatstone. Se dispone de los siguientes elementos:

- Fuente de tensión continua, variable de 0 a 20 V,  $I_{máxima} = 2A$ ,  $R_{salida} \approx 0\Omega$ .
- Puente de Wheatstone:  $R_1/R_2=10$ , 1 y 0,1,  $R_1+R_2=1000~\Omega$ ,  $e_{R_1/R_2}=\pm0.05\%$ ,  $R_3=(10x1000; 10x100; 10x10; 10x1; 10x0,1)\Omega$ ,  $e_{R_3}=\pm0.05\%$  para las décadas de 1000, 100 y 10  $\Omega$ ,  $\pm0.1\%$  para la de 1  $\Omega$  y  $\pm0.2\%$  para la de 0,1  $\Omega$ . La potencia admisible para cada una de las resistencias del puente es de 0,25 W.
- Galvanómetro:  $k_I = 1 \mu A/div$ ,  $R_g = 200 \Omega$ , resolución = 0,1 división.

Un operador señala que la medición no puede efectuarse con error de insensibilidad despreciable frente a los errores propios del puente, mientras que un segundo operador dice que esto es posible. ¿Cuál de ellos tiene razón y por qué?

Cualquiera sea su respuesta, indique cómo armaría el puente para efectuar la medición con la variante propuesta y cuáles son los errores límites que se obtendrían.

Nota: Se sugiere realizar un análisis del circuito empleando PSpice.

# Ejercicio Nro. 1.18:

Para reparar un instrumento se necesita construir un resistor de  $10~\Omega$ , con una tolerancia que no supere el  $\pm~0.06\%$ . La persona encargada de la tarea armó un prototipo, al que pretende realizarle mediciones y ajustes sucesivos hasta alcanzar el valor buscado. Propone medirlo con un puente de Wheatstone marca Sullivan, similar al mencionado en el Anexo 1 a este trabajo práctico. La potencia admisible del resistor es de 0.5~W, y se sabe que por razones constructivas, las resistencias de contacto en sus terminales son del orden de algunos  $m\Omega$ .

¿Será válido el método de medida propuesto? Enumere los posibles problemas que puedan surgir y proponga soluciones. (Dispone, además del puente mencionado, de todos los otros elementos indicados en el Anexo 1).

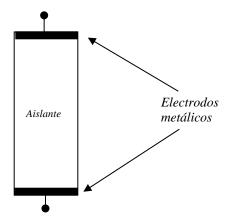
# Ejercicio Nro. 1.19:

Se debe medir una resistencia de aproximadamente  $100 \mu\Omega$ , 1 W de disipación, con los elementos de la lista adjunta a este T.P. (Considere que posee además una fuente de corriente continua ideal, capaz de suministrar corrientes de 1 a 50 A con una resolución de 0,1 A).

- a.- Indicar qué precauciones de conexionado deben adoptarse para poder caracterizar correctamente la incógnita.
- b.- Diseñar el circuito de medida empleando elementos de la mencionada lista, de manera tal que se mida con el menor error posible.
- c.- Suponiendo que el resultado de la medición fue de 99,8  $\mu\Omega$ , indicar un intervalo de incertidumbre con el 95 % de probabilidad de ocurrencia. Suponer que los errores que se han indicado para los elementos usados tienen en todos los casos una distribución rectangular

# Ejercicio Nro. 1.20:

Se desean medir las resistencias volumétrica y superficial de un aislador cilíndrico como el esquematizado en la figura.



Dimensiones de la probeta: diámetro: 80 mm; longitud: 400 mm

Dibuje el circuito de medición que resulte adecuado para determinar la resistencia superficial, empleando el método de voltímetro y amperímetro..

# Ejercicio Nro. 1.21:

Se pretende medir la resistencia volumétrica de un cable coaxil como el de la figura. Dibujar el circuito que permita realizar tal determinación empleando el método de voltímetro y amperímetro. Si es necesario incluir alguna guarda, indicarla claramente en el dibujo.

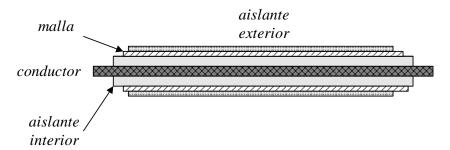


Figura 1.21

# Ejercicio Nro. 1.22:

En el desarrollo de la parte teórica de la materia, se han analizado circuitos puente de continua. El esquema puede generalizarse a alterna, y de hecho existen numerosísimos circuitos puente cuyo análisis excede de los límites de nuestra materia. No obstante, por su importancia merecen un análisis de nuestra parte. Un alumno, con el fin de experimentar decide armar un circuito con los elementos que se aprecian en la figura 1.24.

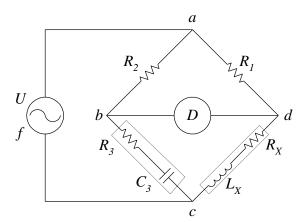


Figura 1.22

En ella se indican con subíndice "x" los elementos del circuito equivalente de la impedancia incógnita, indicando las líneas de trazos que se trata de una impedancia única de la cual se da su circuito equivalente en las condiciones de funcionamiento del puente. Sostiene que una vez que alcance el equilibrio, como conoce todos los restantes elementos del puente calculará la incógnita.

Un compañero le dice que con el circuito que armó nunca podrá lograr "0" en el detector.

Justificando su razonamiento indique quién tiene razón y por qué. Establezca además alguna regla que permita establecer qué condiciones deben cumplir las impedancias de las cuatro ramas del puente para que el equilibrio sea posible.

# Área bajo la curva normal o de Gauss, entre - $\infty$ y z

0.0         0.5000         0.5040         0.5080         0.5120         0.5160         0.5199         0.5239         0.5279         0.531           0.1         0.5398         0.5438         0.5478         0.5517         0.5557         0.5596         0.5636         0.5675         0.571           0.2         0.5793         0.5832         0.5871         0.5910         0.5948         0.5987         0.6026         0.6064         0.610           0.3         0.6179         0.6217         0.6255         0.6293         0.6331         0.6368         0.6406         0.6443         0.648           0.4         0.6554         0.6591         0.6628         0.6664         0.6700         0.6736         0.6772         0.6808         0.684           0.5         0.6915         0.6950         0.6985         0.7019         0.7054         0.7088         0.7123         0.7157         0.719           0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7446         0.7794         0.7754           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794	4 0.5753 0.6141 0.6517 0.6879 0.7549 0.7549 0.3 0.7852 0.8133 0.8389 0.8621 0.08830 0.9015
0.2         0.5793         0.5832         0.5871         0.5910         0.5948         0.5987         0.6026         0.6064         0.6164           0.3         0.6179         0.6217         0.6255         0.6293         0.6331         0.6368         0.6406         0.6443         0.648           0.4         0.6554         0.6591         0.6628         0.6664         0.6700         0.6736         0.6772         0.6808         0.684           0.5         0.6915         0.6950         0.6985         0.7019         0.7054         0.7088         0.7123         0.7157         0.719           0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7486         0.751           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859	0.6141 0.6517 0.6879 0.7224 0.7549 0.7852 0.8133 0.8389 0.90 0.8621 0.8830 0.9015
0.3         0.6179         0.6217         0.6255         0.6293         0.6331         0.6368         0.6406         0.6443         0.648           0.4         0.6554         0.6591         0.6628         0.6664         0.6700         0.6736         0.6772         0.6808         0.684           0.5         0.6915         0.6950         0.6985         0.7019         0.7054         0.7088         0.7123         0.7157         0.719           0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7486         0.751           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.7734         0.7764         0.7794         0.7734         0.7764         0.7794         0.7734         0.7644         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.816           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0	30 0.6517 14 0.6879 10 0.7224 17 0.7549 13 0.7852 16 0.8133 15 0.8389 19 0.8621 10 0.8830 17 0.9015
0.4         0.6554         0.6591         0.6628         0.6664         0.6700         0.6736         0.6772         0.6808         0.6848           0.5         0.6915         0.6950         0.6985         0.7019         0.7054         0.7088         0.7123         0.7157         0.719           0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7486         0.751           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.816           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881	14 0.6879 10 0.7224 17 0.7549 13 0.7852 16 0.8133 15 0.8389 19 0.8621 10 0.8830 17 0.9015
0.5         0.6915         0.6950         0.6985         0.7019         0.7054         0.7088         0.7123         0.7157         0.719           0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7486         0.7510           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.816           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.88499         0.8888         0.8907         0.8925         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2 </th <th>00 0.7224 7 0.7549 03 0.7852 06 0.8133 05 0.8389 09 0.8621 0 0.8830 07 0.9015</th>	00 0.7224 7 0.7549 03 0.7852 06 0.8133 05 0.8389 09 0.8621 0 0.8830 07 0.9015
0.6         0.7257         0.7291         0.7324         0.7357         0.7389         0.7422         0.7454         0.7486         0.751           0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.810           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916	7 0.7549 23 0.7852 26 0.8133 25 0.8389 29 0.8621 0 0.8830 27 0.9015
0.7         0.7580         0.7611         0.7642         0.7673         0.7704         0.7734         0.7764         0.7794         0.782           0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.816           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930	33 0.7852 06 0.8133 05 0.8389 09 0.8621 00 0.8830 07 0.9015
0.8         0.7881         0.7910         0.7939         0.7967         0.7995         0.8023         0.8051         0.8078         0.816           0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953	06 0.8133 05 0.8389 09 0.8621 0 0.8830 07 0.9015
0.9         0.8159         0.8186         0.8212         0.8238         0.8264         0.8289         0.8315         0.8340         0.836           1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953	0.8389 09 0.8621 0 0.8830 07 0.9015
1.0         0.8413         0.8438         0.8461         0.8485         0.8508         0.8531         0.8554         0.8577         0.859           1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9678         0.9686         0.9693         0.969	09 0.8621 0 0.8830 07 0.9015
1.1         0.8643         0.8665         0.8686         0.8708         0.8729         0.8749         0.8770         0.8790         0.881           1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.899           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9808         0.981	0.8830 07 0.9015
1.2         0.8849         0.8869         0.8888         0.8907         0.8925         0.8944         0.8962         0.8980         0.8999           1.3         0.9032         0.9049         0.9066         0.9082         0.9099         0.9115         0.9131         0.9147         0.916           1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9599         0.9608         0.9616         0.962           1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9794         0.9980         0.9808         0.981	0.9015
1.3       0.9032       0.9049       0.9066       0.9082       0.9099       0.9115       0.9131       0.9147       0.916         1.4       0.9192       0.9207       0.9222       0.9236       0.9251       0.9265       0.9279       0.9292       0.930         1.5       0.9332       0.9345       0.9357       0.9370       0.9382       0.9394       0.9406       0.9418       0.942         1.6       0.9452       0.9463       0.9474       0.9484       0.9495       0.9505       0.9515       0.9525       0.953         1.7       0.9554       0.9564       0.9573       0.9582       0.9591       0.9599       0.9608       0.9616       0.962         1.8       0.9641       0.9649       0.9656       0.9664       0.9671       0.9678       0.9686       0.9693       0.969         1.9       0.9713       0.9719       0.9726       0.9732       0.9738       0.9744       0.9750       0.9756       0.976         2.0       0.9772       0.9778       0.9830       0.9834       0.9838       0.9842       0.9846       0.9850       0.985         2.2       0.9861       0.9864       0.9868       0.9871       0.9875       0.9878	
1.4         0.9192         0.9207         0.9222         0.9236         0.9251         0.9265         0.9279         0.9292         0.930           1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9599         0.9608         0.9616         0.962           1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985	0.0177
1.5         0.9332         0.9345         0.9357         0.9370         0.9382         0.9394         0.9406         0.9418         0.942           1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9599         0.9608         0.9616         0.962           1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988	<i>-</i> ∠ 0.71//
1.6         0.9452         0.9463         0.9474         0.9484         0.9495         0.9505         0.9515         0.9525         0.953           1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9599         0.9608         0.9616         0.962           1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988           2.3         0.9893         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9929         0.9931         0.9932         0.993	0.9319
1.7         0.9554         0.9564         0.9573         0.9582         0.9591         0.9599         0.9608         0.9616         0.962           1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.969           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988           2.3         0.9893         0.9896         0.9898         0.9901         0.9904         0.9906         0.9909         0.9911         0.991           2.4         0.9918         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9946         0.9948         0.9949         0.995	9 0.9441
1.8         0.9641         0.9649         0.9656         0.9664         0.9671         0.9678         0.9686         0.9693         0.9693           1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988           2.3         0.9893         0.9896         0.9898         0.9901         0.9904         0.9906         0.9909         0.9911         0.991           2.4         0.9918         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9946         0.9948         0.9949         0.995           2.5         0.9938         0.9940         0.9941         0.9943         0.9945         0.9946         0.9948         0.9949         0.995 <th>0.9545</th>	0.9545
1.9         0.9713         0.9719         0.9726         0.9732         0.9738         0.9744         0.9750         0.9756         0.976           2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.981           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988           2.3         0.9893         0.9896         0.9898         0.9901         0.9904         0.9906         0.9909         0.9911         0.991           2.4         0.9918         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9929         0.9931         0.9932         0.993           2.5         0.9938         0.9940         0.9941         0.9943         0.9945         0.9946         0.9948         0.9949         0.995	25 0.9633
2.0         0.9772         0.9778         0.9783         0.9788         0.9793         0.9798         0.9803         0.9808         0.9818           2.1         0.9821         0.9826         0.9830         0.9834         0.9838         0.9842         0.9846         0.9850         0.985           2.2         0.9861         0.9864         0.9868         0.9871         0.9875         0.9878         0.9881         0.9884         0.988           2.3         0.9893         0.9896         0.9898         0.9901         0.9904         0.9906         0.9909         0.9911         0.991           2.4         0.9918         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9929         0.9931         0.9932         0.993           2.5         0.9938         0.9940         0.9941         0.9943         0.9945         0.9946         0.9948         0.9949         0.995	9 0.9706
2.1       0.9821       0.9826       0.9830       0.9834       0.9838       0.9842       0.9846       0.9850       0.985         2.2       0.9861       0.9864       0.9868       0.9871       0.9875       0.9878       0.9881       0.9884       0.988         2.3       0.9893       0.9896       0.9898       0.9901       0.9904       0.9906       0.9909       0.9911       0.991         2.4       0.9918       0.9920       0.9922       0.9925       0.9927       0.9929       0.9931       0.9932       0.993         2.5       0.9938       0.9940       0.9941       0.9943       0.9945       0.9946       0.9948       0.9949       0.995	61 0.9767
2.2       0.9861       0.9864       0.9868       0.9871       0.9875       0.9878       0.9881       0.9884       0.988         2.3       0.9893       0.9896       0.9898       0.9901       0.9904       0.9906       0.9909       0.9911       0.991         2.4       0.9918       0.9920       0.9922       0.9925       0.9927       0.9929       0.9931       0.9932       0.993         2.5       0.9938       0.9940       0.9941       0.9943       0.9945       0.9946       0.9948       0.9949       0.995	2 0.9817
2.3     0.9893     0.9896     0.9898     0.9901     0.9904     0.9906     0.9909     0.9911     0.991       2.4     0.9918     0.9920     0.9922     0.9925     0.9927     0.9929     0.9931     0.9932     0.993       2.5     0.9938     0.9940     0.9941     0.9943     0.9945     0.9946     0.9948     0.9949     0.995	64 0.9857
2.4         0.9918         0.9920         0.9922         0.9925         0.9927         0.9929         0.9931         0.9932         0.993           2.5         0.9938         0.9940         0.9941         0.9943         0.9945         0.9946         0.9948         0.9949         0.995	
<b>2.5</b> 0.9938 0.9940 0.9941 0.9943 0.9945 0.9946 0.9948 0.9949 0.995	
	34 0.9936
	0.9952
<b>2.6</b> 0.9953 0.9955 0.9956 0.9957 0.9959 0.9960 0.9961 0.9962 0.996	
<b>2.7</b>   0.9965   0.9966   0.9967   0.9968   0.9969   0.9970   0.9971   0.9972   0.997	
<b>2.8</b>   0.9974   0.9975   0.9976   0.9977   0.9977   0.9978   0.9979   0.9979   0.998	
<b>2.9</b>   0.9981   0.9982   0.9982   0.9983   0.9984   0.9984   0.9985   0.9985   0.998	
<b>3.0</b>   0.9987   0.9987   0.9987   0.9988   0.9989   0.9989   0.9989   0.9999	
<b>3.1</b>   0.9990   0.9991   0.9991   0.9992   0.99	
<b>3.2</b>   0.9993   0.9993   0.9994   0.9994   0.9994   0.9994   0.9995   0.9995   0.999	
<b>3.3</b> 0.9995 0.9995 0.9995 0.9996 0.9996 0.9996 0.9996 0.9996 0.999	
<b>3.4</b> 0.9997 0.9997 0.9997 0.9997 0.9997 0.9997 0.9997 0.9997	
<b>3.5</b>   0.9998   0.9988   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.9888   0.98	
<b>3.6</b> 0.9998 0.9998 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999	
<b>3.7</b>   0.9999   0.99	
<b>3.8</b> 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999 0.9999	9 0.9999
<b>3.9</b>   1.0000   1.00	00 1.0000

# Distribución "t" de Student

Tabla G.2 - Valor de  $t_p(v)$  de la distribución t, para v grados de libertad, que define un intervalo de -tp(v) a +tp(v), que incluye la fracción p de la distribución.

Número de		Fr	acción p, e	en porcent	aje	
grados de libertad, v	68,27 <sup>a)</sup>	90	95	95,45 a)	99	99,73 a)
1	1,84	6,31	12,71	13,97	63,66	235,80
2	1,32	2,92	4,30	4,53	9,92	19,21
3	1,20	2,35	3,18	3,31	5,84	9,22
4	1,14	2,13	2,78	2,87	4,60	6,62
5	1,11	2,02	2,57	2,65	4,03	5,51
6	1,09	1,94	2,45	2,52	3,71	4,90
7	1,08	1,89	2,36	2,43	3,50	4,53
8	1,07	1,86	2,31	2,37	3,36	4,28
9	1,06	1,83	2,26	2,32	3,25	4,09
10	1,05	1,81	2,23	2,28	3,17	3,96
11	1,05	1,80	2,20	2,25	3,11	3,85
12	1,04	1,78	2,18	2,23	3,05	3,76
13	1,04	1,77	2,16	2,21	3,01	3,69
14	1,04	1,76	2,14	2,20	2,98	3,64
15	1,03	1,75	2,13	2,18	2,95	3,59
16	1,03	1,75	2,12	2,17	2,92	3,54
17	1,03	1,74	2,11	2,16	2,90	3,51
18	1,03	1,73	2,10	2,15	2,88	3,48
19	1,03	1,73	2,09	2,14	2,86	3,45
20	1,03	1,72	2,09	2,13	2,85	3,42
25	1,02	1,71	2,06	2,11	2,79	3,33
30	1,02	1,70	2,04	2,09	2,75	3,27
35	1,01	1,70	2,03	2,07	2,72	3,23
40	1,01	1,68	2,02	2,06	2,70	3,20
45	1,01	1,68	2,01	2,06	2,69	3,18
50	1,01	1,68	2,01	2,05	2,68	3,16
100	1,005	1,660	1,984	2,025	2,626	3,077
$\infty$	1,000	1,645	1,960	2,000	2,576	3,000

a) Para una magnitud z descripta por una distribución normal de esperanza matemática  $\mu_z$  y desviación estándar  $\sigma$ , el intervalo  $\pm k\sigma$  incluye respectivamente las fracciones p=68,27%, 95,45%, y 99,73% de la distribución, para valores de k=1,2 y 3.

(Referencia: "Evaluation of measurement data. Guide to the expression of uncertainty in measurement, BIPM, JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections". http://www.bipm.org/utils/common/documents/jcgm/JCGM\_100\_2008\_E.pdf )

# **ANEXO 1**

# **Elementos disponibles**

# 1. Multímetros analógicos

1.1. Marca: SANWA Modelo: 305 – ZTR

Función	Rango	Exactitud a fondo de escala	Cifra Ω/v	Resistencia serie	Caída de tensión a I <sub>nominal</sub>
	0,5 V				
	2,5 V				
	10 V				
Tensión	50 V	3 %			
Continua	250 V		20000		
	500 V				
	1 kV	5 %			
	5 kV	5 %			
	2,5 V				
Tensión	10 V				
Alterna	50 V	4 %	4000		
	250 V				
	1000 V				
	50 μΑ				
	1 mA				
Corriente	10 mA	3 %			250 mV
Continua	50 mA				230 m v
	250 mA	Λ .			
	10 A	5 %			
	x 1			34 Ω	
Dogistan sis	x 100	2 % (de la		3,4 kΩ	
Resistencia	x 1000	longitud de la escala)		34 kΩ	
	x 10000			340 kΩ	

1.2. Marca: NORMA Modelo: 1811 GB 1 E Especificaciones:

• Corriente continua:

30 μA (caída de tensión: 60 mV) 120 μA (caída de tensión: 300 mV)

0,6 - 3 - 12 - 60 mA - 0,3 - 1,2 - 6A (caída de tensión: aproximadamente 150 mV)

• Tensión continua:

12 mV (consumo: 25  $\mu$ A, 40000  $\Omega$ /V)

60 mV (consumo: 30  $\mu A)$  300 mV (consumo: 120  $\mu A)$ 

1,2 - 6 - 30 - 60 - 120 - 600 V (consumo: 50  $\mu A,\,20000~\Omega/V)$ 

# • Corriente alterna:

150 μA (caída de tensión: aproximadamente 420 mV) 600 μA (caída de tensión: 1,5 V)

3- 15 - 60 - 300 mA - 1,5 - 6 A (caída de tensión: aproximadamente 750 mV)

# • Tensión alterna:

1,5 V (consumo: 600 μA)

6 - 30 - 150 - 300 - 600 V (consumo:  $250 \mu A$ ,  $4000 \Omega/V$ )

# • Resistencia:

10, 300,50000  $\Omega$ 1 kΩ, 30 kΩ, 5 kΩ

# • Exactitud:

Error en corriente o tensión continua:  $\pm 2,5\%$ Error adicional en corriente o tensión alterna:

 $15...500 \text{ Hz: } \pm 1\%$ ...5000 Hz:  $\pm 2,5\%$ ...30 kHz:  $\pm 5\%$ 

# 1.3. Marca: SANWA

**Modelo:** 295Z / 95ZM

Función	Rango	Exactitud a fondo de escala	Cifra Ω/v	Resistencia serie	Caída de tensión a I <sub>máxima</sub>
	3 V				
	12 V				
Tensión	60 V	4.0/			
Continua	300 V	4 %	20000		
	600 V				
	1200 V				
	6000V	6 %			
	3 V				
	12 V	5 %	10000		
Tensión	60 V				
Alterna	300 V		10000		
	600 V				
	1200 V				
	60 μA				
Corriente	3 mA	4 %			180 mV
Continua	30 mA	4 70			100 111 V
	300 mA				
	x 1	20/ (1.1		50 Ω	
Resistencia	x 10	2 % (de la longitud de la		500 Ω	
Resistencia	x 100	escala)		5 kΩ	
	x 1000	,		50 kΩ	

# 2. Multímetros digitales

**2.1. Marca:** YU-FONG

**Modelo:** YF – 1030 (3 ½ dígitos)

Función	Rango	Exactitud	Impedancia de entrada	Caída de tensión a I <sub>máxima</sub>
	200 mV			
m	2 V			
Tensión Continua	20 V	$\pm (0.8 \% \text{ Um} + 1 \text{ díg.})$	$10  \mathrm{M}\Omega$	
Continua	200 V			
	1000 V			
	200 mV			
m •/	2 V			
Tensión Alterna	20 V	$\pm (1,2 \% \text{ Um} + 2 \text{ dig.})$	$10  \mathrm{M}\Omega$	
Aiteina	200 V		l	
	750 V			
	200 μΑ			
G	2 mA	1/1 0/ T 2 II )		
Corriente Continua	20 mA	$\pm (1 \% I_{\rm m} + 2 \text{ dig.})$		200 mV
Continua	200 mA			
	10 A	$\pm (2 \% I_m + 2 dig.)$		
	200 μΑ			
G	2 mA	1/1 2 0/ I 2 I'		
Corriente Alterna	20 mA	$\pm (1,2 \% I_m + 2 dig.)$		200 mV
Aucina	200 mA			
	10 A	$\pm (2.5 \% I_m + 2 dig.)$		
	200 Ω			
	2 kΩ	$\pm (1 \% R_m + 2 \text{ dig.})$		
	20 kΩ			
Resistencia	200 kΩ			
	2 ΜΩ			
	20 ΜΩ	$\pm (1.8 \% R_{\rm m} + 2 \text{ dig.})$		

2.2. Marca: HEWLETT PACKARD Modelo: HP 972A (3 ¾ dígitos)

# **Specifications**

Calibration period: one year minimum. Specifications apply at  $23^{\circ}$  C  $\pm$   $5^{\circ}$  C, < 80% RH Accuracy = ±(% of reading + number of digits)
Temperature Coefficient = Accuracy X 0.1/° C (-10° C to 18° C; 28° C to 55° C)

#### General

Do not expose product to moisture or rain. Do not use product in flammable atmosphere.

Operating Temperature: -10° to 50°C. Humidity: 0°C to 40°C / 80% RH max, 40°C to 50°C / 70% RH max (no condensation). Storage Temperature: -25° to 60°C / 70% RH max (no condensation).

AC + DC

Display reading rate: ACV, DCV, Diode, Continuity: Frequency Capacitance

Approximately 2.3/second Approximately 1/second Approximately 0.03 to 2/second Approximately 0.5 to 1/second

Bargraph reading rate: Battery life: Approximately 600 hours

Approximately 23/second

#### **DC Voltage**

Panga	Resolution	972A	973A	Input Resistance
Range	Resolution	Accı	iracy	input Resistance
40 mV	10 μV	± (0.3% + 5)	± (0.3% + 5)	10 MO (nominal)
400 mV	100 μV			10 MΩ (nominal)
4 V	1 mV		± (0.1% + 1)	11 M $\Omega$ (nominal)
40 V	10 mV	± (0.2% + 1)		
400 V	100 mV			10 M $\Omega$ (nominal)
1000 V	1 V		± (0.2% + 1)	

Normal Mode Rejection Ratio: > 60 dB @ 50 or 60 Hz

Effective Common Mode Rejection Ratio ( 1 k $\Omega$  imbalance): > 120 dB @ 50 or 60 Hz

#### AC Voltage HP 972A (Average responding, calibrated to display rms)

		Accuracy		Innut Imnodonos		
Range	Resolution	40 Hz to 50 Hz	50 Hz to 1 kHz	1 kHz to 5 kHz	5 kHz to 20 kHZ	Input Impedance (nominal)
40 mV	10 μV	± (1% + 10)		Not Specified		10 MO 4 70 pF
400 mV	0.1 mV	± (1% + 3)		Not Sp	pecified	10 MΩ < 70 pF
4 V	1 mV	± (1%	5 + 3)			11 MΩ < 50 pF
40 V	10 mV	. (40/ . 2)	1 (0 F0( 1 2)	± (1.5% + 3)	± (3% + 6)	
400 V	100 mV	± (1% + 2)	± (0.5% + 2)			10 MΩ < 50 pF
1000 V	1 V	± (1% + 2) (40	Hz to 500 Hz)	Not Specified		

Common Mode Rejection Ratio (1 k $\Omega$  imbalance): > 60 dB @ DC to 60 Hz Response time: 2 seconds maximum

#### **DC Current**

Range	Resolution	Accuracy	Input Resistance	Maximum Input
400 μΑ	100 nA	± (0.5% + 2)	< FEO O	
4000 μΑ	1 μΑ	+ (0.00/ + 2)	< 550 Ω	+ 0 E A (fueed)
40 mA	10 μΑ	± (0.8% + 2)	4 9 0	± 0.5 A (fused)
400 mA	100 μΑ	. (4.00/2)	< 8 Ω	
10 A	10 mA	± (1.0% + 2)	< 0.05 Ω	± 15 A (fused)

#### **AC Current**

Range	Resolution	Accuracy (40 Hz to 2 kHz)	Input Resistance	Maximum Input
400 μΑ	100 nA		. 550.0	
4000 μΑ	1 μΑ		< 550 Ω	0 F Arms (fuesd)
40 mA	10 μΑ	1 + (1.5% + 4)	0.5 Arms (fused)	
400 mA	100 μΑ		< 8 Ω	
10 A	10 mA		< 0.05 Ω	15 Arms (fused)

HP 972A average responding HP 973A rms responding, crest factor <3, specified for 5% to 100% of range

#### Resistance

Range	Resolution	Accuracy	Test Current	Max Open Circuit Voltage
400 Ω	100 mΩ	$\pm$ (0.2% + 1) <sup>1</sup>	< 0.8 mA	< 3.2 V
4.0 kΩ	1 Ω		< 80 μΑ	
40 kΩ	10 Ω	± (0.2% + 1)	< 10 μΑ	
400 kΩ	100 Ω		< 1.1 μA	< 1.1 V
4.0 MΩ	1 kΩ	± (0.5% + 1)	110 nA	
40 MΩ	10 kΩ	± (1.2% + 1)	ITOTIA	

 $<sup>^{1}</sup>$  After zero adjust of input leads. Zero adjust range up to 9.9  $\Omega.$ 

# Continuity

Measurement Current: 0.8 mA maximum Displayed resistance: 0  $\Omega$  to 400  $\Omega$  Alarm: Tone when input < 20  $\Omega$ 

Open circuit voltage: < 3.2 Vpeak Input protection: 660 Vrms (sinewave) Resolution: 100 m $\Omega$ 

#### Diode

# Capacitance

Range	Resolution	Accuracy
10 nF	10 pF <sup>1</sup>	. (20/ . 2)
100 nF	100 pF	± (2% + 3)
1000 nF	1 nF	. (4.00(0)
10 μF	10 nF	± (1.2% + 2)
100 μF	100 nF	L (20/ L 2)
1000 μF	1 μF	± (3% + 2)

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> After zero adjust of input leads

Method used: Charge/Discharge of capacitor under test

Maximum display 1199

# Frequency (Volts)

Frequency Range	Resolution	Accuracy	Input Voltage (rms)	Maximum Input		
2 Hz to 99.99 Hz	0.01 Hz		0.2 V to 400 V			
90 Hz to 999.0 Hz	0.1 Hz		0.2 V to 400 V			
900 Hz to 9999 Hz	1 Hz	± (0.02% + 1)	0.4 V to 400 V			
9.00 kHz to 99.99 kHz	10 Hz		0.8 V to 100 V	100 Vrms		
90 kHz to 200 kHz	100 Hz		2 V to 100 V	100 VIIIIS		

# Frequency (Amps)

Frequency Range	Resolution	Accuracy	Input Current (rms)	Maximum Input
2 Hz to 99.99 Hz	0.01 Hz			
90 Hz to 999.0 Hz	0.1 Hz	± (0.02% + 1)	50 μA to 10 A	15 A (fused)
900 Hz to 9999 Hz	1 Hz			

Response time 3 sec max on fixed range

#### Temperature (5 k $\Omega$ @ 25° C Thermistor probe)

	° C	° F
Measurement Range	-80° to 150°	-112° to 302°
Resolution	0.1°	0.2°
Accuracy 1	± 0.3° C	± 0.5° F

 $<sup>^{1}</sup>$  Accuracy does not include 5  $k\Omega$  Thermistor error

2.3. Marca: HEWLETT PACKARD

**Modelo:** HP 974A (4 ¾ dígitos TRMS)

#### **Specifications**

Calibration period: six months minimum. Specifications apply at  $23^{\circ}C \pm 5^{\circ}C,$  < 80% RH Accuracy =  $\pm$  (% of reading + number of digits) Temperature Coefficient = Accuracy 0.1/° C (0° C to 18° C; 28° C to 55° C)

#### General

Do not expose product to moisture or rain. Do not use product in flammable atmosphere.

Operating Temperature:  $0^\circ$  to  $40^\circ$ C / 80% RH max (no condensation). Storage Temperature: -25°C to  $60^\circ$ C / 20% to  $70^\circ$ C RH (no condensation).

Display reading rate: Approximately 2 — 4 times/second Display rate for frequency measurements: Approximately 1 times/second Battery life: Approximately 120 hours on DCV

#### DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy	Input Resistance
500 mV	10 μV		> 1000 MΩ
5 V	100 μV		11 MΩ (nominal)
50 V	1 mV	± (0.05% + 2)	
500 V	10 mV		10 MΩ (nominal)
1000 V	100 mV		

Normal Mode Rejection Ratio: (NMR) > 60 dB @ 50 or 60 Hz Effective Common Mode Rejection Ratio (CMR) 1 k $\Omega$  imbalance: > 120 dB @ 50 or 60 Hz

#### AC Voltage (RMS responding, calibrated to display rms)

			Accuracy				Input
Range	Resolution	20 Hz to 50 Hz	50 Hz to 10 kHz	10 kHz to 30 kHz	30 kHz to 50 kHZ	50 kHz to 100 kHz	Impedance (nominal)
500 mV	10 μV		± (0.7% +30)	± (2% + 50)	Not Sp	pecified	11 M Ω
5 V	100 μV	± (1% + 30)					< 50 pF
50 V	1 mV	± (1% + 30)	± (0.5% + 30)	± (1% + 40)	± (2% + 70)	± (3% + 300)	
500 V	10 mV						10 M Ω < 50 pF
750 V	100 V	± (1% + 30)	20 Hz to 1 kHz		Not Specified		- 55 pi

# AC + DC Voltage (rms responding, computed from acV, dcV)

	Accuracy				
Range	Resolution	DC, 20 Hz to 10 kHz	DC, 10 kHz to 30 kHz	DC, 30 kHz to 50 kHZ	DC, 50 kHz to 100 kHz
5 V	1 mV				
50 V	10 mV	± (1% + 30)	± (1.2% + 40)	± (2.5% + 70)	± (3.5% + 300)
500 V	100 mV				
750 V	1 V	± (1% + 30) DC, 20 Hz to 1 kHz	Not Specified		

Measurement range: 500 mV to 500 V ranges

20 Hz to 30 kHz 30 kHz to 100 kHz

5% to 100% of range 10% to 100% of range 75 V to 750 V

750 V range

Response time: < 2 seconds for AC, 5 seconds for AC+DC on fixed range

Common Mode Rejection Ratio (CMR) 1 k  $\Omega$  imbalance: > 60 dB @ DC to 60 Hz

#### DC Current, AC Current (40 Hz to 1 kHz), 5% to 100% of range

	Range	Resolution	DC Current Accuracy	AC Current Accuracy	Input Resistance	Maximum Input	
	500 μΑ	10 nA			< 1050 Ω		
ľ	50 mA	1 μΑ	± (0.3% + 2)	± (0.3% + 2)	. (40( . 20)	< 12 Ω	0.5 A (fused)
ľ	500 mA	10 μΑ		± (1% + 20)	< 2.5 Ω		
ı	10 A	1 mA	± (0.7% + 2)		< 0.05 Ω	15 A (fused)	

#### Resistance

Range	Resolution	Accuracy	Test Current	Max Open Circuit Voltage	
500 Ω	10 mΩ	$\pm$ (0.06% + 2) <sup>1</sup>	< 800 μA	< 5.5 V	
5.0 kΩ	100 mΩ		< 600 μΑ	< 5.5 V	
50 kΩ	1Ω	± (0.06% + 2)	< 80 μΑ		
500 kΩ	10 Ω		< 15 μΑ	< 2.2 V	
5.0 MΩ	100 Ω	± (0.5% + 1)	< 1.5 μΑ	~ 2.2 V	
50 MΩ	1 kΩ	± (1.0% + 2)	< 150 nA		

 $<sup>^1</sup>$  After zero adjust of input leads. Zero adjust range up to 0.99  $\Omega.$  Response time: 500  $\Omega$  to 500 k $\Omega$  — < 2 seconds, 5 M $\Omega$  to 50 M $\Omega$  — < 10 seconds.

# Continuity

Measurement Current: 0.8 mA maximum Displayed resistance: 0  $\Omega$  to 499.99  $\Omega$  Alarm: Tone when input < 100  $\Omega\pm$  50  $\Omega$ 

Open circuit voltage: < 5.5 Vpeak Input protection: 500 Vrms (sinewave) Resolution: 10 m $\Omega$  (<100 mSec response time)

#### Diode

Measurement current: +1.0 mA nominal @ 0.6 V Displayed Voltage: 0 V to 4.999 V Open circuit voltage: < 5.5 Vpeak Input protection: 500 Vrms (sinewave) Accuracy:  $\pm$  (1% + 2) Resolution: 100  $\mu$ V

#### Frequency (AC Coupled)

Frequency Range	Resolution	Accuracy	Input Voltage (rms)
10 Hz to 99.99 Hz	0.01 Hz		
90 Hz to 999.0 Hz	0.1 Hz		0.45 mV to 500 V
900 Hz to 9.999 Hz	1 Hz	± (0.05% + 1)	
9.00 kHz to 99.99 kHz	10 Hz		.7 V to 100 V
90 kHz to 200 kHz	100 Hz		1.5 V to 100 V

# Temperature (5 k $\Omega$ @ 25°C Thermistor probe)

	°C	°F
Measurement Range	-80° to 150°	-112° to 302°
Resolution	0.1°	0.1°
Accuracy 1	± 0.2°	± 0.4°

Accuracy does not include 5 k Ω Thermistor error

# dBm $600 \Omega$ 1 mW reference (rms responding, computed from AC Voltage)

		Accuracy			
Input dBm	Input Voltage	20 Hz to 10 kHz	10 kHz to 30 kHz	30 kHz to 50 kHz	50 kHz to 100 kHz
-29.82 dBm to -23.80 dBm	25 mV to 50 mV	± 0.2 dBm	± 0.50 dBm	Notor	agified
-23.80 dBm to -3.80 dBm	50 mV to 499.99 mV	± 0.15 dBm	± 0.30 dBm	Not specified	
-3.80 dBm to 55.28 dBm	0.5 V to 450.00 V	± 0.10 dBm	± 0.20 dBm	± 0.5 dBm	± 1.00 dBm
55.28 dBm to 59.72 dBm	450 V to 750 V	± 0.15 dBm to 1kHz	Not specified		

Dynamic range: -59.94 dBm to 59.72 dBm (0.8 mV to 750 V), Accuracy not specified below -29.82 dBm (25 mV) Display reads OL (overload) outside dynamic range

2.4. Marca: YU-FONG

**Modelo:** YF – 3503 (3 ½ dígitos)

- I. Thanks for you patronage. Read this operating manual before beginning. Correct operations help develop the best performances of multitester also decrease the possibility of damages.
- II. Specification
  - 2-1 General specification.
    - (1) LCD 3 ½ digits, with a maximum reading of 1999.
    - (2) Polarity Indication: Automatic polarity, "-" display for negative input.
    - (3) Overload Indication: LCD will show a "1" or "-1" in the left highest position.
    - (4) Low battery Indication: Replace battery as LCD display "BAT".
    - (5) Sample-Rate: 2.5 times per second.
    - (6) Power Supply: 006°P DC9V, 1pc.
    - (7) Battery Life: 200 hours approx.
    - (8) Operating Temperature & Humidity: 0°C 40°C below 80% RH.
    - (9) Dimensions & Weight: 143 x 74 x 38 mm, 257g approx. (with battery).
    - (10) Accessory: Operating manual, test leads, battery 006 DC9V 1pc.
  - 2-2 Electrical Specifications (23°C ± 5°C, below 80% RH) Accuracy: ± (...... % rdg + ...... dgt)

#### DCV-

Range	Resolution	Accuracy	Input Impedance	Overload protection
200 mV	0.1 mV	0.5 % + 1		DC 500V AC 350V rms
2 V	1 mV		4014.0	
20 V	10 mV	0.8% + 1	10M Ω	DC 1100V AC 800V
200 V	100 mV			rms
1000 V	1 V			

#### ACV-

Range	Resolution	Accuracy	Input Impedance	Overload protection
200 mV	0.1 mV			DC 500V AC 350V rms
2 V	1 mV	1.2 % + 3	4014.0	
20 V	10 mV	(40 Hz – 500 Hz)	10M $\Omega$	DC 1100V AC 800V
200 V	100 mV			rms
750 V	1 V			

#### DCA-

Range	Resolution	Accuracy	Burden Voltage	Overload protection	
200 μΑ	0.1 μΑ		0.3 V		
2 mA	1 μΑ	0.8 % + 1	0.3 V	0.5 A Fuse &	
20 mA	10 μΑ	0.0 /0 + 1	0.3 V	Diodes	
200 mA	100 μΑ		0.3 V		
20 A	10 mA	2 % + 1	0.7 V		

A	•	٧.	
A	ı	. A	-

Range	Resolution	Accuracy	Burden Voltage	Overload protection
200 μΑ	0.1 μΑ		0.3 V max	
2 mA	1 μΑ	1.2 % + 3	0.3 V max	0.5 A Fuse &
20 mA	10 μΑ	(40 Hz – 500 Hz)	0.3 V max	Diodes
200 mA	100 μΑ		0.3 V max	
20 A	10 mA	2 % + 3	0.7 V max	

Resistance ( $\Omega$ )

Range	Resolution	Accuracy	Open Voltage	Overload protection
200 Ω	0.1 Ω	1 % + 2	≅ 2.8 V	
2 kΩ	1Ω		≅ 0.35 V	
20 kΩ	10 Ω	0.8 % + 2	0.35 V	DC/AC
200 kΩ	100 Ω	0.0 % + 2	0.35 V	500 V rms
2 MΩ	1 kΩ		0.35 V	
20 MΩ	10 kΩ	2 % + 2	0.35 V	

# **Diode Test**

Range	Resolution	Resolution Test Current Open Voltage		Overload protection
	1 mV	1 mA	2.8 V	DC/AC 500 V rms

**Continuity Test** 

Range	Resolution	Sound	Open Voltage	Overload protection
	1 Ω Below 40Ω		Below 2.8 V	DC/AC 500 V rms

# h<u>FE</u>

Range	Range	Test voltage	Test current	Overload protection
NPN PNP	0-1000	< 3.2 V	$IB\cong 10\mu A$	

**Battery Test** 

Range	Resolution	Load Current	Load Resistance	
1.5 V	1 mV	80 mA	19Ω	
9 V	10 mV	7 mA	1.3 kΩ	

Logic TTL

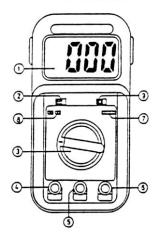
Range	Input impedance	Input Voltage		Logical Level	Min detect impulse	Max output frequency	Overload Protection
TTL Δ	120 100	DC 5V	1	$2.8\pm0.8$ V " $\Delta$ "	25 ns	20 MHz	500 V rms
$\nabla$	120 kΩ	DC 3V	0	0.8 ± 0.5V "∇"	20 118	ZU IVITZ	500 V IIIIS

Capacitance

Range	Resolution	Accuracy	Test Frequency
2 nF	1 pF		
20 nF	10 pF		
200 nF	100 pF	3 % + 10	400 Hz
2000 nF	1 nF		
20 μF	10 nF		

- III. Name of parts and operation (as the picture below)
  - (1) LCD: 31/2 digits with a maximum reading of 1999, also including indications of "-", low battery
  - (2) AC/DC Slide Switch: For selection of "AC" or 'DC" measurements.
  - (3) Range Rotary Selector: For power on and off, and selection of desired function range.
  - (4) 20A Measuring Connector: For measuring a current below 20A.
  - (5) COM Measuring Connector: To connect negative lead (black test lead) for all kinds of measurments.
  - (6) VQA Measuring Connector: To connect positive lead (red test lead) for voltage, current, resistance measurments.
  - (7) hFE Measuring Connector: To insert transistor for hFE measurement.
  - (8) Capacity Measuring Connector. (9) Power Switch: ON-Power ON.

OFF-Power OFF.



#### 4-1. DCV (ACV) Measurement

- (1) Plug red test lead to "VQA" conenctor, and black test lead to "COM" connector.
- (2) Place switch to "DC" or "AC" function according to the need.
- (3) Turn the function range selector to "V" region (if measuring an unknown voltage, start from the highest range, then adjust to a proper lower range for a best resolution).
- (4) Connect the other ends of test leads to the desired circuit.
- (5) Read the value from the LCD.

#### 4-2. DCA (ACA) Measurement

- (1) Plug red test lead to "VQA" connector (if measuring a current between 200mA and 20A, plug to "20A" connector instead), and black test lead to "COM" connector.
- (2) Place switch to "DC" or "AC" function according to the need.
- (3) Turn the function range selector to "A" region (if measuring an unknown current, start from the highest range, then adjust to a proper lower range for a best resolution).
- (4) Connect the other ends of test leads in series to the desired circuit.
- (5) Read the value from the LCD.

#### 4-3. Resistance Measurement

- (1) Plug red test lead to "VQA" connector, and black test lead to "COM" connector.
- (2) Turn the function range selector to "Q" region (if measuring an unknown resistance, start from the highest range, then adjust to a proper lower range for a best resolution).
- (3) Connect the other ends of test leads to the desired resistor
- (4) Read the value from the LCD.

#### 4-4. Diode (-) Measurement

- (1) Turn the function range selector to "-+" region.
- (2) Plug red test lead to "VQA" connector, and black test lead to "COM" connector.

- (3) Connect the other end of red test leads to the positive pole (P) of the diode, and the other end of black test leads to the negative pole (N).
- (4) Read the value from the LCD. (If connection to poles of diode is reverse, LCD will display "1" in the highest digit.)

#### 4-5. Continuity (\*))) Measurement

- (1) Turn the function range selector to ' ->>> " region.
- (2) Plug red test lead to "VQA" connector, and black test lead to "COM" connector.
- (3) Connect the other ends of test leads to test the conduction situation of circuit. If impedance in circuit is below 40Q, the buzzer will sound.

#### 4-6. hFE Measurement (for Transistor)

- (1) Turn the function range selector to "hFE" (NPN or PNP) region.
- (2) Insert the transistor pins into "hFE" connector according to E.B.C. sequence.
- (3) Read the value from LCD.

#### 4-7. Battery Power (BAT.) Measurement

- (1) Plug red test lead to "VQA" connector, and black test lead to "COM" connector.
- (2) Turn the function range selector to "1.5V" or "9V" range.
- (3) Connect the other end of test leads to the desired battery, red test lead to positive pole, and black test lead to negative pole
- (4) Read the value from the LCD.

#### 4-8. Logic Measurement

- (1) Turn the function switch on the "TTL" position.
- (2) Connect the red test lead to the "VQA" connector, the black to the "COM" connector
- (3) Confirming the logic circuit voltage at 5 V level, connect the black test lead to the logic circuit the negative end of the electric source, with the red test lead do logic circuit test.
- (4) When the logic level is "1", LCD will display the "A" mark. When the logic level is "0", LCD will display "▼" mark, and the buzzer will sound.

#### 4-9. Capacity (C) Measurement

- (1) Turn the function range selector to "F" region (if measuring an unknown capacitor, start from the highest ranges, then adjust to a proper lower range for a best resolution).
- (2) Insert the desired capacitor into the measuring connector
- (3) Read the value from the LCD.

#### V. Maintenance

#### 5-1. Battery Replacement

- As battery power is not sufficient, LCD will display "BAT", replace battery to keep measurement accurate.
- (1) Remove all the test leads, and turn the power off.
- (2) Open the battery cover according to instructed direction, take out the battery, and install a new
- (3) Secure the battery cover.

#### 5-2. Fuse Replacement

If replacement is required, please replace with a same one rated 0.5A 250VAC, 5gx 20mm to keep circuit protected normally.

- (1) Turn the power off.
- (2) Open the battery cover according to instructed direction, take out the burned fuse, and install a new one.
- (3) Secure the battery cover.

#### 5-3. Note

This multitester is a precision instrument, do not violate the specifications no matter in use or in storage. Besides, following circumstances should be avoided to keep measurement accurate.

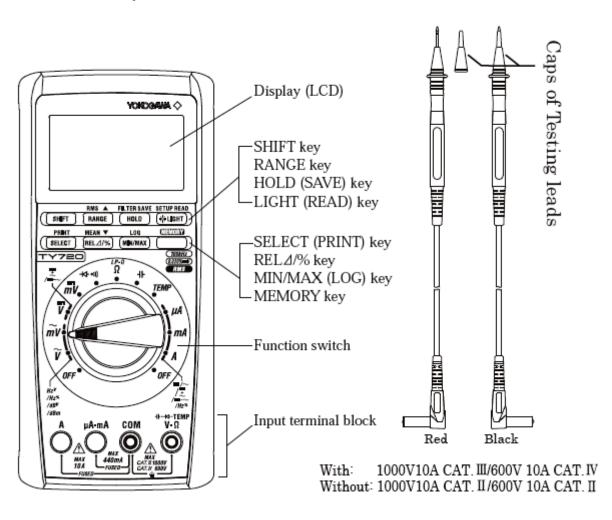
- (1) Do not measure or connect DCV over 1000V, or ACV over 750V.
- (2) As function range selector sets on "Q", "hFE", '\_= '', 1) " ranges, do not abb any source of voltage or current.
- (3) Take out battery for long time storage, also avoid storing in places in high temperature and humidity.

2.5. Marca: YOKOGAWA

**Modelo:** TY720 (4 ¾ dígitos TRMS)

# ■ Panel Description

# ■ Testing leads 98073



# General Specifications

Measurement function:

DC Voltage, AC Voltage, DC Current, AC Current, Resistance,

Frequency, Temperature, Capacitor, Duty cycle ratio,

Decibel (dBV, dBm), Continuity Check, Diode Test, LowPower-Ω\*

Other functions: Data Hold (D•H), Auto Hold (A•H), Peak Hold\* (P•H),

Range Hold (R•H), Maximum value (MAX), Minimum value (MIN),

Average value (AVG), Zero Adjustment (Capacitor, Resistance),

Relative values, Save to Memory, LCD backlight.

LowPower-Ω: Measures resistance under lowmeasurement current.

\*: For model TY720 only

Measuring method:  $\Delta\Sigma$  modulation

Display: 5-digit (LCD)/7-segment

Maximum Reading: 50000

Polarity Indicator: "-" Appears automatically when the polarity is

negative

Overrange Indicator: "OL "

Low-battery Indicator: " Appears when the batteries become

low

Measurement cycle: 6 times per second

(except frequency measurement: one times per second, Resistance measurement : four times per second, capacitor measurement (50mF):

max. 0.03 time per second)

Bar graph display 15 times per second

Operating temperature and humidity ranges:

-20 to 55°C, 80%RH or less (no condensation)

70%RH or less at 40 to 55°C.

Storage temperature and humidity ranges:

-40 to 70°C, 70%RH or less (no condensation)

Temperature coefficient:

(Accuracy at 23±5°C) × 0.05/°C or less

At -20 to 18°C and 28 to 55°C

When continuously DCV and DCA measuring, add 1digit / °C

(except for 50mV, 5A, 10A range, add 3digits / °C).

Power supply: AA-size (R6) 1.5V batteries: 4

Battery life: Approximately 120 hours

(Operating hours of alkaline batteries when in DC voltage-mode.)

Note: The battery life varies depending on the operating conditions.

Insulation resistance : 1000 V DC,  $100 \text{M}\Omega$  or more Withstand voltage: 6.88 kVrms AC for five seconds

(across input terminals and casing)

External dimensions: Approximately 90(W)×192(H)×49(D)mm Weight: Approximately 560g (including batteries)

Complied standards: Safety standards

EN61010-1, EN61010-031

CAT.III (Max. input voltage: AC/DC1000V) CAT.IV (Max. input voltage: AC/DC600V)

Pollution degree 2, indoor use, 2000m max. above sea level

UL 61010-1, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1 UL 61010-031, CAN/CSA-C22.2 No. 61010-031

EMC standards

EN61326-1 Class B

EN61326-2-2

EN55011 Class B Group 1

Effect of radiation immunity:

In the radio-frequency electromagnetic field of 3 V/m, accuracy is

within five times the rated accuracy.

# Accuracy

Test conditions:

Temperature and humidity: 23±5°C at 80%RH or less

Accuracy: ±(% of reading + digits)

Note: Each response time is a value to rated accuracy within selected range.

# DC Voltage Measurement \_\_\_\_ V

Range	Resolution	Accuracy TY710, TY720	Input Resistance	Maximum Input Voltage	
50mV	0.001mV	0.05+10			
500mV	0.01mV	0.02+2	Approx. 100MΩ	1000V DC	
2400mV	0.1mV	0.02+2			
5V	0.0001V	0.025+5		1000V rms AC	
50V	0.001V		10140		
500V	0.01V	0.03+2	$10 \mathrm{M}\Omega$		
1000V	0.1V				

NMRR: 80dB or more 50/60Hz ±0.1%

(70dB or more 50/60Hz ±0.1% when 50mV Range)

CMRR: 100dB or more 50/60Hz (Rs=1k $\Omega$ )

Response time: 0.3 sec max.

# AC Voltage Measurement [RMS] ~ V

#### TY720

AC Coupling, Rms-value detection, Crest factor\*: <3

				Acc	uracy			_	Maximum
Range	Reso- lution	10 to 20Hz	20Hz to 1kHz	1k to 10kHz	10k to 20kHz	20k to 50kHz	50k to 100kHz	Input Impedance	Innut
50mV	0.001mV	2+80 *2	0.4+40 *2	5+40 *2	5.5+40 *2		+40 2	11ΜΩ	1000V
500mV	0.01mV							<50pF	rmsAC
5V	0.0001V	1+30	0.4+	-30	1+40	2+70	5+200		
50V	0.001V	*1	*	1	*1	*2	*2		4000
500V	0.01V	[						10ΜΩ	1000V
1000V*	0.1V	*2	*2	3+30 *2		-		<50pF	DC

<sup>\*:</sup> Crest factor < 1.5 at 1000V range

Accuracy \*1: At 5 to 100% of range, \*2: At 10 to 100% of range

CMRR: 80dB or more DC to 60Hz (Rs=1k $\Omega$ )

Response time: 1 sec max.

# AC Voltage Measurement [MEAN] ~ V

# TY720

AC Coupling, MEAN value detection, RMS value calibration (sine wave)

			Accuracy		_	Maximum
Range	Reso- lution	10 to 20 Hz	10 to 20 Hz 20 to 500 Hz 500Hz to 1 kHz		Input Impedance	Input Voltage
50mV	0.001mV	4+80 *2	1.5+30 *2	5+30 *2	11ΜΩ	1000V
500mV	0.01mV				<50pF	rmsAC
5V	0.0001V	2+30	1+30	3+30		
50V	0.001V	*1	*1	*1	103.60	1000V
500V	0.01V			l	10MΩ <50pF	DC
1000V	0.1V	*2	*2	*2	<50pr	

Accuracy \*1: At 5 to 100% of range, \*2: At 10 to 100% of range

CMRR: 80dB or more DC to 60Hz (Rs=1 $k\Omega$ )

Response time: 1 sec max.

# DCV+ACV ===+ ~ TY720

# Maximum Reading 50000, Crest factor\*: <3

	Accuracy							Input	Maxi-
Range	Reso- lution	DC, 10 to 20Hz	DC, 20Hz to 1kHz	DC, 1k to 10kHz	DC, 10k to 20kHz	DC, 20k to 50kHz	DC, 50k to 100kHz	Impe-	mum Input Voltage
5V	0.0001V	1.5+10	0.5-	+10	1+10	2+10	5+20	11MΩ <50pF	1000V rms AC
50V	0.001V	*1	*	1	*1	*2	*2		
500V	0.01V							10MΩ <50pF	1000V
1000V*	0.1V	*2	*2					Sobi	DC

<sup>\*:</sup> Crest factor <1.5 at 1000V range

Accuracy \*1: At 5 to 100% of range, \*2: At 10 to 100% of range

CMRR: 80dB or more DC to 60Hz (Rs=1 $k\Omega$ )

Response time: Approx. 2 sec

#### DC Current Measurement --- A

Range	Resolution	Accuracy	Voltage Drop	Maximum Input	
Range	resolution	TY710, TY720	voltage Drop	Current	
500μΑ	0.01μΑ		<0.11mV/μA		
5000μΑ	0.1μΑ	0.2+5	<0.11III V/μΑ	440mA Protected by a 440mA/1000V fuse.	
50mA	0.001mA	0.2+3	<4mV/mA		
500mA*3	0.01mA		~4111 V /111A		
5A	0.0001A	0.6+10	<0.1V/A	10A Protected by a 10A/1000V fuse.	
10A	0.001A	0.6+5	~0.1 V/A		

<sup>\*3:</sup> Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

Response time: 0.3 sec max.

Note: After measuring over 500mA DC (especially 10A DC), "Zero error" occurs for a while. In that case, please wait for a while at zero input until the value stabilizes before measuring again.

# AC Current Measurement [RMS] $\sim$ A TY720

Rms-value detection, Crest factor: <3

Dango	Range Resolution		Accuracy		Voltage	Maximum Input	
Kange	Resolution	10 to 20Hz	0 to 20Hz 20Hz to 1kHz 1k to 5kHz		Drop	Current	
500μΑ	0.01μΑ				< 0.11	440 A.D 1	
5000μΑ	0.1μΑ	1   20	0.75 +20	1+30	$mV/\mu A$	440mA Protected by a 440mA/ 1000V fuse.	
50mA	0.001mA	1+20			<4 mV/mA		
500mA *3	0.01mA				<4 III V/IIIA	1000 v Tube.	
5A	0.0001A	1.5+20	1+20	2+30	<0.1 V/A	10A Protected by	
10A	0.001A	1.3+20	1+20	2⊤30	<0.1 V/A	a 10A/1000V fuse.	

# Model TY710/720

Accuracy At 5 to 100% of range, At 10 to 100% of range for 10A Range

Response time: 1 sec max.

# AC Current Measurement [MEAN] $\sim$ A TY720

MEAN value detection, RMS value calibration (sine wave)

			Accuracy		Voltage	Maximum Input	
Range	Resolution	10 to 20Hz	20 to 500Hz	500Hz to 1kHz	Drop	Current	
500μΑ	0.01μΑ				< 0.11	110 A.B.	
5000μΑ	0.1μΑ	2+20	1.5 +20	2+30	$mV/\mu A$	440mA Protected by a 440mA/ 1000V fuse.	
50mA	0.001mA				<4 mV/mA		
500mA*3	0.01mA				~4 III V/IIIA	1000 V Tube.	
5A	0.0001A					10A Protected	
10A	0.001A	3+20	2+20	4+30	<0.1 V/A	by a 10A/ 1000V fuse.	

Accuracy At 5 to 100% of range, At 10 to 100% of range for 10A Range

Response time: 1 sec max.

<sup>\*3:</sup> Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

<sup>\*3:</sup> Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

# DCA+ACA === + ~ TY720

Maximum Reading 50000, Crest factor: <3

			Accuracy			Maximum Input	
Range	Resolution	DC, 10 to 20Hz	DC, 20Hz to 1kHz	DC, 1k to 5kHz	Voltage Drop	Current	
500μA	0.01μΑ		1+10		<0.11 mV/μA	440mA Protected by a 440mA/ 1000V fuse.	
5000µA	0.1μΑ	1.5+10		1.5+10			
50mA	0.001mA	1.5+10			<4 mV/mA		
500mA*3	0.01mA				○4 m v/mA	1000 1 1400.	
5A	0.0001A	2+10	1.5+10	3+10	<0.1 V/A	10A Protected by a	
10A	0.001A	2+10	1.5+10	3-10	50.1 V/A	10A/1000V fuse.	

Accuracy At 5 to 100% of range, At 10 to 100% of range for 10A Range

\*3: Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

Response time: Approx. 2 sec

# Resistance Measurement Ω

D	Resolution	Accuracy		Maximum Measuring	Open-loop	Input Protective
Range	Resolution	TY710	TY720	Current	Voltage	Voltage
500Ω	0.01Ω			<lma< td=""><td></td><td></td></lma<>		
5kΩ	0.0001kΩ	0.1+2	0.05+2	<0.25mA		
50kΩ	$0.001 \mathrm{k}\Omega$	*1	*1	<25μA	<2.5V	1000V rms
500kΩ	$0.01 \mathrm{k}\Omega$			<2.5μA	<.2.3 V	1000 v rms
5ΜΩ	$0.0001 M\Omega$	0.5	+2	<1.5µA		
50ΜΩ	$0.001 M\Omega$	1-	+2	<0.13µA		

<sup>\*1:</sup> Accuracy is specified after zero adjustment (resistance).

Response time: 1 sec max. at  $500\Omega$  to  $500k\Omega$ 

5 sec max. at  $5M\Omega$  to  $50M\Omega$ 

# LowPower-Ω LP-Ω

# Maximum Reading 5000

Range	Resolution ·	Accuracy	Maximum Measuring	Open-loop	Input Protective Voltage
Range	Resolution	TY720 only	Current	Voltage	
5kΩ	0.001kΩ		<10µA		
50kΩ	0.01kΩ	0.2+3	<1.0µA	<0.7V	1000V rms
500kΩ	0.1kΩ		<0.6µA	<-U.7V	1000 V rms
5ΜΩ	$0.001 M\Omega$	1+3	<0.05µA		

LowPower-Ω: Measures resistance under lowmeasurement current.

# Continuity Check 3)

# Maximum Reading 5000

Rang	ge	Resolution	Range of Operation	Measuring Current	Open-loop Voltage	Input Protective Voltage
500	Ω	0.1Ω	The buzzer turns on for resistances lower than 100±50Ω.	Annrox	<5V	1000V rms

# Diode Test -K-

Range	Resolution	Accuracy	Measuring Current (Vf=0.6V)	Open-loop Voltage	Input Protective Voltage
2.4V	0.0001V	1+2	Approx. 0.5mA	<5V	1000V rms

# Temperature Measurement TEMP

Range	Resolution	Accuracy	Input Protective Voltage
-200 to 1372°C	0.1°C	1+1.5°C	1000V rms

Use optional Temperature Probe: Thermocouple Type K

# Capacitor Measurement --

Maximum Reading 5000

Range	Resolution	Accuracy	Input Protective Voltage
5nF	0.001nF		
50nF	0.01nF	115	
500nF	0.1nF	1+5 *1	
5μF	0.001μF	•	1000V rms
50μF	0.01μF		
500μF	0.1μF	2+5	
5mF	0.001mF	3+5	
50mF	0.01mF	717	

<sup>\*1:</sup> Accuracy is specified after zero adjustment (capacitor).

# Frequency Measurement Hz

# AC Coupling, Maximum Reading 9999

Range (AUTO)	Resolution	Accuracy
2.000 to 9.999Hz	0.001Hz	
9.00 to 99.99Hz	0.01Hz	0.02+1
90.0 to 999.9Hz	0.1Hz	*1
0.900 to 9.999kHz	0.001kHz	
9.00 to 99.99kHz	0.01kHz	*2

# Accuracy

- \*1: At 10 to 100% of input voltage or current range
- \*2: At 40 to 100% of input voltage or current range

# Duty cycle ratio %

Range	Resolution	Accuracy
10 to 90%	1%	±1%*1

# Accuracy

\*1: At 10.00Hz to 500.0Hz, square wave

At 40 to 100% of input voltage or current range

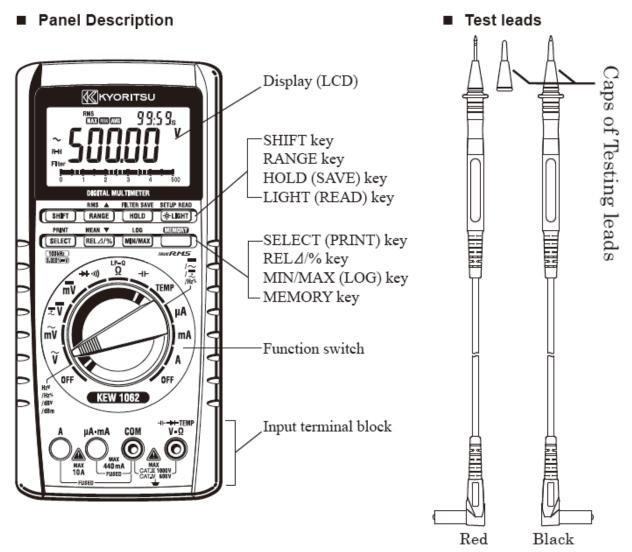
# Peak Hold P•H Model TY720 only

# Maximum Reading 5000

Range	Accuracy	Response Time Maximum
DCV, DCA	±100 digit	>250μS

# **2.6.** Marca: KYORITSU

Modelo: KEW 1061 (4 ¾ dígitos TRMS)



With: 1000V10A CAT.III/600V 10A CAT.IV Without: 1000V10A CAT. II/600V 10A CAT. II

# General Specifications

Measurement function:

DC Voltage, AC Voltage, DC Current, AC Current, Resistance,

Frequency, Temperature, Capacitor, Duty cycle ratio,

Decibel (dBV, dBm), Continuity Check, Diode Test, LowPower-Ω\*

Other functions: Data Hold (D•H), Auto Hold (A•H), Peak Hold\* (P•H),

Range Hold (R\*H), Maximum value (MAX), Minimum value (MIN),

Average value (AVG), Zero Adjustment (Capacitor, Resistance),

Relative values, Save to Memory, LCD backlight.

LowPower-Ω: Measures resistance under lowmeasurement current.

\*: For model KEW1062 only

Measuring method:  $\Delta\Sigma$  modulation

Display: 5-digit (LCD)/7-segment

Maximum Reading: 50000

Polarity Indicator: "-" Appears automatically when the polarity is

negative

Overrange Indicator: "OL"

Low-battery Indicator: " Appears when the batteries become

low

Measurement cycle: 6 times per second

(except frequency measurement: one times per second, Resistance measurement : four times per second, capacitor measurement (50mF):

max. 0.03 time per second)

Bar graph display 15 times per second

Operating temperature and humidity ranges:

-20 to 55°C, 80%RH or less (no condensation)

70%RH or less at 40 to 55°C.

Storage temperature and humidity ranges:

-40 to 70°C, 70%RH or less (no condensation)

Temperature coefficient:

(Accuracy at 23±5°C) × 0.05/°C or less

At -20 to 18°C and 28 to 55°C

When continuously DCV and DCA measuring, add 1digit / °C

(except for 50mV, 5A, 10A range, add 3digits / °C).

Power supply: AA-size (R6) 1.5V batteries: 4

Battery life: Approximately 120 hours

(Operating hours of alkaline batteries when in DC voltage-mode.)

Note: The battery life varies depending on the operating conditions.

Insulation resistance : 1000V DC,  $100M\Omega$  or more

Withstand voltage: 6.88kVrms AC for five seconds

(across input terminals and casing)

External dimensions: Approximately  $192(L) \times 90(W) \times 49(D)$  mm

Weight: Approximately 560g (including batteries)

Complied standards: Safety standards

IEC61010-1, IEC61010-031

CAT.III (Max. input voltage: AC/DC1000V)
CAT.IV (Max. input voltage: AC/DC600V)

Pollution degree 2, indoor use, 2000m max. above sea level

EMC standards

IEC61326-1 Class B

Effect of radiation immunity:

In the radio-frequency electromagnetic field of 3 V/m, accuracy is

within five times the rated accuracy.

# Accuracy

Test conditions:

Temperature and humidity: 23±5°C at 80%RH or less

Accuracy: ±(% of reading + digits)

Note: Each response time is a value to rated accuracy within selected range.

# DC Voltage Measurement \_\_\_\_ V

Range	Resolution ·	Acuracy KEW1061, KEW1062	Input Resistance	Maximum Input Voltage
50mV	0.001mV	0.05+10		
500mV	0.01mV	0.02+2	Approx. 100MΩ	1000V DC
2400mV	0.1mV	0.02+2		
5V	0.0001V	0.025+5		
50V	0.001V		10ΜΩ	1000V rms AC
500V	0.01V	0.03+2	101/152	1000 V IIIIS AC
1000V	0.1V			

NMRR: 80dB or more 50/60Hz ±0.1%

(70dB or more 50/60Hz ±0.1% when 50mV Range)

CMRR: 100dB or more 50/60Hz (Rs=1k $\Omega$ )

Response time: 0.3 sec max.

# AC Voltage Measurement [RMS] $\sim$ V KEW1061

AC Coupling, Rms-value detection, Crest factor\*: <3

Range	Resolution	Accuracy				1		Accuracy			Maximum Input
		10 to 20Hz	20Hz to 1kHz	1k to 10kHz	10k to 20kHz	Impe- dance	Voltage				
500mV	$0.01 \mathrm{mV}$					11ΜΩ					
5V	0.0001V	1.5+30 *1	0.7±3	7+30 *1	2+50 *2	<50pF	1000V				
50V	0.001V	1.5+30 -1	0.71.	50 1	2+30 -2	101.60	rms AC				
500V	0.01V					10MΩ <50pF	1000V DC				
1000V *	0.1V	*2	*2	3+30 *2	-	<20 <b>p</b> 1					

<sup>\*:</sup> Crest factor < 1.5 at 1000V range

Accuracy \*1: At 5 to 100% of range, \*2: At 10 to 100% of range

CMRR: 80dB or more DC to 60Hz (Rs=1 $k\Omega$ )

Response time: 1 sec max.

DCV+ACV ==+ ~ KEW1061

Maximum Reading 50000, Crest factor\*: <3

		Accuracy				Input	Maximum
Range	Resolution	DC, 10 to	DC, 20Hz	DC, 1k to	DC, 10k	Impe-	Input
		20Hz	to 1kHz	10kHz	to 20kHz	dance	Voltage
5V	0.0001V	1.5+10	1+	-10	2+10	11MΩ <50pF	1000V
50V	0.001V	*1	*	1	*2	•	rms AC
500V	0.01V					10MΩ <50pF	1000V DC
1000V*	0.1V	*2	*2		-	<50pr	1000 V DC

<sup>\*:</sup> Crest factor <1.5 at 1000V range

Accuracy \*1: At 5 to 100% of range, \*2: At 10 to 100% of range

CMRR: 80dB or more DC to 60Hz (Rs=1k $\Omega$ )

Response time: Approx. 2 sec

#### DC Current Measurement \_\_\_\_ A

Range	Resolution	Accuracy KEW1061, KEW1062	Voltage Drop	Maximum Input Current
500μΑ	0.01μΑ	,	<0.11 TT/ A	
5000μΑ	0.1μΑ	0.2+5	<0.11mV/μA	440mA Protected by a 440mA/1000V fuse.
50mA	0.001mA	0.2+3	<4mV/mA	
500mA*3	0.01mA		~4111 V / 111A	
5A	0.0001A	0.6+10	<0.1V/A	10A Protected by a
10A	0.001A	0.6+5	<0.1 V/A	10A/1000V fuse.

<sup>\*3:</sup> Maximum measurement current : 440mA at 500mA range Response time: 0.3 sec max.

Note: After measuring over 500mA DC (especially 10A DC), "Zero error" occurs for a while. In that case, please wait for a while at zero input until the value stabilizes before measuring again.

# AC Current Measurement [RMS] ~ A KEW1061

Rms-value detection, Crest factor: <3

Dance	Resolution	Accı	ıracy	Voltage Drop	Maximum Input		
Kange	Range Resolution		10 to 20Hz 20Hz to 1kHz		Current		
500μΑ	0.01μΑ			<0.11 mV/μA	440 4 70		
5000μΑ	0.1μΑ			<0.11 m v/μA	1 Tomm 1 Totella		
50mA	0.001mA	1.5+20	1.5+20	1.5+20	1+20	<4mV/mA	by a 440mA/ 1000V fuse.
500mA*3	0.01mA		1+20	~4III V/IIIA	1000 1 1000.		
5A	0.0001A			<0.1V/A	10A Protected by a		
10A	0.001A			>0.1 V/A	10A/1000V fuse.		

# Model KEW1061/1062

Accuracy At 5 to 100% of range, At 10 to 100% of range for 10A Range

\*3: Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

Response time: 1 sec max.

# DCA+ACA ===+ ~ KEW1061

Maximum Reading 50000, Crest factor: <3

		Accuracy			Maximum Input
Range	Resolution	DC, 10 to 20Hz			Current
500μΑ	0.01μΑ			<0.11 mV/μA	
5000μΑ	0.1μΑ			<0.11 III V/μΑ	440mA Protected by a
50mA	0.001mA	2+10	1.5.10	<4mV/mA	440mA/1000V fuse.
500mA*3	0.01mA	2+10	1.5+10		
5A	0.0001A			<0.1V/A	10A Protected by a
10A	0.001A			~0.1 V/A	10A/1000V fuse.

Accuracy At 5 to 100% of range, At 10 to 100% of range for 10A Range

Response time: 2 sec max.

<sup>\*3:</sup> Maximum measurement current: 440mA at 500mA range

# Resistance Measurement $\Omega$

Range	Resolution	Accuracy		Maximum Measuring	Open-loop	Input Protective
Kange	Resolution	KEW1061	KEW1062	Current	Voltage	Voltage
500Ω	0.01Ω			<1mA		
5kΩ	$0.0001 \mathrm{k}\Omega$	0.1+2	0.05+2	<0.25mA		
50kΩ	0.001kΩ	*1	*1	<25μA	-2 537	100077
500kΩ	0.01kΩ			<2.5μA	<2.5V	1000V rms
5ΜΩ	$0.0001 \mathrm{M}\Omega$	0.5	5+2	<1.5μA		
50ΜΩ	$0.001 \mathrm{M}\Omega$	1-	+2	<0.13μΑ		

<sup>\*1:</sup> Accuracy is specified after zero adjustment (resistance).

Response time: 1 sec max. at  $500\Omega$  to  $500k\Omega$ 

5 sec max. at  $5M\Omega$  to  $50M\Omega$ 

#### LowPower- $\Omega$ LP- $\Omega$

# Maximum Reading 5000

Range	Resolution	Accuracy KEW1062 only	Maximum Measuring Current	Open-loop Voltage	Input Protective Voltage
5kΩ	0.001kΩ		<10μA		
50kΩ	0.01kΩ	0.2+3	<1.0μA	<0.737	100077
500kΩ	0.1kΩ		<0.6μΑ	<0.7V	1000V rms
5ΜΩ	$0.001 \mathrm{M}\Omega$	1+3	<0.05μA		

LowPower-Ω: Measures resistance under lowmeasurement current.

# Continuity Check 3)

# Maximum Reading 5000

Range	Resolution	Range of Operation	Measuring Current	Open-loop Voltage	Input Protective Voltage
500Ω	0.1Ω	The buzzer turns on for resistances lower than 100±50Ω.	Annrov	<5V	1000V rms

# Diode Test -K-

Ran	ige	Resolution	Accuracy	Measuring Current (Vf=0.6V)	Open-loop Voltage	Input Protective Voltage
2.4	V	0.0001V	1+2	Approx. 0.5mA	<5V	1000V rms

# Temperature Measurement TEMP

Range	Resolution	Accuracy	Input Protective Voltage
-200 to 1372°C	0.1°C	1%+1.5°C	1000V rms
-328 to 2501.6°F	0.1°F	1%+2.7°F	1000 V 11118

Use optional Temperature Probe: Thermocouple Type K

Range	Resolution	Accuracy	Input Protective Voltage
5nF	0.001nF		
50nF	0.01nF	15	
500nF	0.1nF	1+5 *1	100077
5μ <b>F</b>	0.001μF		
50μ <b>F</b>	0.01μF		1000V rms
500μF	0.1μF	2+5	
5mF	0.001mF	2+5	
50mF	0.01mF	3+5	

<sup>\*1:</sup> Accuracy is specified after zero adjustment (capacitor).

#### Frequency Measurement Hz

AC Coupling, Maximum Reading 9999

Range (AUTO)	Resolution	Accuracy
2.000 to 9.999Hz	0.001Hz	
9.00 to 99.99Hz	0.01Hz	0.02+1
90.0 to 999.9Hz	0.1Hz	*1
0.900 to 9.999kHz	0.001kHz	
9.00 to 99.99kHz	0.01kHz	*2

# Accuracy

# Duty cycle ratio %

Range	Resolution	Accuracy	
10 to 90%	1%	±1%*1	

#### Accuracy

At 40 to 100% of input voltage or current range

# 3. Voltamperímetro analógico

Marca: YEW Especificaciones:

• Sistema de medida: IPBM.

- Clase: 0,5.
- Milivoltamperímetro:  $50 \text{ mV} 59 \Omega$ .
- Alcances de corriente y resistencias internas: 1 mA 24  $\Omega$ ; 3 mA -13,8  $\Omega$ ; 10 mA 4,8  $\Omega$ ; 30 mA 1,7  $\Omega$ ; 100 mA 0,5  $\Omega$ ; 300 mA -0,17  $\Omega$ ; 1 A 0,06  $\Omega$ ; 3 A 0,02  $\Omega$ ; 10 A 0,008  $\Omega$ ; 30 A 0,003  $\Omega$ .
- Alcances de Tensión: 3 10 30 100 300 1000 V. Cifra de  $\Omega/\text{V}$ : 1000.

<sup>\*1:</sup> At 10 to 100% of input voltage or current range

<sup>\*2:</sup> At 40 to 100% of input voltage or current range

<sup>\*1:</sup> At 10.00Hz to 500.0Hz, square wave

# 4. Resistores de regulación

- 2,5  $\Omega$  a 5000  $\Omega$ , según la serie 2,5 5 10.
- Potencia admisible: 200 W.
- Carrera del cursor ≈ 30 cm.
- Mínima variación ( $\Delta l$ )  $\approx 0.2$  cm.

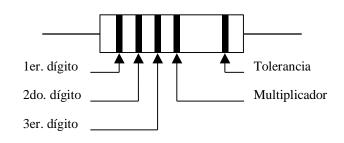
# 5.- Resistores fijos

- Valores comerciales: serie E12 para 10 % y serie E24 para 5 %.
- Potencia admisible: 2 W.
- Tolerancia: 5 % y 10 %.

# 5.1.- Tabla de valores

Serie E12	Serie E24
1,0	1,0
	1,1
1,2	1,2
	1,3
1,5	1,5
	1,6
1,8	1,8
	2,0
2,2	2,2
	2,4
2,7	2,7
	3,0
3,3	3,3
	3,6
3,9	3,9
	4,3
4,7	4,7
	5,1
5,6	5,6
	6,2
6,8	6,8
	7,5
8,2	8,2
	9,1

# 5.2.- Código de colores



Color	Dígitos	Multiplicador	Tolerancia
Sin color	-	-	± 20 %
Plateado	-	0,01	± 10 %
Dorado	-	0,1	± 5 %
Negro	0	1	± 20 %
Marrón	1	10	±1%
Rojo	2	100	± 2 %
Naranja	3	1.000	± 3 %
Amarillo	4	10.000	±4 %
Verde	5	100.000	
Azul	6	1.000.000	
Violeta	7	10.000.000	
Gris	8	100.000.000	
Blanco	9		

#### 6.- Fuentes de alimentación

# 6.1. Fuentes ubicadas en los tableros:

- Tensión de salida continua: Variable entre 1,3 y 20 V ( $R_i < 50 \text{ m}\Omega$ )
- Finura de regulación en la tensión de salida: < 1 mV
- Tensión de salida alterna, 50 Hz: valor fijo de aproximadamente 18 V, no estabilizado.
- Corriente nominal: 3 A
- Indicación de tensión: mediante voltímetro digital de 3 ½ dígitos,  $E_U = \pm [0.8 \% \ U_m + 2 \ díg.]$

# 6.2. Fuentes portátiles

- Tensión de salida: Variable entre 1,3 y 20 V ( $R_i < 50 \text{ m}\Omega$ )
- Finura de regulación en la tensión de salida: < 1 mV
- Corriente nominal: 3 A
- Indicación de tensión: mediante voltímetro digital de  $3\frac{1}{2}$  dígitos,  $E_U = \pm [0.8 \% U_m + 2 díg.]$

# 6.3 Fuentes portátiles de alterna

#### 6.3.1

- tensión alterna (50 Hz), variable de 0 a 500 V;
- $I_{m\acute{a}x} = 2 A$
- no reguladas.
- resolución 2 V

#### 6.3.2

- tensión alterna (50 Hz), variable de 0 a 1000 V;
- $I_{\text{máx}} = 0.5 \text{ A}$
- no reguladas
- resolución 5 V.

#### 7. Resistores de décadas

# 7.1

- $(10x1000; 10x100; 10x10; 10x1; 10x0,1) \Omega$ ,
- tolerancia  $\pm 0.8$  % para la década de  $0.1\Omega$  y  $\pm 0.2$ % para las restantes,
- Padm = 0,25 W por resistor, entendiéndose por tal cada década.

# 7.2

- $(10x10000; 10x1000; 10x100; 10x10; 10x1; 10x0,1) \Omega$ ,
- tolerancia:  $\pm 0.2\%$  para la década de  $0.1~\Omega, \pm 0.1~\%$  para la de  $1~\Omega~y \pm 0.05\%$  para las restantes,
- Padm = 0,25 W por resistor, entendiéndose por tal cada década.

#### 8. Puentes de Wheatstone

#### 8.1 - Siemens & Halske

- $\rho = R1 / R2 = (100; 10; 1; 0,1 \text{ y } 0,01) \Omega;$
- $e\rho = \pm 0.05 \%$ ;
- $R1 + R2 = 1.000 \Omega$ .
- R3 =  $(10 * 1.000; 10 * 100; 10 * 10; 10 * 1) \Omega$ ; eR3 =  $\pm 0.05 \%$ .
- Potencia admisible para cada una de las resistencias del puente es de 0,25 W

# 8.2 - Sullivan

- $R_1 \ y \ R_2 = 10.000 \ \Omega; \ 1.000 \ \Omega; \ 100 \ \Omega; \ 100 \ \Omega.$
- $eR1 = eR2 = \pm 0.02 \%$ .
- $R3 = 10 \times 1.000 \Omega$ ;  $10 \times 100 \Omega$ ;  $10 \times 10 \Omega$ ;  $10 \times 1 \Omega$ ;
- eR3 =  $\pm 0.02$  % para las décadas de 1.000; 100 y 10  $\Omega$ , y  $\pm 0.1$  % para la de  $1\Omega$ .
- Padm. = <sup>1</sup>/<sub>4</sub> W para todas las décadas.

#### 9. Puente de Thomson

- Galvanómetro: ki: 0,1 μA/div.; resolución: 0,1 div.; Rd: 800 Ω.
- R1 : décadas de 10 \* 100; 10 \* 10; 10 \* 1;  $10 * 0,1\Omega$ , tolerancia  $\pm 0,1 \%$ ;

- R2:  $100 \Omega$ , tolerancia  $\pm 0.1 \%$ ;
- R: 1 m $\Omega$ , tolerancia  $\pm$  0,01 %;

# 10. Resistores patrones

- $10\Omega$ ;  $1\Omega$ ;  $0,1\Omega$ ;  $0,01\Omega$ ;  $0,001\Omega$  y  $0,0001\Omega$ ;
- $eR = \pm 0.005 \%$ ;
- Padm. =  $\frac{1}{4}$  W

# 11. Detectores de cero para continua (galvanómetros)

#### 11.1

- $k_i$ : 1  $\mu$ A/div.,
- $R_{\rm d} = 100 \ \Omega$ ;
- resolución: 0,1 div.

#### 11.2

- $k_i$ : 0,2  $\mu$ A/div.,
- $R_d = 250 \Omega$ ;
- resolución: 0,1 div.

#### 11.3

- $k_i$ : 0,02  $\mu$ A/div.,
- $R_d = 10 \Omega$ ;
- resolución: 1/20 div.

# 12. Capacitores

# 12.1 Capacitores fijos

- 0,01, 1 y 10 μF,
- $eC = \pm 0.5 \%$ ,
- Uadm = 500 V

# 12.2 Capacitores de décadas

- $(10x0,1;10x0,01;10x0,001;10x0,0001) \mu F$ ,
- tolerancia  $\pm 1,2\%$  para la década de 0,0001 µF y  $\pm 0,8\%$  para las restantes,
- Uadm = 500 V

# 13. Autotransformadores variables

- Autotransformadores 220/0 250 V,
- 1 kVA,
- finura de regulación: 0,5 V

# **ANEXO 2**

# Confección de informes de laboratorio

Una medición consta básicamente de tres etapas: la primera consiste en preparar la medida desde el punto de vista teórico y organizativo; la segunda es la que corresponde al armado del circuito y a la medición propiamente dicha; y la tercera incluye la evaluación de los resultados primarios, la obtención de resultados definitivos y conclusiones (sí corresponde), y la realización del informe.

El informe puede tomar distintas formas, dependiendo de quién lo realice y del tema, pero por lo general consta de las siguientes partes:

- **Resumen:** en esta parte se indica qué se hizo, sobre qué (dando las características más importantes), las normas de aplicación (si corresponde), los resultados obtenidos (satisfactorios o no, en caso de ser mediciones que lo justifiquen).
- Introducción: sólo en el caso en que el tipo de mediación efectuada lo requiera.
- Elementos utilizados: aquí se detallan las características relevantes de los instrumentos utilizados y del objeto sobre el cual se realizaron las mediciones.
- Valor de las magnitudes de influencia: sólo en el caso en que el tipo de medición efectuada lo requiera.
- **Mediciones:** Se detallan en forma ordenada las medidas realizadas y los resultados obtenidos, remitiendo a tablas y/o gráficos que se adjuntan al final del trabajo.
- Conclusiones: Se detallan las conclusiones a las que se ha arribado luego de la realización de las mediciones. Este punto puede no existir.

**Nota:** Los informes de laboratorio correspondientes a cada una de las prácticas, podrán presentarse en hojas tamaño IRAM A4 (210 x 297 mm), con el encabezamiento que se muestra en la figura A2.1.

Asignatura MEDIDAS ELÉCTRICAS	TEMA:		
Alumno:		Comisión Nro.:	T. P. Nro.:
Ayudante:		Fecha:	Hojas:

Figura A2.1: Encabezamiento sugerido para los informes de laboratorio.

# **ANEXO 3**

# Sistemas de regulación

Se denomina sistema de regulación a uno que permita ajustar a voluntad una determinada magnitud (por ejemplo una tensión o una corriente), en función de una variable de ajuste (por ejemplo la posición del cursor de una resistencia variable). Generalmente es posible encontrar, entre la variable de ajuste y la magnitud regulada, una relación funcional de la forma:

$$y = f(x) \tag{A1.1}$$

Se llama *rango de regulación*, al conjunto de valores que puede tomar la variable y, estando éste determinado por el rango de la variable de ajuste x y la función que las relaciona, f. Dado que la variable de ajuste no tiene en la práctica una variación continua dentro de su rango, sino que lo hace de a saltos  $\Delta x$ , la variable regulada sufrirá incrementos  $\Delta y$ . Al valor máximo de  $\Delta y$  dentro del rango de regulación, para el mínimo valor de  $\Delta x$ , se lo denomina *finura del sistema*, y se puede calcular mediante la expresión:

$$\Delta y = (\partial x/\partial y) * \Delta x \tag{A1.2}$$

En general, son diversos los sistemas de regulación que pueden emplearse para la solución de un mismo problema, siendo aconsejable elegir el más sencillo que cumpla con los requerimientos de rango y finura necesarios.

# Ejemplo de aplicación

En el circuito de la figura A1.1 se desea regular la corriente en la carga  $R_C$  entre 0,5 A y 1 A, con una finura de 0,01 A. Para ello se ha elegido de la lista de resistores de regulación del Anexo 3,  $R=10 \Omega$  (carrera del cursor  $\approx 30$  cm, mínima variación  $\approx 0,2$  cm). Verificar si la elección efectuada satisface los requerimientos de regulación del problema planteado.

#### Solución

Analizando el problema se pueden identificar fácilmente la variable de ajuste, posición del cursor de la resistencia de regulación, y la magnitud controlada, corriente en la carga. Su relación funcional puede expresarse como:

$$I = \frac{U}{l * \frac{R}{I} + R_C} \tag{A1.3}$$

donde:

- l [cm]: Porción de la resistencia de regulación intercalada en el circuito (variable de ajuste).
- L [cm]: Carrera total del cursor de la resistencia de regulación.

Efectuando la derivada correspondiente de la expresión (A1.3), se puede obtener la finura del sistema:

$$\Delta I = (\frac{\partial I}{\partial l}) * \Delta l = \frac{U * R * L * \Delta l}{(l * R + L * R_C)^2}$$
(A1.4)

Se ve claramente en la expresión anterior que, dependiendo del punto l en el cual se tome la derivada, será diferente el valor de  $\Delta I$  conseguido. Para verificar que puede obtenerse la finura de regulación buscada, debe analizarse el punto más desfavorable (máximo  $\Delta I$ ), es decir, l=0. Para este caso, la expresión (A1.4) puede escribirse como:

$$\Delta I = \frac{U * R * \Delta l}{L * R_C^2} \tag{A1.5}$$

que, para los datos del problema, da como resultado:

$$\Delta I = 0.007 \text{ A}$$

valor adecuado si se lo compara con el exigido (0,01 A).

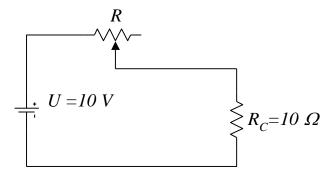


Figura A1.1: Esquema circuital del ejemplo de aplicación.