

Adquisición de Datos e Instrumentación para un Laboratorio Docente de Máquinas Eléctricas

***Hugo Valderrama, *Luís Guasch, y *Lluís Massagués**

***Dept. d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica, Universitat Rovira i Virgili.
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria (ETSE). Autovia de Salou s/n, 43006 Tarragona.
email:hvalde@etse.urv.es – lguasch@etse.urv.es – llmassag@etse.urv.es**

Resumen

Ante la necesidad dotar adecuadamente nuestro Laboratorio Docente de Máquinas Eléctricas para poder realizar medidas de magnitudes eléctricas y mecánicas durante regímenes transitorios, se plantean dos alternativas: el uso de un osciloscopio de alta gama con los periféricos adecuados a tal efecto, o un sistema de adquisición y tratamiento de datos basado, por ejemplo, en un entorno Labview de instrumentación virtual para PC.

Con el objeto de obtener conclusiones se realiza un estudio comparativo de ambos sistemas realizando medidas en un motor de inducción lineal. En este trabajo se exponen los resultados y las conclusiones de ese estudio comparativo en función de la calidad de las medidas, el tiempo de aprendizaje, y el coste económico de ambos sistemas.

Palabras Clave: Régimen Transitorio, Motor Lineal, LabView, Osciloscopio Digital.

1. Introducción y Justificación

La medida de las magnitudes eléctricas durante un transitorio no puede realizarse con los instrumentos analógicos y digitales convencionales, pues estos están diseñados para realizar medidas en régimen permanente senoidal, y por tanto suministran información errónea durante un transitorio.

Aunque la información obtenida con la instrumentación convencional para régimen permanente senoidal (mediante voltímetros, amperímetros, vatímetros, etc.) suele ser suficiente en la mayoría de ensayos y aplicaciones, la medición de magnitudes instantáneas es necesaria en muchas ocasiones.

En maniobras como el arranque, paro, o cambio en el par resistente de un motor eléctrico, la medida de las tensiones y corrientes instantáneas permiten conocer la potencia instantánea consumida por la máquina, y por ende apreciar la evolución en función del tiempo de las potencias aparente, activa, reactiva y de distorsión del

accionamiento eléctrico durante dicho transitorio, y por supuesto de magnitudes derivadas de las anteriores como el $\cos j$.

Por otra parte, muchos de los instrumentos convencionales cuyo funcionamiento se basa en el régimen permanente senoidal, además de resultar ineficaces en la medida de transitorios, tampoco muestran valores fiables en régimen permanente, debido a que en su calibración no se tiene en cuenta el contenido espectral de la señal a medir, bien sea porque se trata de señales distorsionadas, bien porque dicho contenido espectral proviene de la excitación de las máquinas con tensiones o corrientes triangulares o cuadradas, o simplemente porque el ancho de banda del instrumento de medida no es el más adecuado.

En ese contexto, podría citarse la medida del valor eficaz de la corriente consumida por un motor alimentado por un variador de frecuencia con forma de onda programable. Tanto la magnitud como la composición espectral, tanto del rizado como de la forma de onda, van a tener importancia en el par, las pérdidas, o la fuerza magnetomotriz.

Justificada la necesidad de un sistema de medida fiable para registrar magnitudes instantáneas o transitorios, nos planteamos cual sería el sistema cuya relación calidad-precio fuera más favorable a nuestros intereses y disponibilidades.

A tal efecto, se han estudiado dos posibles soluciones, un sistema de adquisición y tratamiento de datos mediante ordenador y un osciloscopio digital. En este trabajo se presentan las prestaciones de ambos sistemas contemplando los siguientes aspectos:

- a) Precisión y fiabilidad de las medidas.
- b) Coste económico de los equipos de medida utilizados.
- c) Facilidad de aprendizaje.
- d) Aplicaciones de ambos sistemas de medida en el laboratorio.

Las ventajas y desventajas de ambos sistemas se ilustran con mediciones realizadas sobre un motor de inducción lineal desarrollado por el *Departament d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica* de la *Universitat Rovira i Virgili* [2].

El primer sistema de medida implica la utilización de un osciloscopio digital de altas prestaciones, en concreto el modelo Tektronix TDS 754 con los periféricos adecuados para adaptar señales de alto nivel de corriente y tensión a magnitudes cuyos márgenes dinámicos sean admitidos por dicho equipo.

El segundo implica la utilización de un entorno integrado de medida basado en un ordenador personal con procesador Pentium 100 MHz,

el lenguaje de programación Labview 5.0 a partir del cual se realiza una aplicación específica, y un hardware de *National Instruments* compuesto por un chasis SCXI-1000, una tarjeta de adquisición de datos SCXI-1200, y una tarjeta de atenuación de señal SCXI-1120. Tanto el hardware como el lenguaje de programación han sido desarrollados por *National Instruments*.



Figura 1. Vista general del motor y de los dos sistemas de medida

Los ensayos realizados para la comparación de ambos equipos han consistido en la medición de la tensión entre dos fases de alimentación del motor por un lado, y la intensidad consumida por una de las fases por otro.

Los resultados obtenidos muestran que las mediciones coinciden perfectamente, salvo unas pequeñas perturbaciones observadas en el sistema de adquisición y tratamiento de datos en un instante cercano al arranque y otro cercano al paro del motor.

2. Osciloscopio Digital

El osciloscopio digital utilizado es el modelo TDS 754 de la marca Tektronix, cuyas principales especificaciones son:

- Cuatro canales.
- Una tasa de muestreo de hasta 2 GS/s por canal.
- Un ancho de banda analógico de 500 MHz.
- Múltiples modos de disparo: “Edge, Logic, Pulse” incluyendo los formados de vídeo más habituales: NTSC, PAL, SECAM, HDTV.
- “Record Length” o tamaño del registro donde se almacenan las muestras adquiridas tiene una longitud variable entre 50 kb y 2 Mb.
- Modos de Adquisición especializados como: “Sample, Envelope, Average, High Res, Peak Detect, Insta Vu, Fast Frame”, etc.
- Mecanismos de I/O: Centronics, RS-232, Floppy Disk, GPIB (bus IEEE 488)
- Capacidad de realización de múltiples operaciones matemáticas con las señales adquiridas: sumas y restas, productos y divisiones, cálculo de valores eficaces, medios y de pico, etc.

El osciloscopio tiene múltiples formatos de almacenamiento de datos, desde tablas de números interpretables por Microsoft EXCEL, hasta formatos gráficos para la captura directa de las imágenes visualizadas en el monitor, como los habituales: BMP, GIF, JPG, TIF, RLE y otros.

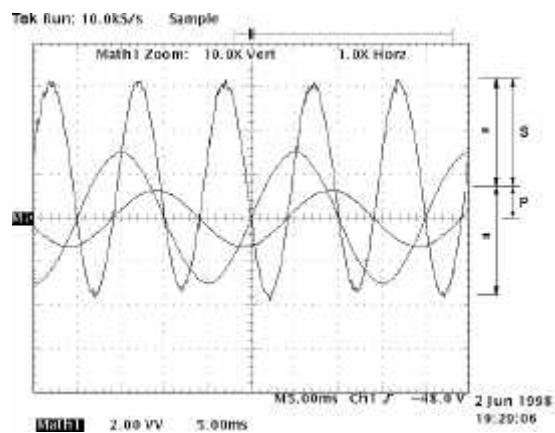


Figura 2: Izda.: foto del osciloscopio TDS 754.
Dcha.: tensión, corriente y potencia de un motor.

Como se aprecia en la Figura 2, habiendo adquirido únicamente las señales de corriente y tensión correspondientes a una fase, se pueden procesar matemáticamente para obtener la potencia instantánea absorbida por el motor, y poder calcular las potencias aparente, activa y reactiva del motor que está siendo ensayado.

3. Sistema de adquisición y tratamiento de datos

Este sistema se basa en la *instrumentación virtual*, consistente en utilizar un ordenador y un *hardware* específico como instrumento de medida, donde la pantalla emula el panel frontal de un equipo de medida convencional, un conjunto de éstos, o bien un nuevo equipo de medida. El *hardware* permite la adquisición de señales de tensión analógicas a partir de varios canales, atenuando y adecuando su valor para su posterior transmisión al ordenador, y la aplicación diseñada a partir del lenguaje de programación Labview 5.0 permite tratar los datos adquiridos y procesarlos adecuadamente para ser presentados en pantalla, sustituyendo de este modo a los componentes físicos de un equipo de medida convencional.

El equipo utilizado presenta las siguientes características:

- Ordenador PC Pentium 100 Mhz – 16 Mb de RAM.
- Chasis SCXI-100, donde se alojan las tarjetas que se describen a continuación.
- Tarjeta de adquisición de datos SCXI-1200 a 20 kS/s, con:
 - Entradas y salidas analógicas: 0-10 V, ± 5 V.
 - Entradas/salidas digitales
 - Contadores/temporizadores
- Tarjeta de atenuación de señal SCXI-1120, con 8 entradas analógicas 250 Vrms
- Tarjeta relé estado sólido, con 32 salidas digitales, 200 mA – 240 Vac/Vdc.

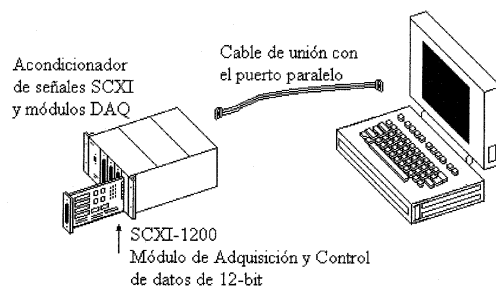


Figura 3: Izda.: Foto del entorno integrado para la captación de datos.
Dcha.: Diagrama de bloques del mismo.

4. Mediciones realizadas

Como ya se ha comentado anteriormente, se ha utilizado como elemento a medir un motor lineal desarrollado por el *Departament d'Enginyeria Electrònica, Elèctrica i Automàtica* de la URV.

La maniobra realizada con el motor ha consistido en un arranque directo, donde el motor se desplaza unos metros y posteriormente se interrumpe su alimentación. Durante ese período se registran mediante los dos equipos de medida los valores de tensión entre dos fases y corriente de línea que alimenta el motor.

Se realizan dos ensayos, el primero a razón de 5 kS/s y posteriormente a 10 kS/s. El primero queda reflejado en las 2 imágenes superiores de la figura 4, donde a la izquierda se muestran los datos obtenidos mediante el osciloscopio digital, y a la derecha los correspondientes al sistema de adquisición y tratamiento de datos. Del mismo modo se muestran las imágenes inferiores a 10 kS/s.

4. Conclusiones

Para finalizar el análisis de las prestaciones del osciloscopio digital, podemos destacar las siguientes características:

- La imposibilidad de visualizar de forma simultánea la tensión y la corriente de las tres fases. Aunque como mal menor, podrían representarse las tensiones de las tres fases y la corriente de una de ellas puesto que el osciloscopio posee cuatro canales, se requeriría de dispositivos de aislamiento galvánico para medir las tensiones de las tres fases, pues la masa de los canales del osciloscopio es común.
- El coste del sistema de medida con osciloscopio es ostensiblemente elevado en comparación el otro sistema. El precio aproximado es de 4 millones de pesetas.
- Se ha mostrado más insensible a las perturbaciones, como se aprecia en las Figuras 4 y 5.
- Permite adquirir transitorios a frecuencias cuatro órdenes de magnitud superiores al entorno integrado, sin embargo este aspecto no tiene importancia en el entorno de las máquinas eléctricas siempre que no intervengan en su alimentación convertidores conmutados con un rizado de alta de frecuencia.

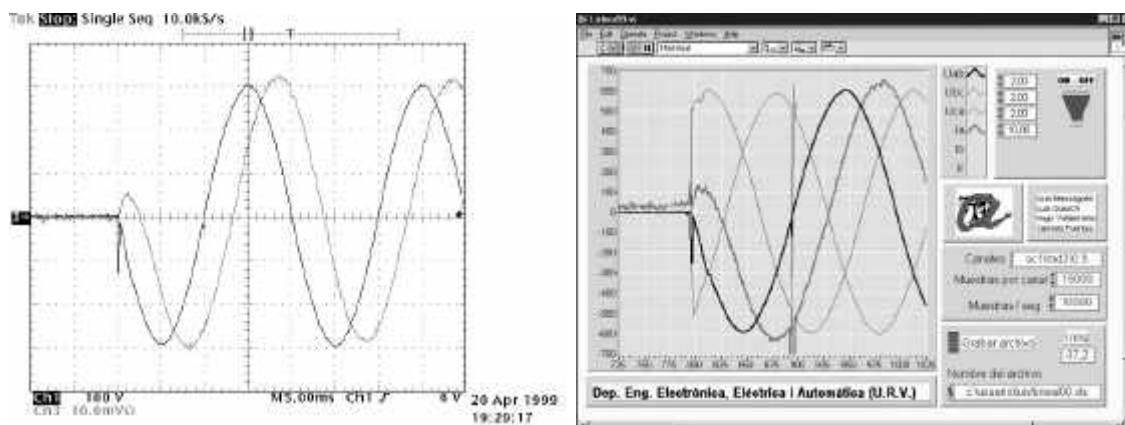


Figura 5. El entorno integrado permite para la adquisición simultánea de las tres fases de tensión y una de corriente.

En cuanto al sistema de adquisición y tratamiento de datos, que es el equipo utilizado en circunstancias normales en el laboratorio docente de Máquinas Eléctricas, presenta las siguientes características:

- a) El funcionamiento del sistema implica un período de aprendizaje mucho mayor, puesto que se hay que realizar una aplicación informática a partir del lenguaje de programación Labview de *National Instruments*, aunque tiene la ventaja de tratarse de una programación gráfica, mucho más intuitiva que un lenguaje de programación literal (ver Figura 6).
- b) Menor velocidad de muestreo, aunque suficiente en la gran mayoría de ocasiones.
- c) El usuario diseña el equipo de medida virtual en función de sus necesidades, aunque ciertas operaciones simples, como el producto de dos señales pueda ser realizado también con el osciloscopio digital.
- d) Posibilidad adquisición simultánea de muchos canales de medida sin problemas de aislamiento galvánico y presentación gráfica excelente.
- e) El entorno integrado, no sólo permite la adquisición y tratamiento de datos, sino que puede realizar las maniobras asociadas al ensayo de máquinas eléctricas.
- f) Precio aproximado de 1 millón de pesetas, netamente inferior al otro equipo.

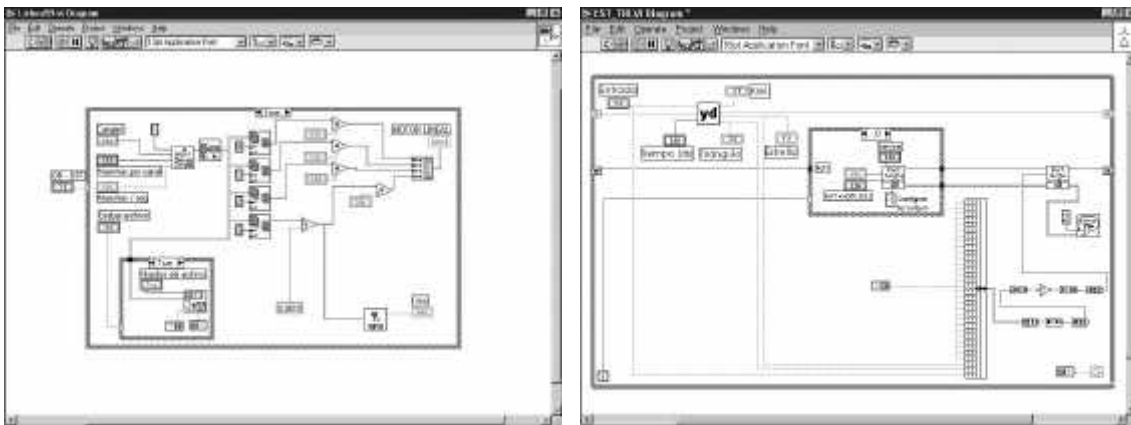


Figura 6. Ejemplos de programación gráfica mediante Labview 5.0. Izda.: Programa realizado para este trabajo. Dcha.: Arranque estrella-triángulo de un motor de inducción.

Así, el coste del sistema de medida puede calcularse como la combinación de su importe material, y el coste en horas de trabajo para el adiestramiento del operador del mismo, aunque además debe tenerse en cuenta el valor añadido que aporta la posibilidad de realizar otras tareas en el caso del entorno integrado.

La coexistencia de ambos sistemas de medida en el laboratorio, implica la posibilidad de validar cualquier medida si se realiza con ambos sistemas y se analiza la correlación de los resultados.

Este ejercicio tiene un interés considerable, no sólo bajo el punto de vista de máquinas eléctricas, sino también para disciplinas como la instrumentación electrónica o automatización industrial.

Para finalizar, aunque los instrumentos convencionales tienen una relación calidad-precio aceptable en medidas desarrolladas en régimen permanente senoidal, desgraciadamente no pueden utilizarse para la medida de transitorios, pues los componentes internos de los mencionados aparatos tienen constantes de tiempo elevadas, y por tanto falsean las medidas.

6. Referencias

- [1] L. Guasch, A. Romero, H. Moreno, F. Córcoles, *Adquisición y tratamiento de datos para máquinas eléctricas rotativas*, National Instruments Day, 23 octubre 1997, Barcelona.
- [2] L. Massagués, A.L. Benítez, H. Valderrama, *Desenvolupament d'un motor lineal*, 2s Jornades Tècniques sobre Energia, 19 y 20 noviembre 1998, Barcelona. Actas, pp. 389-400.