

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

TEMAS:

- **AFECTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE BOBINA MÓVIL POR ONDAS NO SENOIDALES**
- **REGISTRADORES OSCILOGRÁFICOS**

## TRABAJO PRACTICO Nº 3

### **TEMAS:**

- 1. AFECTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE BOBINA MÓVIL POR ONDAS NO SENOIDALES**
- 2. REGISTRADORES OSCILOGRÁFICOS**

### **1. AFECTACIÓN DE INSTRUMENTOS DE BOBINA MÓVIL POR ONDAS NO SENOIDALES**

#### **CONSIDERACIONES TEÓRICAS:**

El objetivo del presente trabajo práctico es apreciar el comportamiento del instrumento de bobina móvil ante diferentes formas de onda, comparando su funcionamiento con un instrumento de hierro móvil.

#### **A) Medición de magnitudes eléctricas periódicas no senoidales**

La utilización de instrumentos de medición usualmente diseñados para medir magnitudes senoidales, en otras que no lo son, trae como consecuencia resultados erróneos.

Se demuestra que los instrumentos electrodinámicos, electromagnéticos (hierro móvil), y electrotérmicos, responden por principio constructivo a los valores eficaces de las magnitudes medidas.

Los magnetoeléctricos (bobina móvil), lo hacen frente al valor medio de la magnitud a medir.

En los instrumentos magnetoeléctricos con rectificadores la escala está graduada, en función de los **valores eficaces de ondas senoidales**; para lo cual se corrige la indicación de la siguiente forma:

siendo:

**A** = Valor eficaz de la magnitud a medir

**Am** = Valor medio de la magnitud, el cual mide realmente el instrumento

será

$$A = FE \cdot Am$$

O sea, se deberá multiplicar a una hipotética escala graduada en valores medios por una constante **FE**, denominada **factor de escala**, para poder trazarla en valores eficaces. Pero a esa constante **FE** se la calcula sólo para ondas senoidales, por lo que si la magnitud a medir no lo es habrá un error, cuyo valor será proporcional a la deformación de la onda con respecto a la senoidal.

#### **B) Factores de escala de instrumentos de bobina móvil con rectificador**

De lo expuesto anteriormente, se observa que el FE de los instrumentos de bobina móvil con rectificador, tendrá un valor si el rectificador es de media onda y otro si es de onda completa. Luego :

**FE** para BM con rectificador de media onda = 2,2214 (2.1)

**FE** para BM con rectificador de onda completa = 1,1107 (2.2)

Por lo tanto, con los datos expuestos, es posible determinar el valor medio de una onda distorsionada, dividiendo el valor medido por el factor de escala correspondiente.

Es así que la propiedad que introduce la limitación de utilización de los instrumentos de bobina móvil con rectificador en la medición de magnitudes no senoidales, permite su importante aplicación en la medición de valores medios ( $A_m$ ).

Entonces :

$$A_m = \frac{X_{medida}}{FE}$$

**Observación :** como se vio en electrotecnia, el factor de forma ( $F_f$ ) de una onda senoidal es  $X_{ef}/X_{med}$ , donde  $X_{ef}$  es el valor eficaz de dicha onda y  $X_{med}$  su valor medio. Para el caso de una senoide ese  $F_f = 1,1107$  que no se debe confundir con el valor del FE indicado en la ecuación (2.2) que corresponde a la relación:

$$FE = \frac{\text{Valor eficaz de una onda senoidal pura}}{\text{Valor medio de una onda proveniente de un rectificador de onda completa para el caso de una senoide}}$$

Si bien numéricamente son iguales, sus definiciones son diferentes.

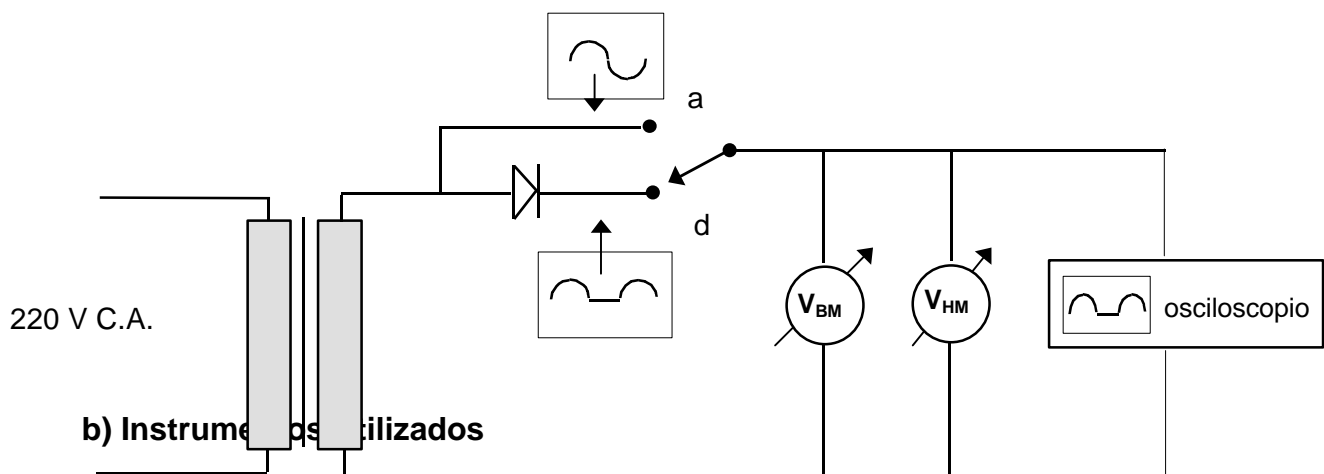
### **REALIZACIÓN DEL TRABAJO EN LABORATORIO:**

Se pretende medir una onda no senoidal (particularmente una semionda), obtenida introduciendo un rectificador en un circuito alimentado con tensiones alternas.

Se medirán tensiones con un voltímetro de bobina móvil con rectificador de onda completa y con un voltímetro de hierro móvil. Luego se compararán los valores obtenidos con los conceptos expuestos en los puntos anteriores. Además se observarán con un osciloscopio las ondas medidas.

### a) Circuito Utilizado

Vemos en el circuito los instrumentos utilizados así como las formas de onda antes y después del rectificador.



### c) Resultados obtenidos

#### 1) Magnitud a medir:

Se observarán formas de onda como las que se indican en el circuito. La forma de onda después del rectificador es la considerada distorsionada.

#### 2) Valores observados:

El instrumento de hierro móvil medirá:

$$V_{\text{medido}_{\text{HM}}} = V_{\text{eficaz de } \frac{1}{2} \text{ onda}} = V_{\text{max}} / 2 = 0,5 V_{\text{max}} \quad (3.1)$$

El instrumento de bobina móvil con rectificador medirá, dada su configuración de rectificador de onda completa:

$$V_{\text{medido}_{\text{BM}}} = V_{\text{medio de } \frac{1}{2} \text{ onda}} \times \text{FE onda completa} = V_{\text{max}} 1.1107 / \pi \quad (3.2)$$

$$V_{\text{medido}_{\text{BM}}} = 0,353 V_{\text{max}}$$

Luego el voltímetro de hierro móvil medirá **en exceso** con respecto al de bobina móvil con rectificador, en el siguiente valor:

$$\frac{V_{(\text{HM})}}{V_{(\text{BM})}} = \frac{0,5 V_{\text{max}}}{0,353 V_{\text{max}}} = 1,416$$

Obviamente si la medición se hace antes del rectificador, la relación anterior será igual a 1.

### 3) Tabla de valores obtenidos

	Hierro móvil			Bobina móvil			$\frac{V_{\text{HM}}}{V_{\text{BM}}}$
posición	$K_{\text{HM}}$	$\alpha_{\text{HM}}$	$V_{\text{HM}}$	$K_{\text{BM}}$	$\alpha_{\text{BM}}$	$V_{\text{BM}}$	
a							
d							

### 4) Cálculos a efectuar

- Demostrar las aseveraciones (2.1), (2.2), (3.1) y (3.2).
- Relacionar los valores obtenidos en el cuadro anterior con los valores teóricos considerados en los puntos antes mencionados.
- Realizar los comentarios que se crean necesarios para obtener las conclusiones del ensayo.

## 2. REGISTRADORES OSCILOGRÁFICOS

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Un registrador oscilográfico está constituido por un galvanómetro de vibración (básicamente un instrumento de bobina móvil) al cual se aplica la señal a medir previamente amplificada, ya sea interna o externamente al equipo.

Este galvanómetro posee una aguja o estilo que registra la onda en papel, ya sea por medios térmicos (aguja calefaccionada y papel termosensible), eléctricos (aguja conductora y papel electrosensible) o por medio de tinta.

Pueden encontrarse numerosas aplicaciones de este tipo de equipos, por ejemplo:

En registro de transitorios de conexión-desconexión en estaciones transformadoras o playas de maniobra eléctrica (en cuyo caso puede poseer varios canales).

En registro de transitorios de arranque o conmutación de motores.

En aplicaciones electromédicas tales como electrocardiografía (registrando las señales del vector eléctricos del corazón) o electroencefalografía (registrando las ondas cerebrales, en varios canales) y muchas otras aplicaciones.

Para cualquiera de estas aplicaciones, los registradores tendrán prestaciones y funciones comunes tales como:

- posibilidad de variar la velocidad del papel (con lo cual se modifica la longitud del registro de la onda en el papel) siendo esta función útil para apreciar fenómenos de diferente velocidad de ocurrencia.
- Posibilidad de variar la ganancia (con lo cual se modifica la amplitud del registro de la onda en el papel) de utilidad para fenómenos de distinto nivel de tensión.
- Posibilidad de intercalar filtros en el circuito de medición, para eliminar interferencias.

Una característica importante de estos equipos es lo que se denomina "frecuencia de corte superior" y es la frecuencia a la cual la amplitud de la señal registrada (para una entrada de tensión constante pero de frecuencia variable) decae en 3 dB.

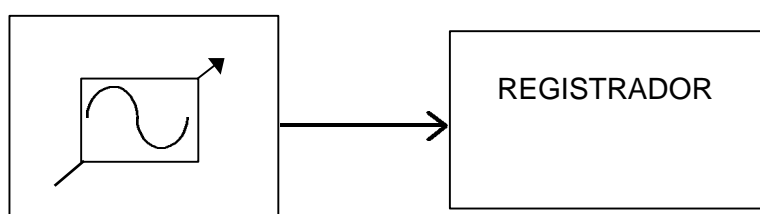
### **REALIZACIÓN DEL TRABAJO EN LABORATORIO:**

Se ensayará un registrador oscilográfico aplicándole como entrada un generador de frecuencia variable.

Se realizarán varios registros comprobando los diferentes trazados que se pueden lograr variando los controles del equipo.

En particular se obtendrá la frecuencia de corte del equipo, aplicando una señal cuya frecuencia iremos incrementando hasta obtener el punto de decaimiento de la respuesta.

#### **a) Circuito Utilizado**



#### **b) Informe a cargo del alumno**

Determinar en base a los registros obtenidos:

- Frecuencias y amplitudes de las ondas registradas
- Frecuencia de corte del equipo

Se deberá indicar en el informe también cualquier circunstancia no prevista.

Versión 1999  
Elaboraron:

Ing. Jorge A. Sáenz  
Profesor A/C

Ing. Juan J. Salerno  
JTP

Ing. Pablo J. Bertinat  
Aux. 1ra

Desarrollado en base al Trabajo Práctico original "Instrumento de Bobina Móvil con Rectificador" de la Materia Medidas I Autores: Ing. José Juan Pesce - Ing. Mateo Rodríguez Voltá y versiones sucesivas