



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática



C.U., 26 de Enero de 1998.

**C. DAVID SÁNCHEZ BAUTISTA
P R E S E N T E .**

En base al oficio que presentó al H. Consejo Académico, en el cual solicita **aprobación** del trabajo terminado para poder titularse bajo la opción de Tesis **Individual**, titulada "*Analizador de Calidad y Consumo de la Energía Eléctrica*", éste H. Consejo Académico, en su Sesión Ordinaria del 26 de Enero de 1998, **aprueba** su solicitud, según lo establecido en el artículo 55 y 56 del reglamento de titulación vigente.

A T E N T A M E N T E

"LO RACIONAL Y AUTOMÁTICO PARA INFORMAR"

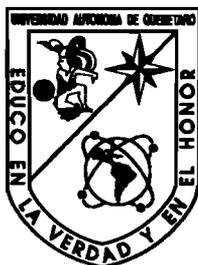
**ING. ALEJANDRO SANTOYO RODRÍGUEZ
SECRETARIO ACADEMICO**

C.c.p- Exp. Alumno
Act. No. 96

ASR/llr*

-  PROGRAMACIÓN EN DOS - Manual de referencia -
Kris Jamsa
McGraw-Hill
-  CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA
Kerchner&Corcoran
CECSA
-  ANÁLISIS BÁSICO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS
David E. Johnson, John L. Hilburn y Johnny R. Johnson
Prentice Hall
-  ANÁLISIS DE FOURIER
Hwei P. Hsu
Fondo Educativo Interamericano
-  MEDIPOT
Vicente Rodríguez Hernández y Benjamin Zuñiga Becerra
Instituto Tecnológico de Querétaro
-  PROGRAMACIÓN EN TURBO PASCAL VER. 5.5, 6.0 Y 7.0
Luis Joyanes Aguilar
Mc.Graw Hill
-  MANUAL TÉCNICO Y DE USUARIO DE TARJETA PCL-812PG
-  MÉTODOS NUMÉRICOS
Luthe ° Olivera ° Schutz
Limusa

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO



ANALIZADOR DE CALIDAD Y CONSUMO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

TESIS

QUE COMO PARTE DE LOS REQUISITOS PARA OBTENER EL GRADO DE

LICENCIADO EN INFORMÁTICA

Presenta

DAVID SÁNCHEZ BAUTISTA

Dirigida por

DR. VLADIMIR RAUCH SITAR

*Centro Universitario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México 1998*

No. Adq. H 58238

No. Título

Clas. 005.42

S 21/a

*Este trabajo esta dedicado a tres
personas muy especiales :
mi esposa Minerva, mi hija Andrea
y muy especialmente a mi próximo hijo.*



AGRADECIMIENTOS

Me es muy grato en este momento expresar mi gratitud a todas aquellas personas que hicieron posible que realizara este trabajo.

Entre las personas que destaco son al Dr. Vladimir Rauch por el hecho de asesorar este trabajo y compartir sus conocimientos y amistad conmigo.

Tengo un agradecimiento muy especial al Dr. Angel Selva por todo su apoyo para la realización de esta tesis.

No puedo dejar de agradecer a la Universidad Autónoma de Querétaro, en especial a las Facultades de Informática y de Ingeniería.

La primera por darme los conocimientos para desarrollarme profesionalmente y la segunda por darme la oportunidad de aplicar estos conocimientos en sus proyectos.

Agradezco profundamente a mi esposa y a mi hija por comprenderme y apoyarme en los momentos difíciles y por hacerme pasar maravillosos momentos en mi vida.

Agradezco con mucho cariño a mis padres y hermanas, los cuales me han brindado un apoyo incondicional en el transcurso de mi vida. Esta es una de mil formas de las cuales siempre les estaré agradecido.

Los quiero mucho.



CONTENIDO

I. Introducción y especificaciones de la tesis

1.	Introducción	2
2.	Antecedentes	4
2.1.	Introducción.....	4
2.2.	Primera etapa.....	7
2.3.	Actual.....	8
2.4.	Futura.....	13
3.	Planteamiento del problema	18
3.1.	Definición.....	18
4.	Descripción del proyecto	20
4.1.	Nombre.....	20
4.2.	Meta.....	20
4.3.	Objetivo.....	20
4.4.	Justificación.....	20
4.5.	Producto final.....	21
4.6.	Hipótesis.....	21

II. Marco Teórico

5.	Introducción a la parte eléctrica	23
5.1.	Introducción.....	23
5.2.	Conceptos.....	23
6.	Apoyo matemático	29
6.1.	Series de Fourier.....	29
6.1.1.	Introducción.....	29
6.1.2.	Forma Trigonométrica.....	30
6.2.	Interpolación de Langrange.....	36

III. Desarrollo

7.	Componentes del sistema	40
7.1.	Introducción.....	40
7.2.	Medidor.....	41
7.2.1.	Introducción.....	41
7.2.2.	Funcionamiento.....	42
7.2.3.	Indicadores Luminicos.....	44
7.2.4.	Zoom.....	45
7.2.5.	Descripción de procesos.....	47
7.3.	Registrador.....	51
7.3.1.	Introducción.....	51
7.3.2.	Funcionamiento.....	53
7.3.3.	Trabajando can más de una columna.....	55
7.3.4.	Descripción de procesos.....	57

7.4.	Graficador.....	60
7.4.1.	Introducción.....	60
7.4.2.	Funcionamiento.....	61
7.4.3.	Descripción de procesos.....	63
7.5.	Amplitud.....	66
7.5.1.	Introducción.....	66
7.5.2.	Funcionamiento.....	68
7.5.3.	Descripción de procesos.....	70
7.6.	Fase.....	73
7.6.1.	Introducción.....	73
7.6.2.	Funcionamiento.....	74
7.6.3.	Descripción de procesos.....	75
7.7.	Barra de menú.....	78
7.7.1.	Introducción.....	78
7.7.2.	Opción.....	80
7.7.3.	Menú.....	81
7.7.4.	Barra de menú.....	82
7.7.5.	Descripción de procesos.....	84
7.8.	Marco de valores.....	86
7.8.1.	Introducción.....	86
7.8.2.	Funcionamiento.....	86
7.8.3.	Descripción de procesos.....	88
7.9.	Título.....	89
7.9.1.	Introducción.....	89
7.9.2.	Funcionamiento.....	89
7.10.	Interrupción del reloj.....	90
7.10.1.	Introducción.....	90
7.10.2.	Conociendo la interrupción.....	91
7.10.3.	Aplicación.....	93
7.10.4.	Descripción de procesos.....	96
8.	Desarrollo del sistema	98
8.1.	Introducción.....	98
8.2.	Captura señal.....	98
8.3.	Determinación del periodo.....	100
8.4.	Interpolación de tensión y corriente.....	101
8.5.	Aplicando la Transformada de Fourier.....	102
8.6.	Cálculo de los factores de distorsión.....	103
8.7.	Cálculo de los valores efectivos.....	103
8.8.	Cálculo de las potencias.....	104
8.9.	Cálculo de las potencias según la norma DIN-40110.....	105
8.10.	Cálculo de las potencias correspondientes a la etapa futura.....	106
9.	Pantallas preliminares	110
9.1.	Principal.....	110
9.2.	Distorsión.....	111
9.3.	Tensión.....	114

9.4.	Corriente.....	117
9.5.	Tensión y corriente	120
9.6.	Presentación de resultados.....	124

IV. Demostración de hipótesis y Conclusiones

10.	Conclusiones	127
	10.1. Demostración de las hipótesis	127
	10.2. Conclusión.....	129
11.	Bibliografía	132



I. Introducción y especificación de la tesis



1. Introducción

Debido a que en la actualidad hay una escasez de recursos económicos y materiales lo que ha llevado a que se tenga que hacer un uso eficiente de los recursos con los que se cuenta, esto ha ocasionado que se deba hacer un aprovechamiento óptimo de la energía eléctrica como un recurso más.

El aprovechamiento de la energía eléctrica es importante por la forma en que es obtenida, ya que debido a esto se tiene una repercusión ecológica y económica tanto para quien la genera como para el que la consume.

Por los motivos previamente expuesto la **Universidad Autónoma de Querétaro**, a través del **Centro de Investigación en Ciencias Físico Matemáticas** de la Facultad de Ingeniería, se preocupó en desarrollar un proyecto de investigación que tenga como objetivo el brindar ayuda para el mejor aprovechamiento de la energía. Lo que tendría como resultado el ahorro de recursos.

La parte esencial de este proyecto es crear un analizador de energía eléctrica computarizado a bajo costo que resuelva los problemas de medición y de elaboración de los cálculos, para lo cual es necesario una computadora con el software que cumpla con las funciones del analizador.

El objetivo de este documento es presentar de una forma clara el problema y la forma en que las matemáticas se pueden aplicar para la solución de esta situación, así como los componentes que integran propiamente el software.



2. Antecedentes

2.1 INTRODUCCIÓN

A mediados del siglo pasado el sistema de corriente alterna trifásico inventado por Nicolas Tesla, resultó superior al sistema de corriente continua de Tomas A. Edison, quien había creado el primer sistema de energía eléctrica que operó en los Estados Unidos de América. Edison montó su sistema en la ciudad de Nueva York, el cual trabajó satisfactoriamente hasta 1885. Y en el año de 1886 los sistemas de corriente alterna se inician comercialmente, en Great Barrington (Massachussets).

En la Figura 2.1 se ilustran tensiones y corrientes en el sistema de Edison y en el sistema de Tesla.

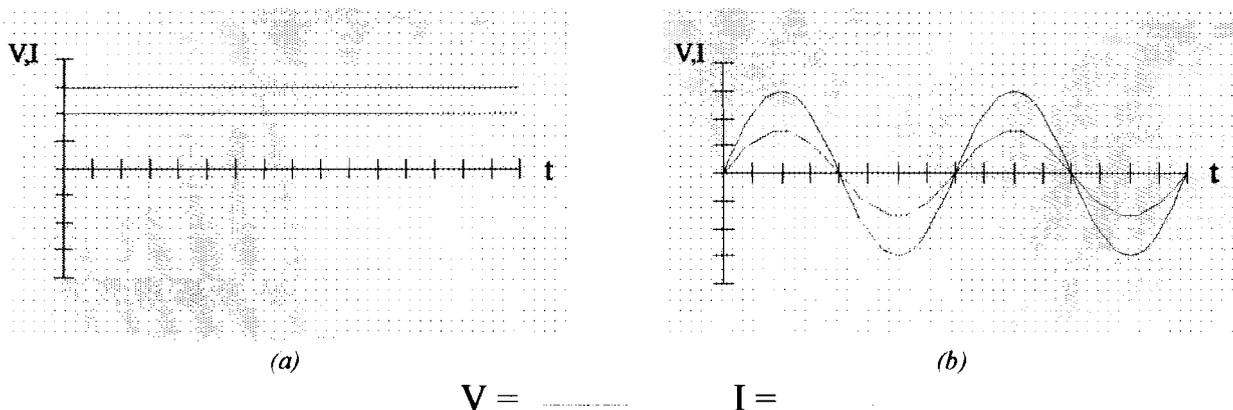


Figura 2.1 Gráficos de tensión y corriente. (a) Sistema de Edison (b) Sistema de Tesla

El sistema de Tesla (Corriente Alterna) se implementó porque tenía ventajas en la generación con respecto a la corriente directa y facilidades para transformar voltajes y corrientes que no existían en el sistema de Edison (Corriente Continua).

Pero el sistema de corriente alterna no es del todo ideal, ya que éste tiene una desventaja considerable. Esta consiste en que la corriente alterna no se puede almacenar lo que trae consigo que en cada instante debe generarse la energía que demande el consumo.

Para el cálculo de la potencia en corriente directa se emplea la fórmula

$$P = VI$$

donde

$$P = \text{Potencia}$$

$$I = \text{Corriente}$$

$$V = \text{Voltaje}$$

En la corriente alterna se introduce un nuevo concepto el cual se denomina valor efectivo en base al valor equivalente de corriente directa para el cálculo de potencia.

$$P = V_{ef} I_{ef}$$

donde

$$V_{ef} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} \quad I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

Sólo que ahora para que se cumpla la formula anterior es necesario que el ángulo de fase entre voltaje y corriente (defasaje) sea cero, lo que en la practica no siempre ocurre. En la Figura 2.2 se ilustra el concepto de defasaje entre voltaje y corriente, representado por el ángulo θ

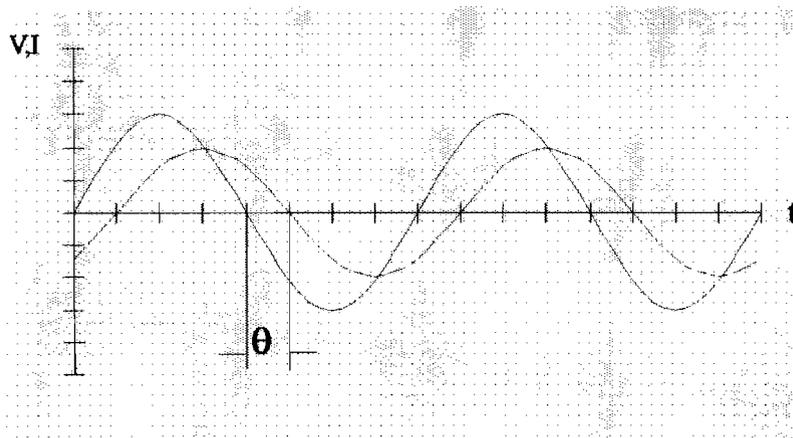


Figura 2.2 *Ángulo de fase entre voltaje y corriente*

Este ángulo de fase provoca una pérdida en la potencia ya que ahora forma parte del cálculo. Este nuevo resultado recibe el nombre de potencia activa, ya que brinda la potencia que se entrega a una carga dada.

$$P_{act} = V_{ef} I_{ef} \cos\theta$$

La potencia dada por $V_{ef} I_{ef}$ recibe el nombre de potencia aparente, debido a que representa la potencia que puede alcanzarse para un voltaje y una corriente conocida.

$$P_{ap} = V_{ef} I_{ef}$$

Existe una potencia que circula entre el generador y la carga, que no se aprovecha y por esto se denomina potencia reactiva, dada por

$$P_{react} = V_{ef} I_{ef} \sin\theta$$

Analizando la expresión de potencias, encontramos una relación pitagórica entre las mismas.

$$P_{ap}^2 = P_{act}^2 + P_{react}^2$$

Debemos destacar que las relaciones de potencia definidos son válidas para tensiones y corrientes senoidales.

En la actualidad estas relaciones no siempre se pueden utilizar porque la corriente a veces no cumple el requerimiento exigido.

En etapas futuras se espera que no se cumplan los requerimientos planteados ni la tensión ni la corriente.

2.2 PRIMERA ETAPA

Al inicio de la aplicación de la corriente alterna los voltajes generados eran senoidales y las cargas lineales, lo que daba a lugar a que las corrientes fueran senoidales, como se puede ver en la Figura 2.2

Dicho en otras palabras la distorsión en voltaje y corriente no formaba parte de la cultura energética de aquellos tiempos, ya que la distorsión en el sentido estricto de la energía, es una medida que indica cuanto se aleja una forma de onda (tensión o corriente) de una senoidal como se ilustra en la Figura 2.3.

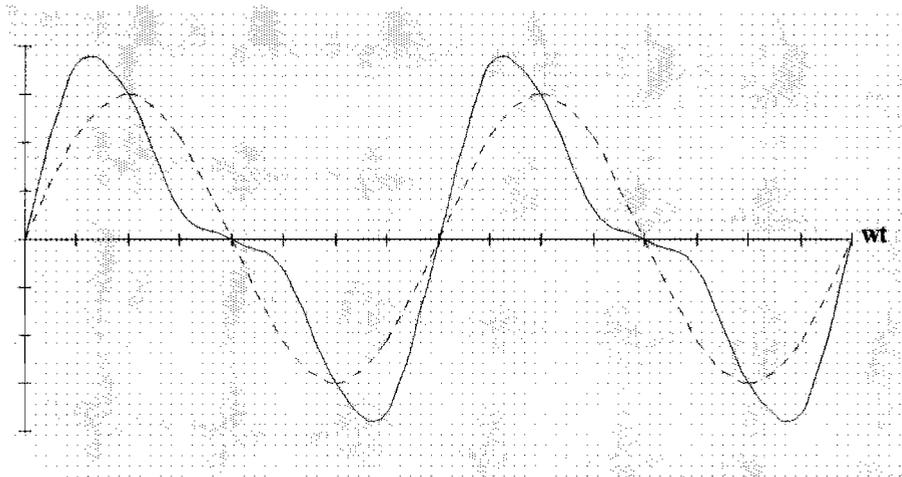


Figura 2.3 Gráfica de una onda distorsionada con respecto a una onda senoidal

Al principio la distorsión era mínima, despreciable y tanto la tensión como la corriente eran prácticamente senoidales. Por lo tanto el defasaje entre tensión y corriente era el factor determinante para evaluar las pérdidas y único que se tenía en cuenta. En aquellos tiempos se elaboraron fórmulas, hoy clásicas, válidas para el caso senoidal que aun se emplean.

$$P_{act} = V_{ef} I_{ef} \cos\theta$$

$$P_{ap} = V_{ef} I_{ef}$$

$$P_{react} = V_{ef} I_{ef} \text{Sen}\theta$$

$$P_{ap}^2 = P_{act}^2 + P_{react}^2$$

$$FP = \text{Cos}\theta$$

$$V_{ef} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

En la utilización de la energía eléctrica, un aspecto importante es su propia medición. ya que con esta se puede realizar un trabajo.

La energía es la capacidad para realizar un trabajo y el trabajo que se pueda realizar en una unidad se le conoce como potencia.

Por tanto cuando la corriente y tensión de la red tiene forma prácticamente senoidal, con fórmulas simples se pueden calcular los valores efectivos y medios de las tensiones y corrientes alternas. Mediante el concepto de fase se determinan todas las potencias de manera que fácilmente se puede establecer una supervisión total sobre el tipo y el valor del consumo.

En este caso con sensores sencillos se puede medir todas las variables necesarias para monitorear el consumo de energía eléctrica.

2.3 ACTUAL

Cuando se inició el uso de equipos que producen cargas no lineales, comenzaron a aparecer corrientes no senoidales, lo que provocó una disminución de la calidad de la energía eléctrica.

Una carga no lineal es aquella que por su naturaleza cambia de valor, al estar conectada al sistema eléctrico. Esto da a lugar a cambios de la propia forma de onda

de la corriente deformando su forma senoidal, aunque mantenga su característica de periodicidad. Cambios muy fuertes en la carga pueden alterar el periodo de las ondas e incluso la forma de onda de voltaje. Algunos ejemplos de cargas no lineales :

- Rectificadores
- Rectificadores controlados
- Computadoras personales
- Equipos de telecomunicaciones
- Fuentes de potencias ininterrumpibles

La época que se está viviendo por ahora está caracterizada aún por tensión senoidal y consumo (Corriente) no senoidal, provocado por los factores señalados anteriormente. Uno de los caminos para poder abordar el análisis de este problema de consumo no senoidal es mediante el método frecuencial basado en la serie de Fourier.

Los equipos más afectados por esta distorsión son los que están diseñados para ondas senoidales, por ejemplo, los motores los cuales en un momento determinado pueden llegar a dañarse, y los equipos electrónicos aunque sus fuentes están diseñadas para amortiguar este problema. Los equipos menos susceptibles son aquellos empleados para la generación de calor.

Como se tiene una onda no senoidal de acuerdo a las series de Fourier, cualquier transcurso periódico no senoidal puede descomponerse en una serie de armónicos (senoidales) que sumadas dan el transcurso original. Esta idea se aplica al transcurso no senoidal de la corriente. De esta forma el cuadrado de la potencia aparente está dado por:

$$P_{ap} = V_{ef}^2 I_{ef}^2 = V_{1ef}^2 \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt \quad [1]$$

según Fourier podemos sustituir

$$I_{ef}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt = \sum_{k=1}^n I_{kef}^2 = (I_{1ef}^2 + I_{2ef}^2 + \dots + I_{nef}^2)$$

donde las diferentes armónicas salen del análisis de Fourier, con lo que resulta :

$$\begin{aligned} P_{ap} &= V_{ef}^2 I_{ef}^2 = V_{1ef}^2 I_{ef}^2 = \\ &= V_{ef_1}^2 (I_{ef_1}^2 + I_{ef_2}^2 + \dots + I_{ef_n}^2) \\ &= S_1^2 + D^2 = P_1^2 + Q_1^2 + D^2 \end{aligned} \quad [2]$$

debido a que la potencia aparente de la primera armónica puede descomponerse según fórmulas ya conocidas

$$P_{1ap}^2 = P_{1act}^2 + P_{1reac}^2 \quad [3]$$

donde P_{Ap1} es la potencia aparente de la primera armónica

La ecuación [2] se puede interpretar como :

$$\begin{aligned} P_{ap}^2 &= P_{1ac}^2 + P_{1rea}^2 + D^2 \\ &= P_{ap}^2 + D^2 \end{aligned} \quad [4]$$

en este caso D representa la potencia de distorsión que producen las armónicas superiores

$$\begin{aligned} P_{ap}^2 &= P_{1ac}^2 + P_{1rea}^2 + D^2 \\ &= P_{1ac}^2 + P_{reac}^2 \end{aligned}$$

donde P_{reac} es la potencia reactiva total (incluyendo la potencia de la distorsión).

En la ecuación esta presente una única potencia activa $P = P_1$ que es la potencia activa de la primera armónica.

Teniendo en cuenta que la relación pitagórica de las diferentes potencias podemos dibujar un prisma, que expresa la relación geométrica entre las potencias dadas a conocer por las ecuaciones [4] y [5], como se ilustra en la Figura 2.4

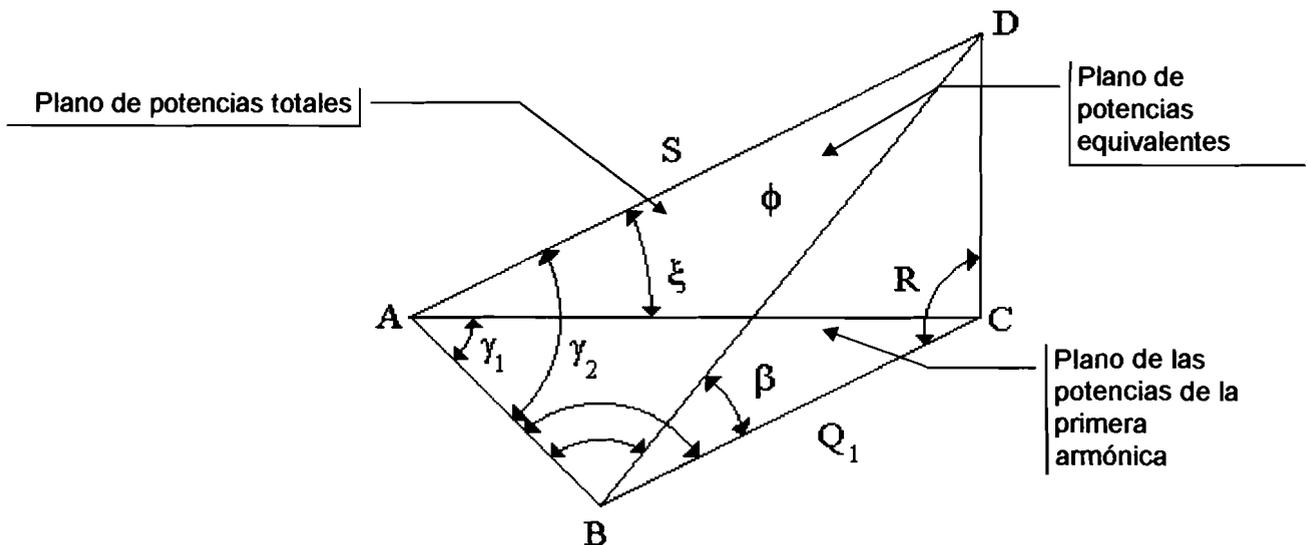


Figura 2.4 Prisma de las potencias en el caso de tensión senoidal y corriente distorsionada.

En la Figura 2.4 el plano ABC es el plano de la primera armónica donde están en vigor todas las relaciones conocidas para las ondas senoidales. Las potencias forman un triángulo rectángulo donde se cumplen las relaciones ya conocidas.

$$P_{ap}^2 = P_{react}^2 + P_{1act}^2 \quad P_{ap} = V_{ef} I_{1ef} \quad P_{react} = P_{ap} \cos\phi_1$$

$$V = V_1 \quad V_{ef} = V_{1ef} \quad P_{act} = P_{ap} \sin\phi_1$$

El plano ABD demuestra la relación entre las potencias finales tomando en cuenta ya la potencia de distorsión.

También en este plano las potencias están formando un triángulo rectángulo y se cumplen las siguientes fórmulas

$$P_{ap}^2 = P_{react}^2 + P_{act}^2 \quad P_{act} = P_{ap} \sin\phi_e$$

$$P_{ap} = V_{ef} I_{ef} \quad P_{react} = P_{ap} \cos\phi_E$$

Ambos triángulos se cortan en una arista de potencias activas P_1 y P y la condición de que la tensión (V) es senoidal da como consecuencia que $P_1 = P$, que es característico para la etapa actual.

Además hay dos triángulos auxiliares en la Figura 2.4 ACD y BCD, que dan la relación entre las potencias distorsionadas y el plano de las potencias de la primera armónica.

En el plano BCD se cumplen las siguientes relaciones :

$$P_{reac}^2 = P_{reac1}^2 + D^2 \qquad \frac{P_{reac1}}{P_{reac}} = \text{Cos}\xi$$

mientras que en el plano ACD tenemos :

$$P_{ap}^2 = P_{ap1}^2 + D^2 \qquad \frac{P_{ap1}}{P_{ap}} = \frac{I_{1ef}}{I_{ef}} = \text{Cos}\xi = g_i$$

donde a g_i se le conoce como factor de distorsión de la corriente.

El plano de las potencias totales (producidas por transcurros no senoidales) se puede siempre considerar idéntico al plano de las potencias equivalentes las cuales forman un sistema equivalente (en lo que toca a las potencias) pero producidas por transcurros puramente senoidales.

En base a la equivalencia de los triángulos se puede escribir :

$$P_{ap} = P_{apE}; \quad P_{reac} = P_{reacE}; \quad P_{act} = P_{actE}; \quad \varphi_D = \varphi_E$$

Esta equivalencia permite evaluar el plano de las potencias totales por los mismos criterios que al plano de la potencia de la primera armónica. Bajo esa suposición se puede definir el factor de potencia del sistema equivalente como :

$$FP_E = \text{Cos}\varphi_E = \frac{P_{acte}}{P_{apaE}} = \frac{P_{act}}{P_{ap}}$$

Al factor de potencia equivalente FP_e se le puede aplicar los mismos criterios que al factor de potencia para la primera armónica FP_i , obteniendo

$$FP_E = \text{Cos}\varphi_E = \frac{P_{acte}}{P_{apaE}} = \frac{P_{act}}{P_{ap}}$$

y aplicar al FP_e los mismos criterios como al FP_i

La definición del sistema equivalente permite simplificar las consideraciones y conclusiones para algunos casos interesantes. Uno de ellos que se puede analizar fácilmente es el de la Figura 2.4, es el caso extremo en que no existía distorsión ($D = 0$) para el cual ambos planos son idénticos.

Otro caso extremo interesante es cuando ($Q_i = 0$). Es evidente que a pesar de que en el plano de la primera armónica existe solamente potencia activa $P_i = P$ (porque $Q_i = 0$) y $\varphi = 0$ que da a lugar $FP_i = 1$ que es el caso óptimo, en el plano de las potencias totales que es idéntico al plano de las potencias equivalentes resulta

$$\varphi_E = 0 \text{ y } FP_E = \arccos \frac{P_{actE}}{P_{apE}} = \arccos \frac{P_{act}}{P_{apa}} < 1$$

que indica claramente que la distorsión de corriente provoca la existencia de la potencia de distorsión D , que jamás puede ser cero, o sea da pérdidas inevitables.

$$\varphi_E = 0 \text{ y } FD_E = 1$$

Por tanto el aumento de la distorsión aumenta las pérdidas energéticas.

2.4 FUTURA

A pesar de que se hace todo lo posible para que por lo menos la tensión sea senoidal, en el futuro la situación va seguir empeorando. Analizando el caso en que tanto la tensión como la corriente están distorsionadas. Aplicando la filosofía del caso anterior podemos calcular la potencia aparente según la ecuación [1], dando a lugar a:

$$P_{ap} = V_{ef}^2 I_{ef}^2 = \left(\sum_{k=1}^m V_{kef}^2 \right) \left(\sum_{k=1}^n I_{kef}^2 \right)$$

Para simplificar el análisis se tomará la misma cantidad de armónicos de tensión y corriente que no se entiende como una limitación práctica ya que se puede escoger la cantidad común de armónicos de acuerdo a las exigencias de la onda más

distorsionada. El resultado es una suma de productos que organizaremos en filas y columnas, de modo que en las columnas aumenta hacia la derecha el índice de las armónicas de la corriente y con las filas aumenta el índice de las armónicas de la tensión, se obtiene una “matriz” de todos los elementos que suman la potencia aparente.

Porque en todos los casos se trata de valores efectivos se elimina el índice *ef* de las variables. Resolviendo el producto y ordenando según la idea anterior, el resultado se puede ver en la Figura 2.5

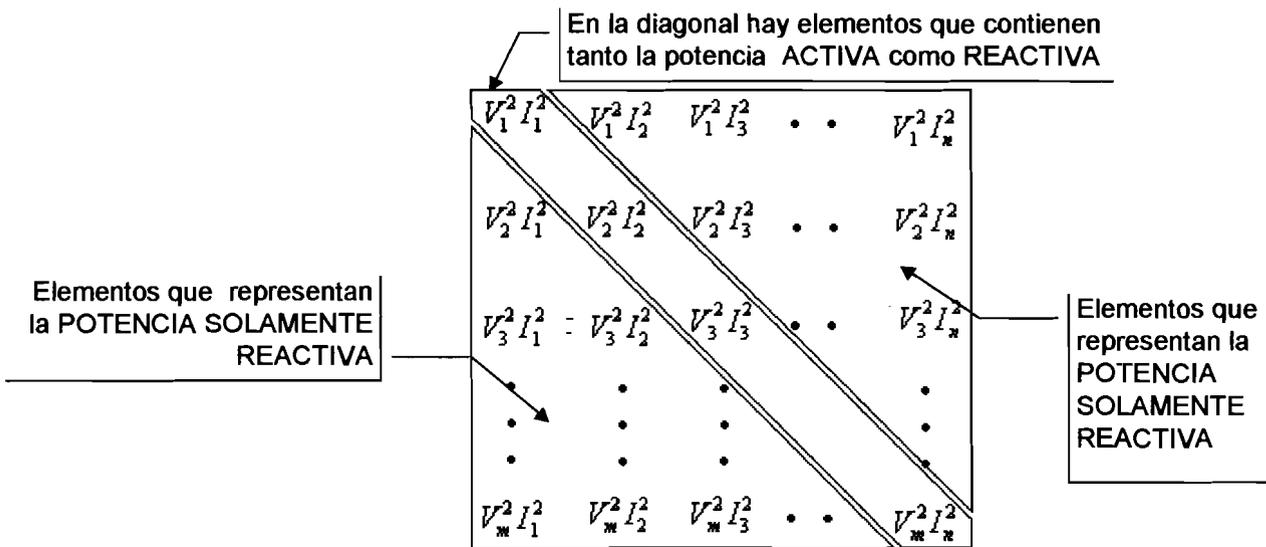


Figura 2.5 Carácter y distribución de las diferentes potencias.

Según la regla de ortogonalidad de las series de Fourier, la integral

$$P_{ap} = \int_0^T V \text{Sen}(n\omega t) I \text{Sen}(m\omega t + \gamma) dt$$

es cero en caso $n \neq m$ y es $VI \cos\phi$ para $n = m$

Todos los elementos de la suma donde $n \neq m$ pueden representar solamente las potencias puramente reactivas y solamente en el caso cuando $m = n = d$ pueden tener tanto potencia activa P_{actdd} como reactiva P_{reacdd} y su potencia aparente P_{apdd}

La “matriz” se descompone en los elementos de la “diagonal” donde puede existir la componente activa de la potencia y a los dos “triángulos” que tienen solamente componente reactiva como se indica en la Figura 2.5.

En un análisis más profundo es mejor repartir la “matriz” en más partes, como lo muestra la Figura 2.6

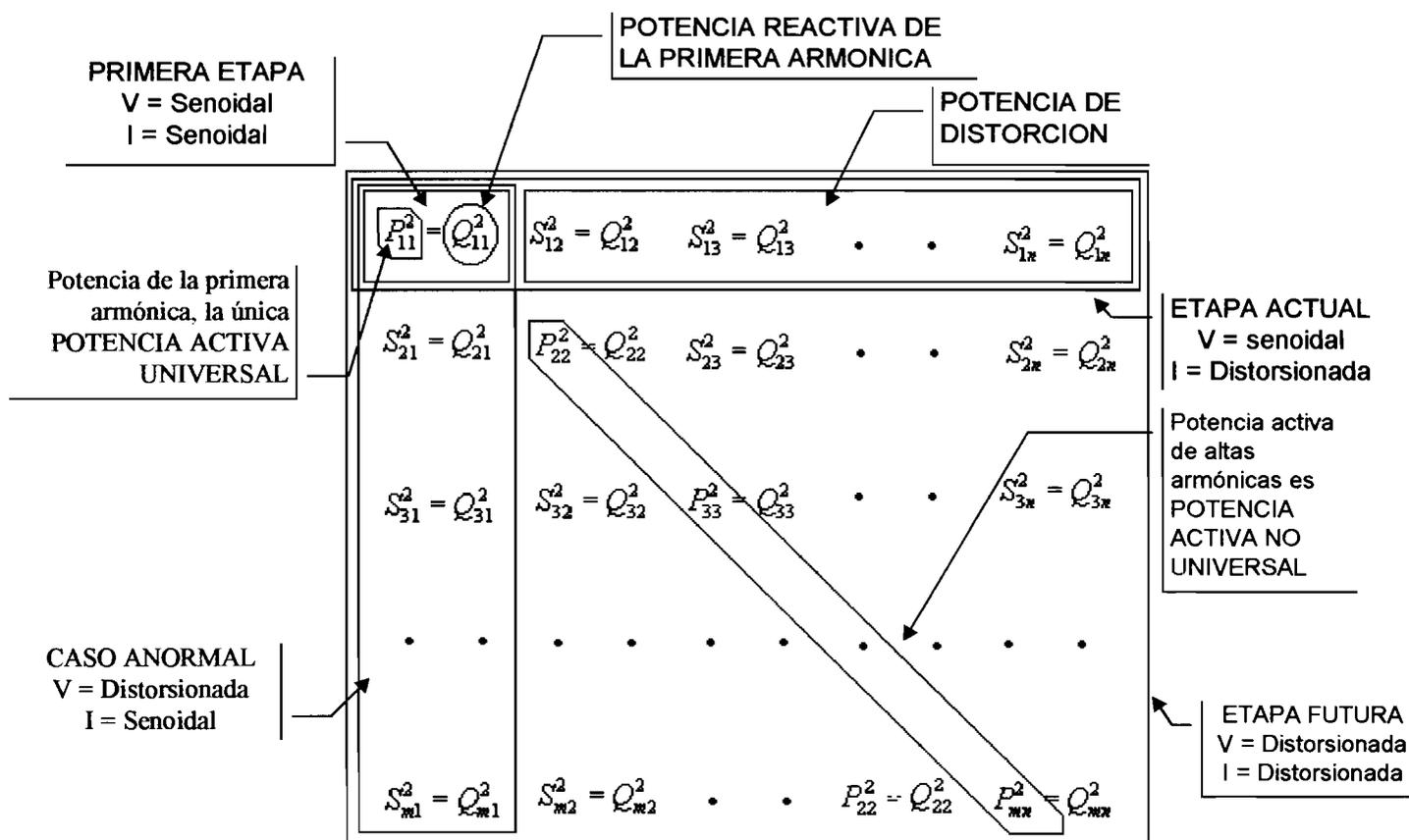


Figura 2.6 Partición de la "matriz" de potencias según las tres etapas.

De la Figura 2.6 se puede ver que la misma se extiende según el número de armónicas de tensión y de corriente y se nota que la distorsión aumenta, ante todo la potencia reactiva (no manejable) que siempre representa pérdidas.

En esta misma figura se pueden ver marcadas las zonas que abarcan los coeficientes de las diferentes etapas en la historia de empeoramiento de la calidad de la energía mencionadas al inicio del trabajo.

- a) Primera etapa (histórica sin distorsión) esta representa por el primer elemento S_{ii} de la matriz
- b) Actual (tensión senoidal, corriente distorsionada) representada por la primera fila de la misma
- c) Futura (tensión y corriente distorsionada) representada por toda la matriz.

Por suerte los coeficientes de la misma disminuyen hacia abajo a la derecha según conocemos de las teorías de Fourier.

La potencia activa universal P esta representada solamente por el coeficiente P_{ii} de la primera armónica, primer elemento de la matriz. La potencia activa de las armónicas altas P_k ya no se puede considerar como universal porque en algunos consumidores como es el caso de los hornos eléctricos esta potencia puede considerarse activa ya que contribuye al efecto deseado que es el calentamiento del mismo, en otros casos sirve solamente para aumentar las perdidas como ocurre en los motores de inducción donde puede dar lugar a su destrucción por calentamiento sin aumentar la potencia en su eje.



3. Planteamiento del problema

Debido a la aparición de equipos que modifican la señal que circula en una red eléctrica. Lo que a provocado que la señal no sea la adecuada para otros equipos. Esto ocasiona que se presente un desperdicio al consumir la energía. Y aunado a que no se cuenta con el equipo necesario para hacer las mediciones. Todo esto lleva a la definición del problema.

3.1 DEFINICIÓN

Al monitorear la señal eléctrica se tiene que :

Hay una incapacidad para llevar tanto la medición, como la realización de los cálculos necesarios en una red eléctrica donde circula una señal distorsionada.

Origen :

Mala calidad de la energía que circula en la red eléctrica.

Efectos :

Sanciones económicas.

Mal aprovechamiento de la energía eléctrica.

Daño a la naturaleza.

Descompostura del equipo que depende de la red.



4. Descripción del proyecto

4.1 NOMBRE

Analizador de calidad y consumo de energía eléctrica

4.2 META

Ofrecer un analizador de calidad y consumo de la energía eléctrica computarizado

4.3 OBJETIVOS

Generales

- Ofrecer un analizador que permita la medición de la energía eléctrica a un bajo costo.
- Estimular a la gente para que desarrolle sus propios sistemas en beneficio del país.

Particular

- Desarrollar un software que permita monitorear, procesar y visualizar de manera amigable el comportamiento de la red eléctrica

4.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se origina de una necesidad primordial, la cual consiste en el máximo aprovechamiento de la energía eléctrica, ya que si este aspecto se descuida no sólo afecta a una empresa, sino que involucra aspectos tales como ecológicos y económicos.

4.5 PRODUCTO FINAL

Se obtendrá un documento que sirva de apoyo para el desarrollo de nuevas herramientas en el proceso de elaboración de software en los proyectos de monitoreo.

Este documento además contendrá los aspectos y temas que están vinculados directamente con el analizador de energía eléctrica.

4.6 HIPÓTESIS

El trabajo que se realizó se sustenta en las siguientes hipótesis:

- El Licenciado en Informática puede generar herramientas en software para los proyectos de monitoreo.
- El Licenciado en Informática es el medio de comunicación entre la tecnología de la información y la organización de la información en el analizador.

Técnica

- La energía en la red distorsionada está presentada como un conjunto de componentes basados en armónicos.



II. Marco Teórico



5. Introducción a la parte eléctrica

5.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo hablara de los conceptos que en el proyecto se emplean, tratando de no profundizar demasiado en ellos tan sólo que se comprenda su significado.

El objetivo entonces es dar a conocer de una forma clara los términos y conceptos empleados durante el proyecto.

5.2. CONCEPTOS

Corriente - I -

Movimiento de electrones, para producirlos los electrones deben moverse por efecto de una diferencia de potencial.

Voltaje (Diferencia de potencial) - V -

Debido a la fuerza de su campo eléctrico una carga eléctrica tiene la capacidad de efectuar un trabajo al mover a otra carga por atracción o repulsión. La capacidad de una carga para realizar un trabajo se llama potencia.

La unidad básica de la diferencia de potencial es el volt, su símbolo es la V e indica la capacidad de efectuar un trabajo para que los electrones se muevan.

Corriente Continua - C C -

Es aquella en que la dirección y la cantidad del flujo de corriente no varían con el tiempo, esto se ilustra en la Figura 5.1

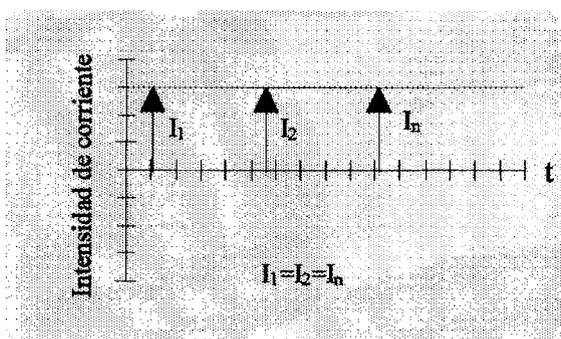


Figura 5.1 Corriente Continua

Corriente Alterna. - C A -

Una corriente alterna, como su nombre lo indica pasa a través de una serie de valores, tanto positivos como negativos, en un periodo de tiempo T y después repite continuamente esta serie de valores.

Gráficamente se observa a la corriente como en la Figura 5.2

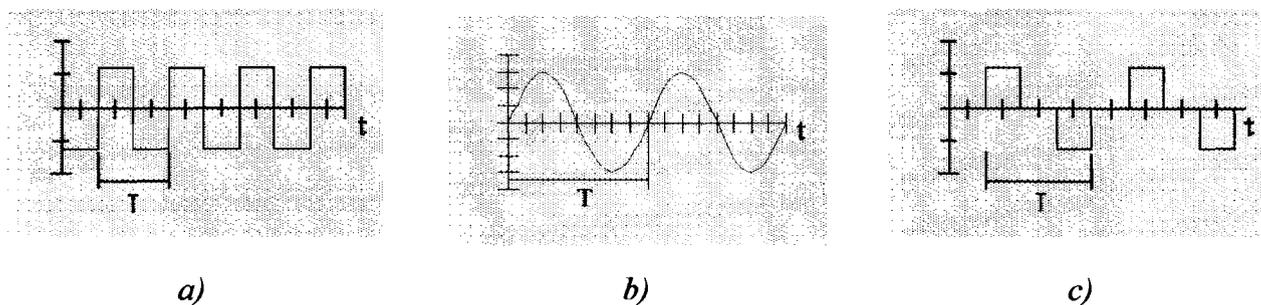


Figura 5.2 Ejemplo de ondas alternas. a) Onda cuadrada de tensión, b) Onda alterna senoidal y c) Onda de impulsos positivos y negativos

Fase

La fase se representa por la letra θ y es el ángulo entre dos magnitudes de la corriente alterna normalmente entre corriente y voltaje.

Factor de potencia - F P -

Determina que porción de la potencia aparente es potencia real y puede variar desde uno cuando el ángulo de fase es cero grados a cero cuando el ángulo es de noventa grados.

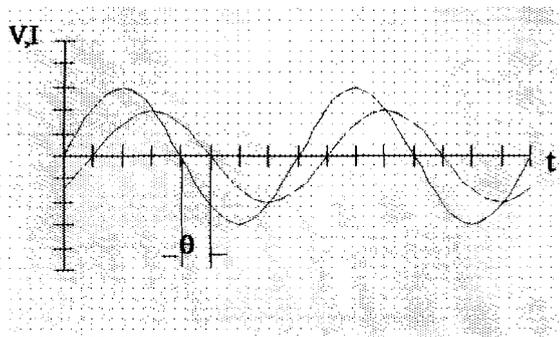
Un FP = 70 % el aparato usa sólo el 70 % de la entrada de los voltamperios, se aconseja que se tenga un factor de potencia grande ya que usa más eficientemente de la corriente entregada a la carga.

Origen

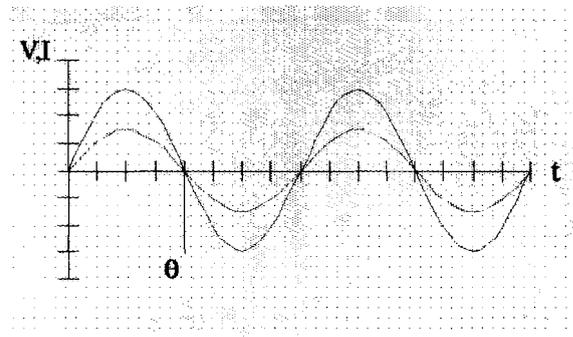
El FP es pequeño porque en la red eléctrica se han instalado aparatos que producen cargas inductivas grandes.

Aparatos que producen cargas inductivas :

- Motores de inducción
- Lámparas fluorescentes
- Aire acondicionado
- Refrigeradores
- Compresores de aire
- Máquinas de soldar.
- Bobinas u otros aparatos de switcheo



$\theta=30^\circ$, FP=0.86 - Mal aprovechamiento -



$\theta=0^\circ$, FP=1.0 - Excelente -

Figura 5.3 Dos gráficas con diferente ángulo de fasamiento

Armónicos

Son series de senos y cosenos que se obtienen al aplicar a una señal distorsionada la Serie de Fourier

Potencia aparente

Es el producto del voltaje y corriente cuando estas no se encuentran en fase, lo cual indica que cantidad de potencia se tiene o se puede llegar a tener.

$$P_{ap} = V_{ef} I_{ef}$$

Potencia activa (real)

Es la potencia que realmente consume un circuito o disponible para realizar un trabajo

$$P_{act} = V_{ef} I_{ef} \cos\theta$$

Potencia reactiva

Es la potencia que se regresa a la línea y esta circula entre el generador y la carga que no se aprovecha.

$$P_{react} = V_{ef} I_{ef} \sin\theta$$

Distorsión

Es una onda no senoidal que puede ser representada con la suma a la onda fundamental de una serie de armónicos, en la Figura 5.4 se muestra una señal senoidal y otra no senoidal (Distorsionada).

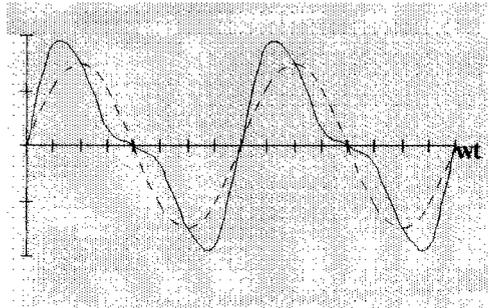


Figura 5.4 Se muestra una onda senoidal y una señal distorsionada



6. Apoyo matemático

6.1 SERIES DE FOURIER

6.1.1 INTRODUCCIÓN

Los cálculos con funciones periódicas senoidales son bastante fáciles, ya que bastan los métodos fasoriales para realizarlos, pero a funciones periódicas no senoidales no se les puede aplicar este método. En esta situación se puede aplicar las series de Fourier. Ocurre algo similar para trabajar con funciones que representan a un conjunto de puntos-datos que no tienen necesariamente representación analítica alguna (no senoidales). Se representan en términos senoidales y entonces se puede usar los fasores. La técnica que se emplea fue usada primeramente por el francés Jean Buptiste Joseph Fourier en el año de 1822, (matemático y físico 1768 - 1880). Las limitaciones del método fasorial se pueden ver cuando hay ondas que no son senoidales como por ejemplo:

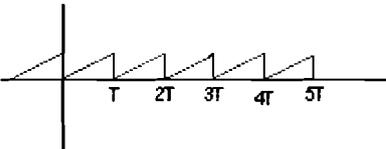
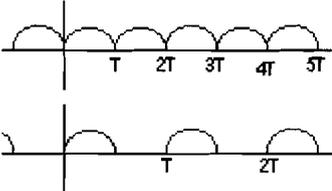
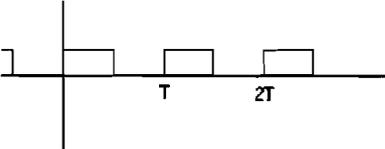
<i>Señal</i>	<i>Uso</i>	<i>Gráfica</i>
Dientes de sierra	Es la generadora de barrido que controla al haz de electrones en un osciloscopio de rayos catódicos	
Senoidal rectificada	Para convertir la corriente alterna en corriente directa pulsante.	
Cuadrado	Se puede usar como reloj	

Tabla 6.1. Ejemplo de ondas no senoidales

6.1.2 FORMA TRIGONOMETRICA DE LAS SERIES DE FOURIER

Todas las ondas que se muestran en la Tabla 6.1, tienen en común que: cada una es una función de tiempo $f(t)$, periódica con tiempo T .

Entonces se puede definir a un periodo como el valor mínimo de tiempo que cumple con

$$f(t \pm T) = f(t)$$

y es el tiempo que separa los valores recurrentes de la cantidad alterna y al tiempo que separa a los valores recurrentes se conoce como T .

Basados en la periodicidad de $f(t)$ podemos escribir

$$f(t) = f(t + nT) \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 4, \dots$$

En la Figura 6.1 se muestra una función periódica.

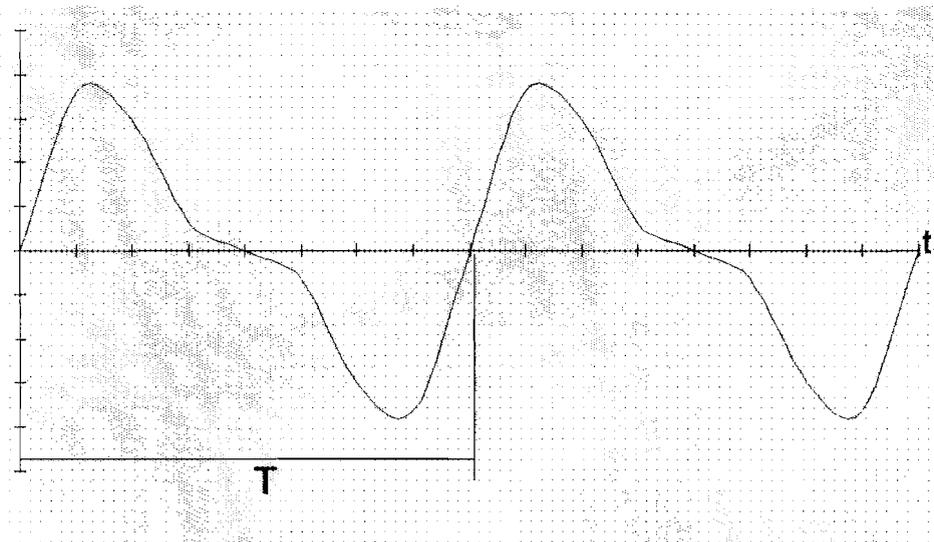


Figura 6.1 Onda no senoidal periódica. Con periodo de tiempo T .

Si $f(t)$ satisface un conjunto de condiciones, denominadas condiciones de Dirichlet, puede ser representada por una serie infinita de senoidales

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + a_1 \cos \omega_0 t + a_2 \cos 2\omega_0 t + \dots$$

$$+b_1 \text{Sen} \omega_0 t + b_2 \text{Sen} 2\omega_0 t + \dots$$

o en forma reducida

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \text{Cos} n\omega_0 t + b_n \text{Sen} n\omega_0 t)$$

donde

$$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}, \quad a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt, \quad b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin(n\omega_0 t) dt$$

Los coeficientes a y b se denominan coeficientes de Fourier y dependen de $f(t)$

Las condiciones de Dirichlet establecen

- La función $f(t)$ tiene un número finito de discontinuidades finitas en un periodo
- La función $f(t)$ tiene un número finito de máximos y mínimos en el periodo
- La integral del valor absoluto de $f(t)$ en un periodo es finita es decir

$$\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |f(t)| dt = \text{finita} < \infty$$

Se dice que una función $f(t)$ es continua por tramos en el intervalo finito $(-T/2, T/2)$ si satisface las condiciones (a) y (b).

Las condiciones anteriores tienen valor teórico, ya que todas las funciones prácticas las cumplen. Por ejemplo la función

$$f(t) = \text{Sen} \frac{1}{t}$$

en un periodo $[0, T]$

cualquier no satisface la segunda condición.

Por lo tanto, una onda no senoidal, que no tiene representación fasorial, se puede representar como una serie de senoidales, cada una de las cuales si tiene representación fasorial.

Para calcular los coeficientes de Fourier se usan las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt \\ &= \frac{1}{N} \left[\frac{1}{2} (f(0) \cos(0) + f(N) \cos(n\omega_0 \Delta t)) + \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \cos(n\omega_0 k \Delta t) \right] \\ &= \frac{1}{N} \left[\frac{1}{2} (f(0) + f(N)) + \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \cos(n\omega_0 k \Delta t) \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_n &= \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \operatorname{sen}(n\omega_0 t) dt \\ &= \frac{1}{N} \left[\frac{1}{2} (f(0) \operatorname{sen}(0) + f(N) \operatorname{sen}(n\omega_0 \Delta t)) + \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \operatorname{sen}(n\omega_0 k \Delta t) \right] \\ &= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \operatorname{sen}(n\omega_0 k \Delta t) \end{aligned}$$

donde n es el número de armónicas con las que se desea trabajar.

El término $a_n \operatorname{Cos} n\omega_0 t + b_n \operatorname{Sen} n\omega_0 t$ se denomina n -ésima armónica. El caso $n=1$ es la primera armónica con frecuencia ω_0 .

Funciones ortogonales

Un conjunto de funciones $\phi_k(t)$ es ortogonal en un intervalo $a < t < b$ si para dos funciones cualesquiera $\phi_m(t)$ y $\phi_n(t)$ pertenecientes al conjunto $\phi_k(t)$ cumple

$$\int_a^b \phi_m(t) \phi_n(t) dt = \begin{cases} 0 & \text{para } m \neq n \\ m & \text{para } m = n \end{cases}$$

A modo de ejemplificar lo anterior obtengamos las series de Fourier para la onda dientes de sierra de la Figura 6.2 dada por

$$f(t) = t \quad -\pi < t < \pi$$

$$f(t + \pi\pi) = f(t)$$

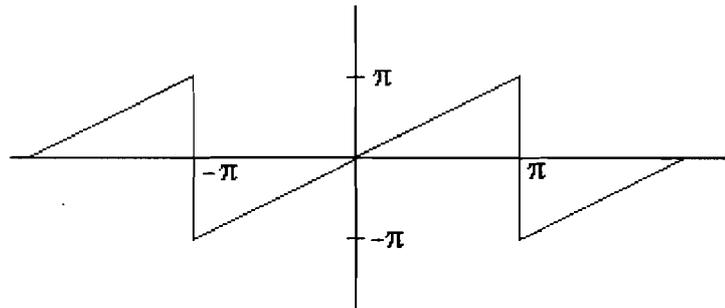


Figura 6.2 Onda dientes de sierra

puesto que $T=2\pi$, tenemos que $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = 1$. Si elegimos $t_0 = -\pi$, entonces de la ecuación

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} f(t) \cos n\omega_0 t dt \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

para $n=0$ nos da

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} t dt = 0$$

para $n=1, 2, 3, \dots$, tenemos

$$\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} t \cos nt dt \\ &= \frac{1}{n^2\pi} (\cos nt + nt \operatorname{Sen} nt) \Big|_{-\pi}^{\pi} \\ &= 0 \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned}
 b_n &= \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} t \operatorname{Sen}nt \, dt \\
 &= \frac{1}{n^2 \pi} (\operatorname{Sen}nt + nt \operatorname{Cos}nt) \Big|_{-\pi}^{\pi} = -\frac{2 \operatorname{Cos}n\pi}{n} \\
 &= \frac{2(-1)^{n+1}}{n}
 \end{aligned}$$

el caso $n=0$ debe ser considerado separadamente por la aparición de n^2 en el denominador el caso general. Además, puesto que $\frac{a_0}{2}$ es el valor promedio de la dientes de sierra sobre un periodo, por inspección de la Figura 6.2 podemos ver que $a_0=0$

De nuestros resultados las series de Fourier para la onda dientes de sierra es

$$f(t) = 2 \left(\frac{\operatorname{Sen}t}{1} - \frac{\operatorname{Sen}2t}{2} + \frac{\operatorname{Sen}3t}{3} - \dots \right) \quad [5]$$

La armónica fundamental, así como la segunda, tercera y quinta aparecen dibujadas sobre un periodo en la Figura 6.3

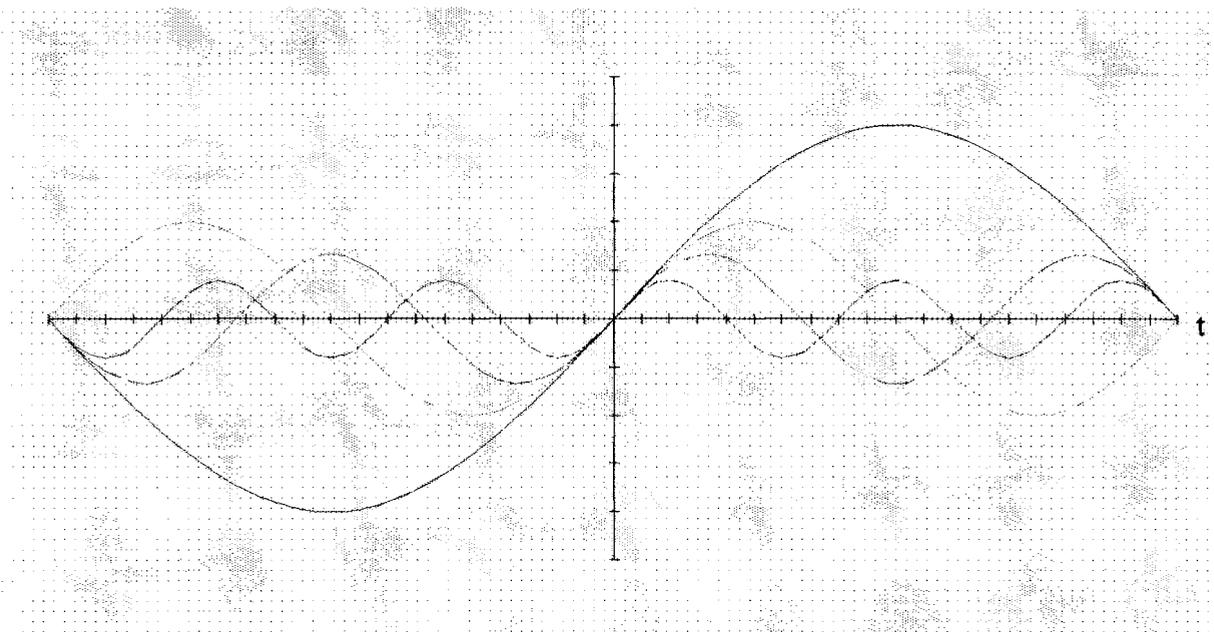


Figura 6.3 Cuatro armónicas de la ecuación [5]

Si se toma un número suficiente de términos en la ecuación [5] puede hacerse que la serie aproximen a $f(t)$ de forma muy cercana. Por ejemplo, en la Figura 6.4 se suman las primeras 12 armónicas y se gráfica el resultado.

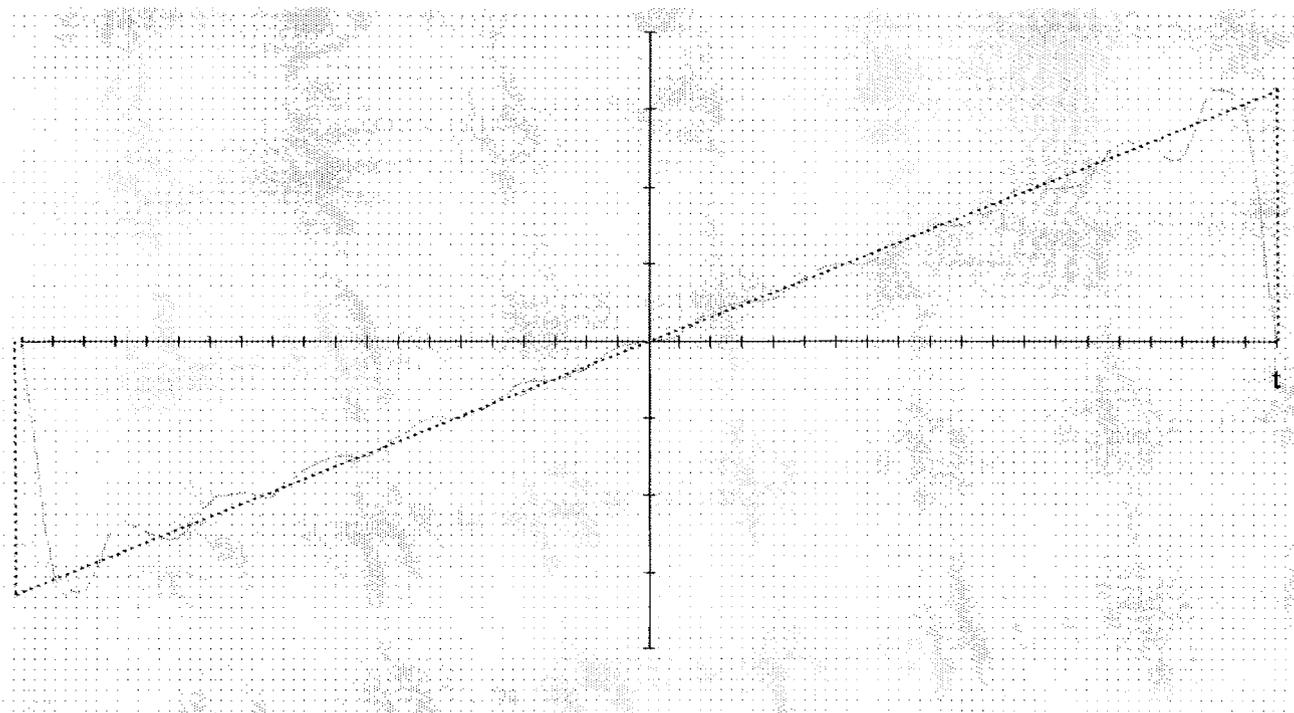


Figura 6.4 Suma de las 12 primeras armónicas

6.2 INTERPOLACIÓN DE LANGRANGE

La fórmula de interpolación de Lagrange se aplica a funciones tabulares con valores de x que no son equidistantes, como se define en la Tabla 6.2 y representada por la curva continua en la Figura 6.5.

X_i	Y_i
X_1	Y_1
X_2	Y_2
X_3	Y_3
...	...
...	...
X_n	Y_n

Tabla 6.2. Función tabulada con valores de X no equidistantes

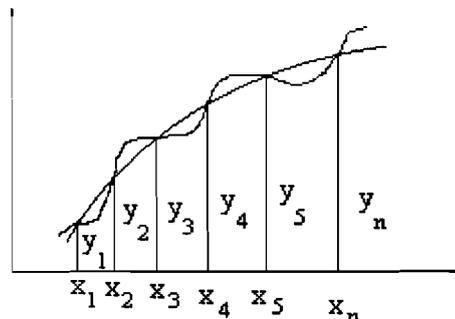


Figura 6.5 Aproximación polinomial con incrementos variables

La fórmula de interpolación de Lagrange es la siguiente:

$$Y = \frac{(X - X_2)(X - X_3)(X - X_4) \wedge (X - X_n)}{(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)(X_1 - X_4) \wedge (X_1 - X_n)} Y_1 +$$

$$+ \frac{(X - X_1)(X - X_3)(X - X_4) \wedge (X - X_n)}{(X_2 - X_1)(X_2 - X_3)(X_2 - X_4) \wedge (X_2 - X_n)} Y_2 +$$

$$\begin{aligned}
 &+ \frac{(X - X_1)(X - X_2)(X - X_4) \Lambda (X - X_n)}{(X_3 - X_1)(X_3 - X_2)(X_3 - X_4) \Lambda (X_3 - X_n)} Y_3 + \Lambda + \\
 &+ \frac{(X - X_1)(X - X_2)(X - X_3) \Lambda (X - X_n)}{(X_n - X_1)(X_n - X_2)(X_n - X_4) \Lambda (X_n - X_{n-1})} Y_n
 \end{aligned}$$

En estas $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), (X_3, Y_3) \Lambda (X_n, Y_n$ las coordenadas de los puntos que definen la función tabular y y es el valor de la función para un valor dado de x .

Para ejemplificar el uso de la formula se cita el siguiente ejemplo:

Encontrar el valor de Y para $X=2$, dado el siguiente conjunto de puntos que se ilustra en la Tabla 6.3.

X	Y
0	2
1	3
4	18
6	38

Tabla 6.3 Conjunto de puntos para el calculo de y

Teniendo cuatro puntos en este ejemplo, la formula de interpolación de Lagrange se reduce a :

$$\begin{aligned}
 Y = & \frac{(X - X_2)(X - X_3)(X - X_4)}{(X_1 - X_2)(X_1 - X_3)(X_1 - X_4)} Y_1 + \\
 & + \frac{(X - X_1)(X - X_3)(X - X_4)}{(X_2 - X_1)(X_2 - X_3)(X_2 - X_4)} Y_2 + \\
 & + \frac{(X - X_1)(X - X_2)(X - X_4)}{(X_3 - X_1)(X_3 - X_2)(X_3 - X_4)} Y_3 + \\
 & + \frac{(X - X_1)(X - X_2)(X - X_3)}{(X_4 - X_1)(X_4 - X_2)(X_4 - X_3)} Y_4
 \end{aligned}$$

Sustituyendo los valores de la Tabla 6.3 se obtiene

$$\begin{aligned} Y &= \frac{(2-1)(2-4)(2-6)}{(0-1)(0-4)(0-6)} 2 + \\ &+ \frac{(2-0)(2-4)(2-6)}{(1-0)(1-4)(1-6)} 3 + \\ &+ \frac{(2-0)(2-1)(2-2)}{(4-0)(4-1)(4-6)} 18 + \\ &+ \frac{(2-0)(2-1)(2-4)}{(6-0)(6-1)(6-4)} 38 = 6 \end{aligned}$$

entonces, para $X=2$, $Y=6$.



III. Desarrollo





7. Componentes del sistema

7.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describirán todos los componentes que integran al sistema, para ello se hará uso de valores para poder ejemplificar su uso.

Algunos componentes, la mayoría de ellos son de aspecto visible, pero no se puede dejar de hablar de la interrupción que fue la que permitió que se tuviera una mejor comunicación con la computadora, al finalizar cada descripción de las herramientas se presenta un diagrama donde se representa el uso de cada una de estas.

El diseño de cada herramienta se hizo pensando en que en un momento dado se pueda hacer una combinación de todas las herramientas en una sola pantalla.

Cada herramienta se le asignó una unidad o módulo a nivel de programación, debido a que se pretende que estas herramientas se puedan usar en proyectos futuros. Todo esto para obtener un aprovechamiento de la experiencia obtenida así como el código se pueda usar en dichos proyectos.

En cada módulo tiene sus interfaz pública como privada. La interfaz pública se describe en una forma general en este capítulo. Los privados se encuentran en la unidad o módulo correspondiente con una breve explicación de su función.

Cabe destacar que hay herramientas que no se comprenden en el trabajo, debido a que todavía se están analizando, para un crecimiento del software.

7.2 MEDIDOR

7.2.1 INTRODUCCIÓN

A continuación se describe una herramienta la cual tiene la apariencia de un medidor analógico clásico, lo que da la oportunidad de visualizar la información tanto en forma analógica como digital.

En la Figura 7.1 se observa el diseño que se tiene para esta herramienta, que dependiendo de los datos o la información que contenga se puede llamar regulador o medidor.

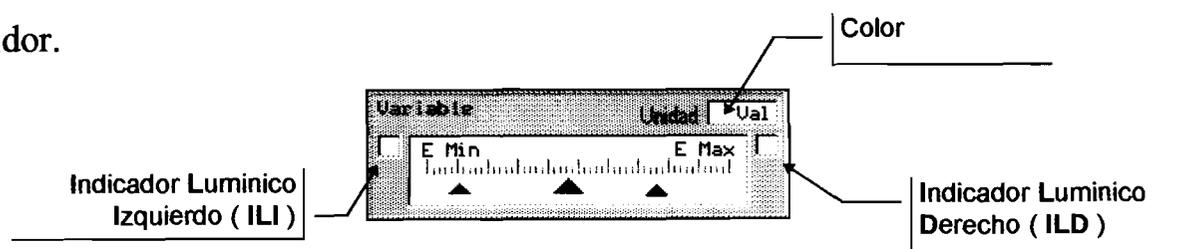


Fig. 7.1 Diseño de un medidor.

El diseño de este medidor se creó para darle la apariencia más cercana a un medidor real.

Descripción de los elementos

Variable

Muestra el título o nombre con el que el medidor se identifica.

Unidad

Indica la unidad en que es medida la variable

Val

Aquí se despliega el valor de la variable que se esta midiendo en forma digital.

Color

El color del fondo del área de trabajo representa también como una forma de identificar a la variable, no sólo por su nombre si no que también por su color.

E Min

Muestra el valor mínimo de la escala

E Max

Muestra el valor máximo de la escala

Indicador luminico

Los indicadores luminicos permiten visualizar el sobrepaso de los limites de las escalas. Indicador luminico izquierdo para la escala mínima y el indicador luminica derecho para la escala máxima.

Flecha azul

Muestra el valor analógicamente del valor mínimo permisible

Flecha roja

Despliega el valor analógico del valor máximo permisible.

Flecha negra

Muestra analógicamente el valor que esta captando en ese momento el medidor.

7.2.2 FUNCIONAMIENTO

Primeramente se le asignan los datos con los cuales se va a trabajar. Estos valores se le asignarán para poder ilustrar el funcionamiento del medidor.

En la Tabla 7.1 se ilustran los datos con los que se inicializa el medidor.

Concepto	Representado por	Valor
Variable que representa	Variable	Temperatura
Unidad en que es medida la señal	Unidad	Grado
Valor captado en ese instante	Val	50
Color que identifica la variable	Color	Azul
Escala mínima	E Min	0
Escala máxima	E Max	100
Máximo permitido	Flecha roja	80
Mínimo permitido	Flecha azul	30

Tabla 7.1 Valores iniciales de un medidor

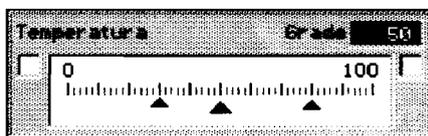


Figura. 7.2 Apariencia de un medidor con los valores con los que trabajará.

En la Figura 7.2 se observa al medidor ya con los datos que le fueron asignados previamente, lo importante de esta figura es que muestra los valores mínimo y máximo permitidos para la escala, que en este caso son 30 y 80 respectivamente. El valor captado en ese momento es 50 como se puede ver en la esquina superior derecha.

Primeramente se desplegará la parte fija del medidor, que es como se observó en la Figura. 7.2, sólo que la flecha de la señal captada no aparece (Negra), debido a que en este momento todavía no es el momento para percibir la señal.

Cuando se tiene la parte fija, lo que procede hacer es recibir la señal, la que será representada por la flecha negra. Ésta tendrá un movimiento dentro del rango de la escala, su presentación siempre se actualizará siempre que reciba un nuevo valor.

Los indicadores luminicos situados a los extremos del medidor permanecen en blanco indicando que el valor que fue captado, está entre los límites permisibles.

En la Figura 7.2 se recibió una señal con valor de 50 grados y así permanecerá por el tiempo que se haya establecido para volver a tomar de nuevo ésta. Cuando el tiempo transcurra se actualizará la posición de la flecha negra.

7.2.3 INDICADORES LUMINICOS

Los indicadores luminicos entran en funcionamiento cuando el valor captado esta fuera del rango permitido. Este rango esta dado por los valores que representan la flecha azul y roja.

En la Figura 7.3 se observa el sobrepaso del limite superior.

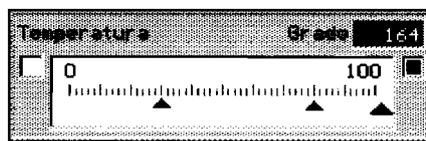


Figura. 7.3 Sobrepaso del limite superior (Flecha roja)

En la Figura. 7.3 se observan dos casos importantes, uno de los cuales ya se indicó, que se refiere al sobrepaso del limite superior. Como se observa el ILD se activa o sea cambia de color blanco a rojo, pero la otra situación a la que se refiere es la flecha que indica el valor captado (flecha negra) está fuera de la escala lo que a su vez indica que la señal captada esta por encima de la escala máxima.

El ILI se activa (cambia a color azul) cuando la señal captada es menor del mínimo permisible y si la señal también es menor a la escala mínima la flecha se pondrá de lado izquierdo fuera de la escala, con estas reacciones se estarán indicando que la señal recibida esta fuera del limite de la escala inferior.

7.2.4 ZOOM

Es una característica de los medidores. Ésta consiste en poder ampliar los límites de la escala mínima como de la escala máxima.

Esto se puede interpretar como una ampliación de los valores de las escalas. Estos cambios que ocurren con las escalas es de la siguiente forma: cambio de escala al cincuenta por ciento ($1/2$), a un veinte por ciento ($1/5$) y un diez por ciento ($1/10$). Lo anterior se ejemplifica con los siguientes valores, la escala mínima es igual a cero y la escala máxima igual a cien, todas las escalas iniciaran en el valor cero :

Escala original	Escala %	Escala resultante
0-100	50	0 - 50, 50 - 100
0-100	20	0 - 20, 40 - 60
0-100	10	0 - 10 , 90- 100

Tabla 7.2 Ejemplo de la transformación o cambio de escala

la escala se seleccionara de acuerdo a las necesidades o a la voluntad del usuario.

Trabajando con el zoom

Cuando se empieza a trabajar con un medidor se inicia con la escala original, en el ejemplo que se cita mas adelante los valores de la escala es de 0 a 100, el valor de la señal captada es de 10, en la Figura 7.4 se observa un medidor con la escala original.

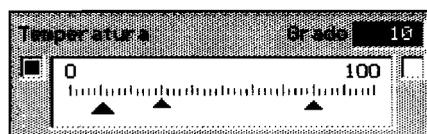


Figura 7.4 Funcionamiento de un medidor con la escala original

Para activar el zoom se debe seleccionar el porcentaje con el cual se va a trabajar, en la Figura 7.5 se seleccionó el 50%, de allí que aparece una línea que cubre la mitad de la escala. Esta línea se puede mover en todo el ancho de la escala para seleccionar el rango que se necesite.

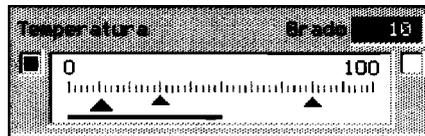


Figura 7.5 Medidor, barra que permite seleccionar las nuevas escalas.

El rango que se seleccionó inicia en el valor cero y termina en el 50.

Después de la selección del zoom que se le aplicará al medidor siendo en este caso del 50% se ven las modificaciones que tendrá éste en la Figura 7.6.

Cambios que tiene un medidor después de la activación del zoom

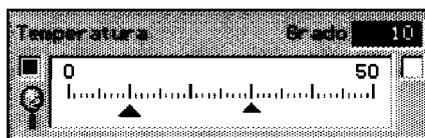


Figura. 7.6 Cambios del medidor después de la activación del zoom

1. En la esquina inferior izquierda aparece un pequeño dibujo el cual indica que el zoom ha sido activado.
2. El valor de las escalas cambia, pasando a ser la máxima de 50 y la mínima de 0. La mínima no cambia debido a que se seleccionó que aquí iniciara la escala.

3. El rango que se desee observar si abarca algún límite permisible, éste también sufrirá una alteración en su posición. En la Figura 7.6 se ve el cambio del límite inferior permitido.
4. El dibujo de la escala también sufre una modificación, en el sentido en que anteriormente se tenía la escala con diez separaciones principalmente (línea negra). Nótese en el cambio de color de las líneas, el valor de las líneas negras es de diez y las líneas de color aguamarina es de dos.

En la nueva escala las líneas de color negro también tienen un valor de diez sólo que ahora aparecen nada más cinco, y también se observan líneas de color azul y estas están situadas entre dos líneas negras indicando en este ejemplo que tienen un valor de cinco entre una negra y una azul y cada una de las líneas de color aguamarina tienen un valor de uno. Todos estos cambios son para poder permitir una mejor lectura del dato señal que se está captando.

Esta característica es importante debido a que en los medidores se le puede asignar un valor de escala, que en el momento de la medición quede muy abierto y el movimiento de la flecha negra que indica la señal captada sea mínimo y por consiguiente el movimiento de ésta no sea muy notorio. Con la aplicación del zoom se puede resolver esta situación.

7.2.5 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

MedInicio

Recibe los datos de inicio de cada medidor y los asigna a una variable.

MedDibuja

Este procedimiento recibe un conjunto de datos de los medidores, por lo que lleva acabo el dibujo de cada uno de ellos, recibe los datos que se le asignaron a cada medidor como se puede ver en la Figura 7.7.

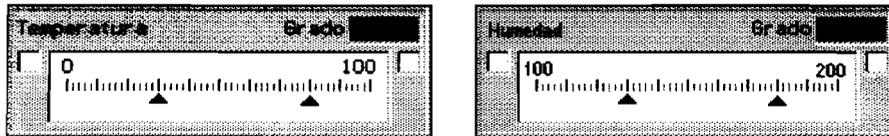


Figura 7.7 Resultado de ejecutar procedimiento MedDibuja

MedBorraFlechaSenal

Este procedimiento borra la flecha que representa la señal captada, la primera vez este procedimiento no borra dicha flecha, porque aun no asido pintada, como se puede ver en la Figura 7.7.

MedPintaFlechaSenal

Dibuja la flecha que representa la señal captada (flecha negra)

MedBorraFlechaMinPer

Este procedimiento borra la flecha que indica el mínimo permitido (flecha azul), esto es solo cuando no es visible por haber cambiado de escala

MedPintaFlechaMinPer

Pinta la flecha que representa el valor mínimo permitido (Flecha azul)

MedBorraFlechaMaxPer

La función de este procedimiento es borrar la flecha que indica el máximo permitido (flecha roja), pero esto solo ocurre cuando se aplica el zoom y este valor no puede ser visible.

MedPintaFlechaMaxPer

Dibuja la flecha que representa el valor máximo permitido, el cual es representado por la flecha roja.

Ejemplo del uso de la herramienta

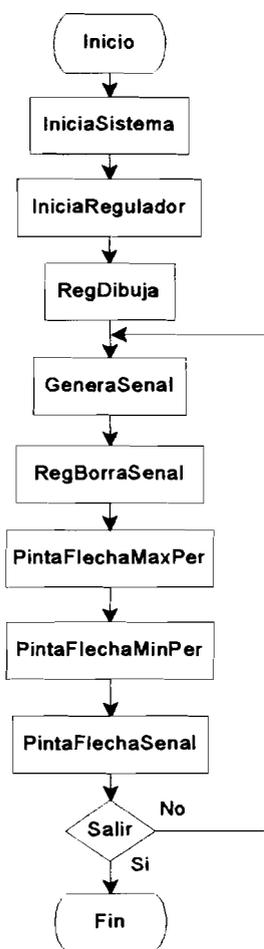


Figura 7.8 Diagrama que ejemplifica el uso de la herramienta

IniciaSistema

Es un procedimiento que inicia los valores de las variables con las que trabajara

IniciaMedidores

Es un procedimiento creado para iniciar una lista de medidores, y es aquí donde se llama al procedimiento MedInicio.

MedidorDibuja

Asigna las variables a cada medidor y con todos los datos necesarios del medidor se procede a dibujarlo.

7.3 REGISTRADOR

7.3.1 INTRODUCCIÓN

El Registrador es una herramienta que tiene como objetivo mostrar gráficamente el comportamiento de las variables que se hayan seleccionado para el proyecto y mostrar la hora en que fueron tomados los valores.

En la Figura 7.9 se ilustran los elementos básicos del Registrador.

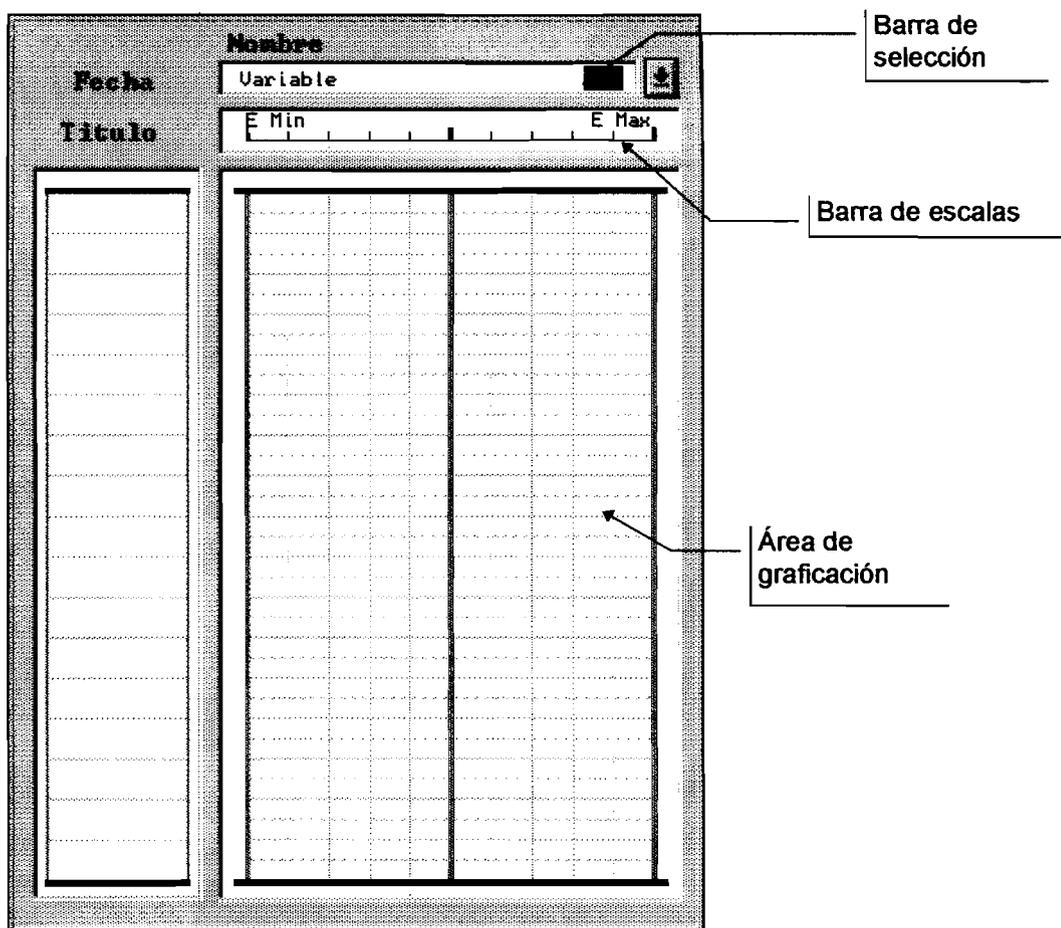


Figura. 7.9 Elementos de un Registrador

Descripción de los elementos

Barra de selección

Muestra el nombre de la variable y el color de ésta. Esto sirve para saber a quien corresponde la escala mínima y la escala máxima activadas. Se acompaña de un botón que permite el cambio de variables, cuando existe más de una variable asignada a este Registrador.

Barra de escalas

Despliega el valor digital de la escala mínima y máxima. La escala esta dibujada con el color correspondiente a la variable que ha sido activada en la barra de selección.

Área de graficación

Esta área muestra el historial de medición de las variables que han sido asignadas al Registrador. Las gráficas que muestran el comportamiento de las variables son en forma de líneas.

Columnas

Aquí en estas columnas se muestran en números los valores de la hora en que fue captada la señal. Además brindan la posibilidad de mostrar los valores digitales de la señal, para que esta tengan una mayor comprensión, si el usuario lo desea.

Fecha

En esta posición aparece la fecha en que se realizó la medición de la señal.

Títulos

Aquí aparece el título de las variables. Siempre mostrará la hora por ser un elemento básico. Cuando se tenga que agregar más columnas,

aparecerán como títulos la unidad de medida correspondiente a la variable que fue asignada a cada columna.

7.3.2 FUNCIONAMIENTO

Para poder trabajar con un Registrador previamente se debe seleccionar las variables con las cuales va a trabajar. Para poder describir el comportamiento del Registrador, se hace la declaración de tres variables. Y en la Tabla 7.3 se proporcionan los datos de cada una de ellas.

	Variables		
Nombre	Temperatura	Humedad	Vel viento
Esc. mínima	0	100	0
Esc. Máxima	100	200	1000
Unidad	Grados	Grados	Mts / seg.
Color	Azul	Rojo	Verde

Tabla 7.3. Datos para el funcionamiento del registrador

En la Figura 7.10 se observan los valores que tiene la barra de selección. Aquí aparece que la variable activada en este momento corresponde a la temperatura. En la barra de escalas están indicadas los valores de las escalas correspondientes a esta variable y el color de ésta.

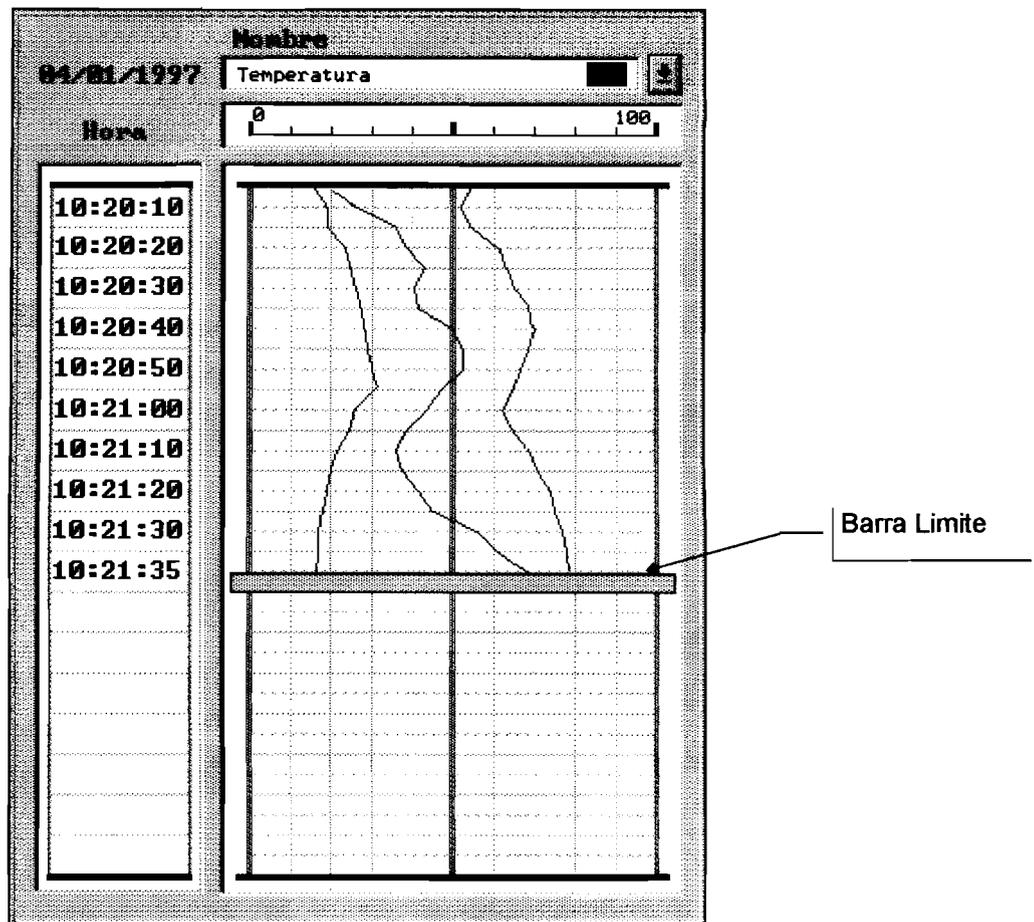


Figura. 7.10 Despliegue de un Registrador

En el área de graficación se ve el comportamiento que han tenido las variables que se asignaron a este Registrador. Como ya se mencionó la primera columna de un Registrador es la que indica el tiempo (hora), que muestra la hora en que fue captada la señal de cada una de las variables.

Otra característica a considerar consiste en que el área de graficación esta dividida por renglones, como se puede ver en la Figura. 7.11. Cada renglón esta delimitado por las líneas grises continuas. Cada renglón puede tener subdivisiones (Líneas punteadas), en el caso de la Figura. 7.11 sólo se manejan dos divisiones. Estas divisiones tienen como objetivo mostrar valores intermedios con respecto a la hora que se muestra en la columna de tiempo.

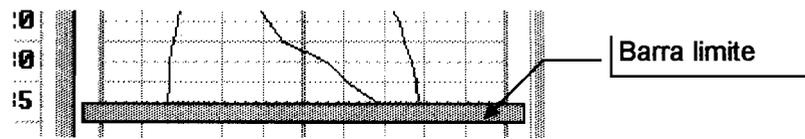


Figura. 7.11 Renglón del Registrador

Al arrancar el funcionamiento del Registrador aparece una barra a la cual se le nombró barra limite. El objetivo de ésta es indicar el punto se esta graficando sobre el área de graficación.

7.3.3 TRABAJANDO CON MÁS DE UNA COLUMNA

Cuando se desea tener el comportamiento de las variables por un lapso de tiempo es bueno contar con un Registrador. La descripción anterior maneja los datos de una forma gráfica, lo que permite que la presentación de los resultados sea mostrada en forma proporcional a la escala de acuerdo a los valores de las escalas mínimas y máximas de cada variable. Por tanto si no se tiene el debido cuidado se pueden cometer errores al interpretar los valores.

Para cubrir en forma más precisa el comportamiento de las variables se pueden mostrar los valores digitales de las señales que se han cubierto por un periodo de tiempo. Para ello se tendrá que contar con más de una columna.

En el ejemplo que se maneja cuenta con tres variables y se pide que a cada variable se le asigne una columna para poder ver el comportamiento de las variables en forma digital. Esta es otra forma de presentar los resultados de las señales.

Se debe destacar que las líneas horizontales negras están un poco más largas que las grises. Esta diferencia de tamaño, permite observar si una variable ha sobrepasado sus respectivas escalas.

Para hacer el cambio de escala se presionó el botón de la barra de selección, escogiendo la nueva variable que se desea observar.

7.3.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

IniciaLinea

Este procedimiento inicia las líneas que van a estar comprendidas dentro del registrador. Los valores se inician en cero, y solo se envía el número de la variable que va representarse por esta línea.

RegInicia

Inicia propiamente al registrador, para ello se debió iniciar las líneas que comprenderá este registrador con el procedimiento *IniciaLinea*, en la Tabla 7.4 se listan los valores de inicio.

Concepto	Representado	Valor
Coordenada de inicio	X,Y	
Largo en Y	LarY	
Divisiones	Div	10
Subdivisiones	SubDiv	2
Longitud de escala	LonEsc	300
Número máximo de líneas	NumMaxLin	6
Número de columnas a desplegar	NumCol	1
Línea que se desplegara al inicio	LinAct	1

Tabla 7.4 Muestra un ejemplo de los valores que se deben asignar a esta herramienta y en que variable se asigna

RegDibuja

La función de este procedimiento es dibujar la parte fija del registrador, ya con todos los datos previamente inicializados.

CalculaPunto

Calcula los puntos de acuerdo al valor recibido para cada línea, los cálculos los realiza para todas las líneas de cada registrador.

LineaLimite

Pinta el rastro de todas las líneas de cada registrador y mueve a una nueva posición a la barra limite del registrador.

SellinReg

Selecciona una nueva línea para poder ver su variable y escala asignada a la línea.

MueveBarra

Este procedimiento mueve la barra de selección, dentro del menú que se abre para cambiar de línea o variable

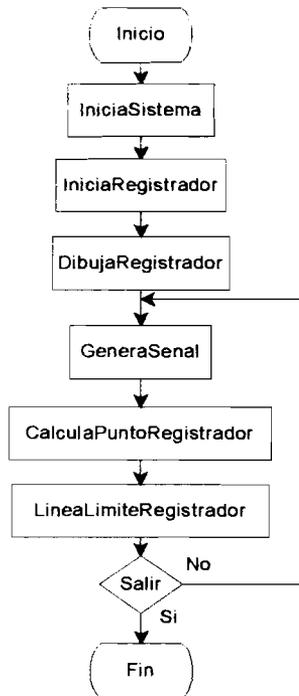


Figura 7.13 Diagrama que ejemplifica el uso de la herramienta

IniciaSistema

Procedimiento que inicia los valores de las variables con las que trabajará.

IniciaRegistrador

Es un procedimiento creado para iniciar las líneas que van a depender de cada registrador, e inicia los datos propios del registrador. Aquí se llama a los procedimientos IniciaLinea, tantas veces como líneas tenga el registrador y por ultimo el RegInicia, que es el procedimiento que inicia las variables del registrador.

7.4 GRAFICADOR

7.4.1 INTRODUCCIÓN

Es una herramienta que permite visualizar los resultados de los datos en forma de curvas, por ser este el que permite ver de manera más natural la forma de la señal la cual es captada en el momento.

El proyecto trabaja con señales que al inicio de su recepción son senoidales, por lo que dicha herramienta es la ideal para representar la señal con la que se trabaja sin importar que esta ya no sea una senoidal puro.

Esta herramienta cuenta con las siguientes propiedades importantes, en la Tabla 7.5 se listan estas propiedades.

- Graficar más de una serie de valores
- Cambiar el tamaño de la herramienta
- Cambiar de posición

Tabla 7.5. Propiedades del graficador

Descripción de los elementos

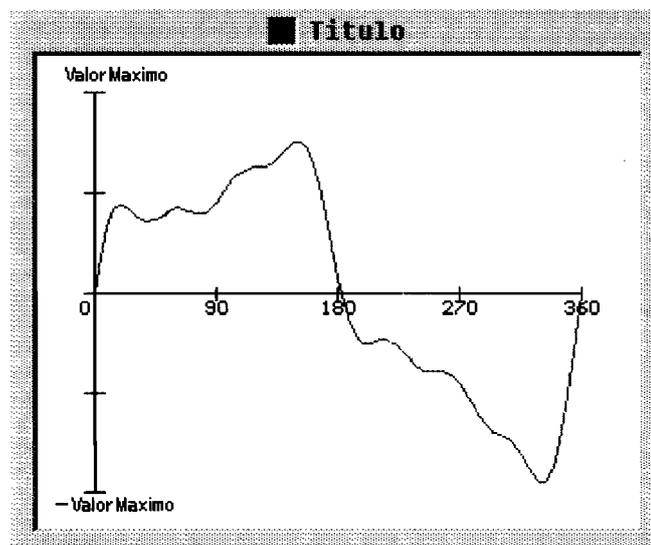


Figura 7.14 Elementos del graficador.

Ejes

Son las líneas que dan la pauta para poder leer o interpretar los valores de la señal que en el momento fue captada.

ValorMaximo

Aquí se visualiza el valor máximo con el cual se graficán los valores, este dato se obtiene de recibir el número más grande de las series que se vayan a graficar y a este se le aplican un conjunto de operaciones para que el valor pueda ser el más propicio para su lectura.

Curvas

Son propiamente la representación gráfica de los valores que se desean representar, y estas tienen un color de identificación.

Titulo

Este elemento permite visualizar el titulo de la serie que representa y este se asocia a la curva con el titulo por medio del cuadro de color que tiene y el color de la curva.

ZonaAjuste

Esta zona es la que permite ajustar los ejes de acuerdo a los datos que se hayan proporcionado al inicio.

7.4.2 FUNCIONAMIENTO

Para iniciar el funcionamiento del graficador primeramente se deben iniciar los valores, estos valores corresponden a la coordenada de inicio y el largo tanto en X como en Y , estos números se dan dependiendo de la posición y tamaño que se quiera que se ocupe de la pantalla de la computadora. Otro dato necesario es el valor máximo a graficar, cabe aclarar, que el número máximo se saca de comparar los valores

absolutos de la señal a graficar, es decir no importa si el número más grande es negativo, ya que importa su valor absoluto y no su valor real.

A demás se debe inicializar o indicar los puntos que se desean graficar, por las características del proyecto, todos los graficadores graficarán el mismo número de puntos sin importar el tamaño del graficador. Por lo tanto esta variable esta considerado como una constante.

En la Tabla 7.6 se muestran los valores con los que trabaja esta herramienta

Concepto	Representado	Valor
Coordenada de inicio (Valor tanto en X como en Y)	IniX, IniY	50,125
Largo de la gráfica sobre el eje X	LarX	550
Largo de la gráfica sobre el eje Y	LarY	250
Número de puntos a graficar	PuntosAGraficar	140

Tabla 7.6. Valores de inicio del graficador

Si se va a graficar más de una serie, se debe tener el número máximo de todas las series.

También a cada serie se le debe asignar el color con el cual se identificaran. Los valores que se deseen graficar deberán de estar listos para su uso, algunas operaciones extras se deberán hacer en un procedimiento especial.

Ya con los datos iniciados y los valores de las series listos para graficar se mandara llamar los procedimientos correspondientes para la realización del trabajo de la herramienta.

7.4.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

FondoGraficador.

Dibuja la parte estática del graficador el cual corresponde al marco y al eje, esto se puede ver en la Figura 7.15.

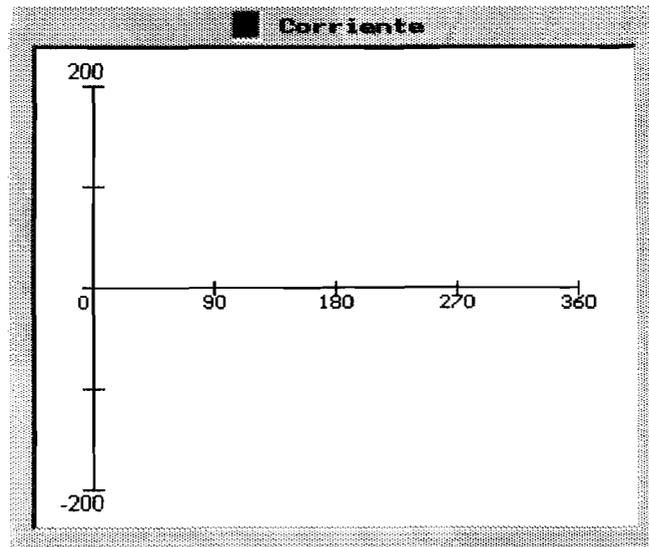


Figura 7.15. Dibujo realizado por el procedimiento FondoGraficador

Este procedimiento efectúa los cálculos de ajuste para obtener el tamaño tanto del eje X como del eje Y . A qui se tiene una zona de ajuste para cada eje. Este procedimiento es llamado una sola vez.

CurvaGraficador

Ya calculado los valores de los ejes, este procedimiento se le envía la serie que va a graficar con su respectivo color. Después de haber llamado al procedimiento FondoGraficador el resultado será el que ilustra la Figura 7.16. Este procedimiento se llamará tantas veces como series se quiera dibujar.

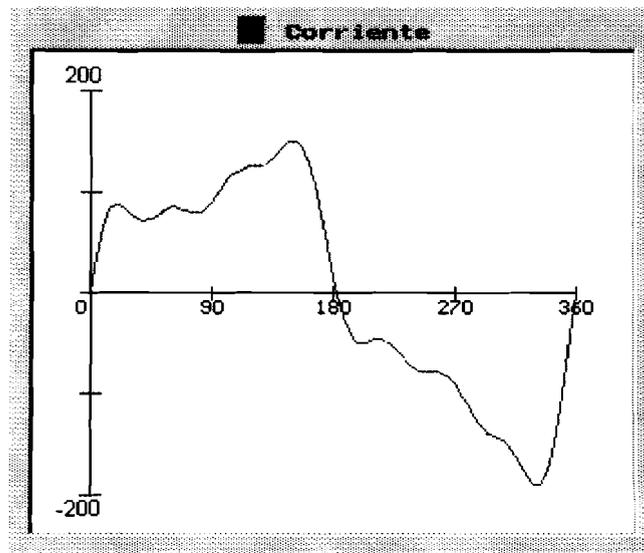


Figura 7.16. Resultado que se obtiene después de llamar a CurvaGraficador

BorraCurvaGraficador

Después de dibujar la serie habrá un momento en el que se desee actualizar los valores desplegados, para ello antes se debe borrar las series dibujadas, y este procedimiento borra las series y solo deja el eje dibujado.

Este procedimiento se coloca inmediatamente después del procedimiento que hace los cálculos a las series. Por ello este procedimiento tiene otra función, la cual consiste en actualizar la escala. Debido a que si la escala anterior es menor al valor máximo de los nuevos valores de las series, el valor máximo de la escala deberá cambiar.

En la Figura 7.17 se muestra un diagrama que ejemplifica el uso de los procedimientos.

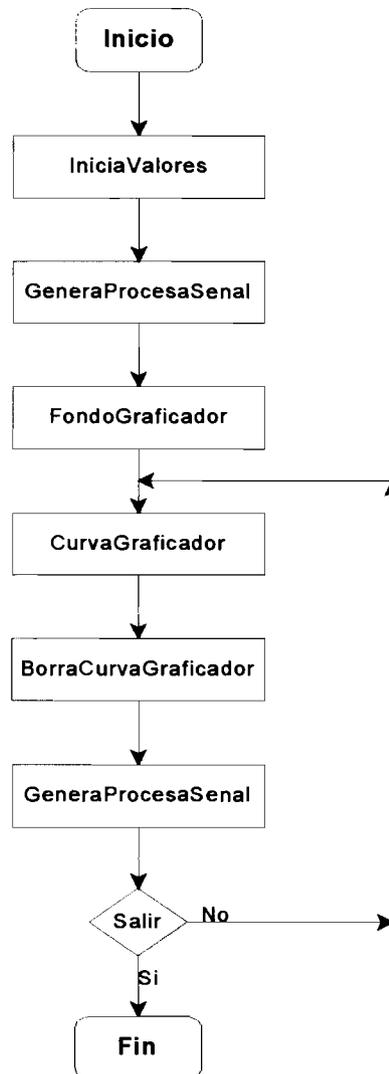


Figura 7.17. Diagrama que ejemplifica el uso de los procedimientos de esta herramienta

El procedimiento `GeneraProcesaSenal`, que se muestra en la Figura 7.17 en éste caso en particular genera y aplica una serie de cálculos a la señal, y la deja lista para su graficación. Este procedimiento se creara para los fines específicos de la aplicación.

7.5 AMPLITUD

7.5.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta herramienta consiste en mostrar los valores en comparación con un valor de referencia. El valor de referencia se considera al más grande de todos aquellos que se quieran representar, y a este se le considera el 100%. El tipo de gráfica para hacer una mejor comparación a simple vista es cuando los valores se presentan en columnas debido a que se presenta la columna el tamaño con respecto al valor graficado, por ello las comparaciones son más sencillas.

Esta herramienta tiene dos formas de presentación las cuales son en forma vertical como horizontal, en la Figura 7.18 se ve estos tipos

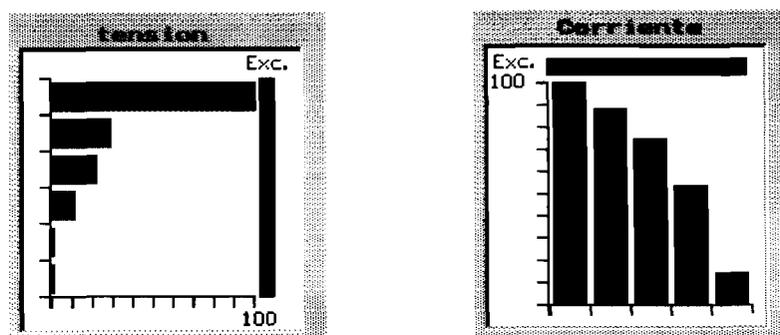


Figura 7.18. Muestra la herramienta Amplitud. A) Horizontal, B) Vertical.

La herramienta de amplitud cuenta con las propiedades que se listan en la Tabla 7.8.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Cambiar el tamaño de la herramienta• Cambiar de posición• Representar los datos en forma horizontal o vertical• Cambiar el porcentaje de presentación de los resultados |
|--|

Tabla 7.8. Propiedades del Amplitud.

Descripción de los elementos

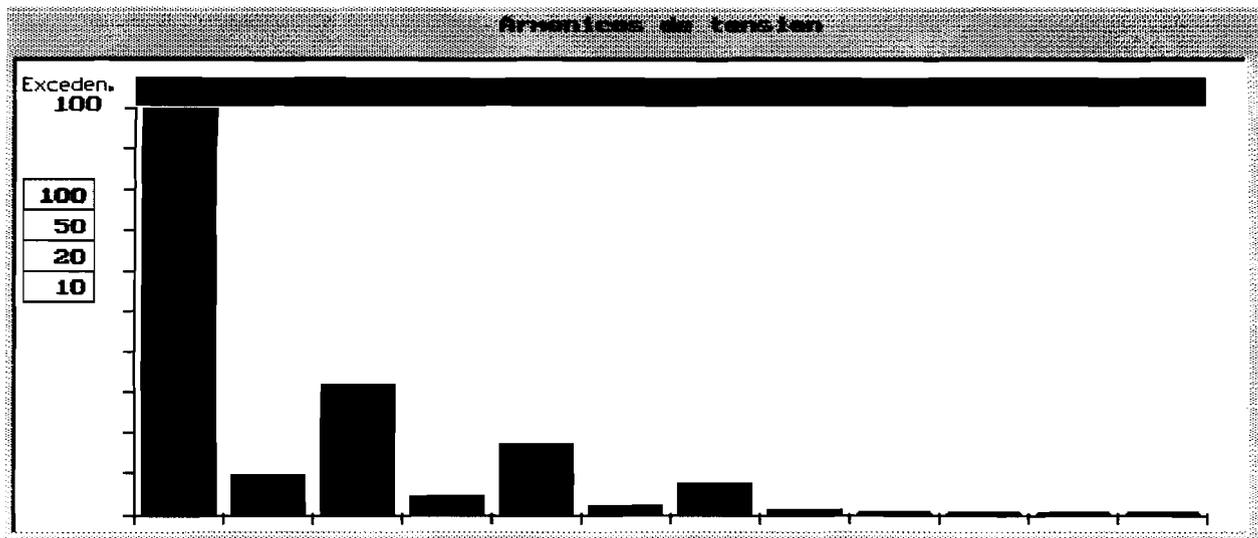


Figura 7.19. Elementos de la herramienta amplitud

Ejes

Son las líneas que sirven como base y para poder hacer al lectura de los valores, debido a que la amplitud se puede representar en dos formas.

PorcentajeSeleccionado

Indica el porcentaje que esta activado en ese momento, y es el que se le aplica a los cálculos para obtener el tamaño de la barra o columna.

Columna

Es la barra que se pinta desde el eje base, hasta el tamaño que le corresponda de acuerdo al valor que representa.

SelecciónPorcentaje

En este cuadro aparecen cuatro números, los cuales son 100, 50, 20 y 10% y estos son los porcentajes que se le pueden aplicar a las columnas. La selección de algún porcentaje se ve reflejado en el elemento PorcentajeSeleccionado.

Titulo

Representa o aclara lo que esta representando en la herramienta.

Excede

Esta zona esta de rojo, para indicar cuando el valor esta fuera del porcentaje aplicado en ese momento, por lo tanto esta zona se activa cuando hay un cambio de porcentaje.

7.5.2 FUNCIONAMIENTO

Para que inicie a trabajar esta herramienta, primeramente se deberá de iniciar los valores correspondientes a esta herramienta, los cuales consisten en la coordenada de inicio y lo largo en X y Y . Otros datos necesarios para su trabajo son el número de datos que va a graficar y también la dirección con la cual va ser dibujada la amplitud y por ultimo recibe el color con el cual se pintaran las columnas, es importante el color porque este es el que permite ligarlos con las variables.

Cuando se inicie el funcionamiento de esta herramienta siempre iniciará con el 100% como porcentaje, y este se podrá cambiar como el usuario se desee.

En la Tabla 7.9 se muestran los valores con los cuales se va trabajar para ejemplificar el funcionamiento de la amplitud.

Concepto	Representado	Valores	
Coordenada de inicio	IniX, IniY	10,10	100,100
Largo en X	LarX	300	150
Largo en Y	LarY	200	100
Numero de datos	NumDat	12	6
Dirección	Dir	Vertical	Horizontal

Tabla 7.9. Valores de inicio para dos amplitudes

Después, de iniciar los valores respectivamente, y se pongan en funcionamiento los respectivos procedimientos, los resultados se verán como en la Figura 7.20, aquí se muestra cuando cambia de porcentaje y los cambios que ocurren. En esta figura se trabaja con 12 datos y con una dirección vertical.

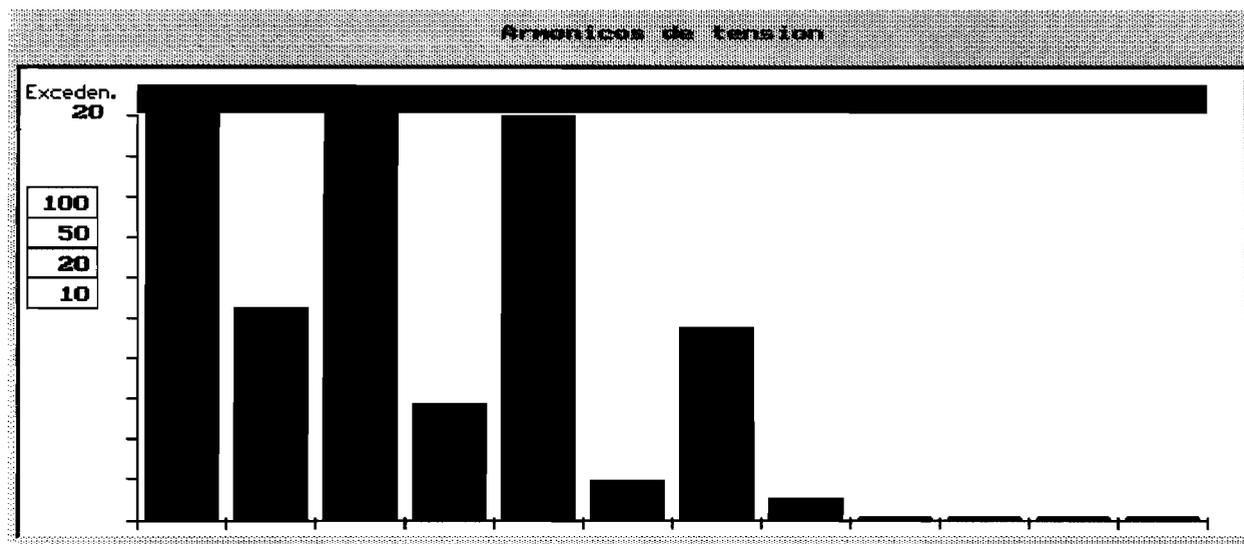


Figura 7.20 La herramienta trabajando con un 20 %

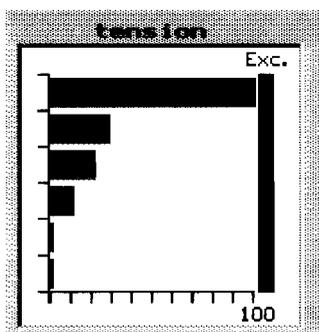


Figura 7.21. La herramienta amplitud con seis datos y dirección Horizontal

Ahora en la Figura 7.21 se muestra esta herramienta cuando la dirección es horizontal y son solo seis los datos que se desean graficar.

7.5.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

FondoAmplitud

Dibuja la parte fija de la amplitud, la cual corresponde al marco, eje y zona excedente. El dibujo que realiza esta herramienta se observa en la Figura 7.22,

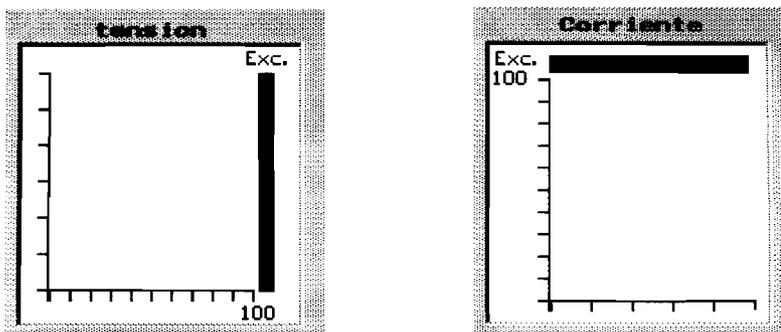


Figura 7.22. Dibujo que resulta de ejecutar el procedimiento FondoAmplitud.

este procedimiento, por ser el primero que se llama, también realiza los cálculos de ajuste para los ejes, teniendo su zona de ajuste.

BarraAmplitud

Después de calculados los valores de los ejes se mandan al procedimiento BarraAmplitud, conjuntamente con los datos que se desean graficar. Primeramente se ejecuta FondoAmplitud y después de realizar los cálculos necesarios se llamará al procedimiento BarraAmplitud, el cual dibujará los datos que se le mandaron. En la Figura 7.23 se muestra el resultado

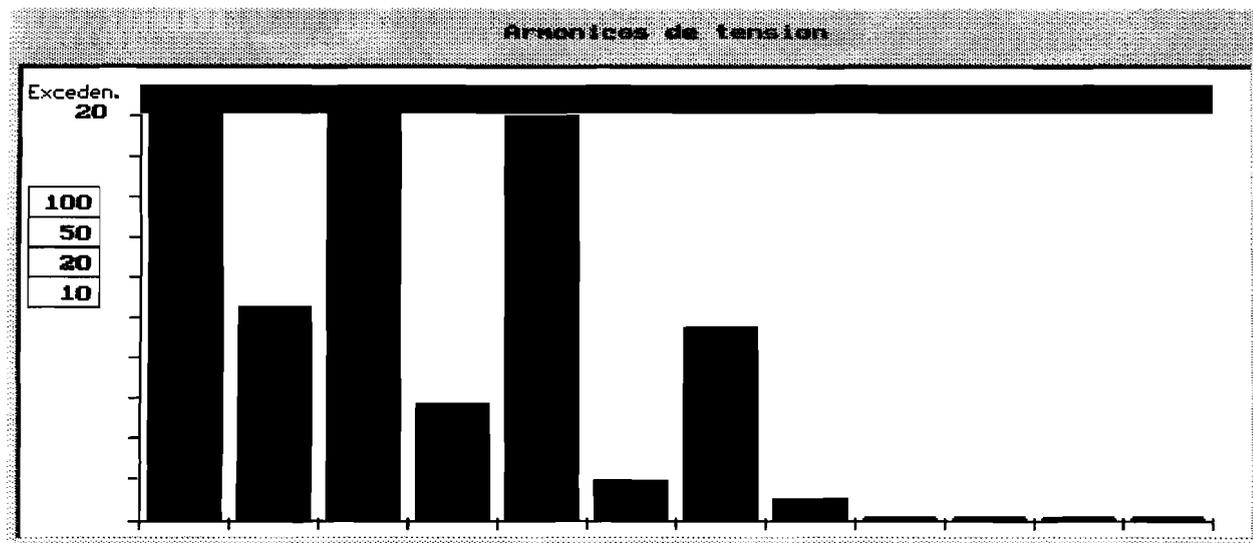


Figura 7.23. Dibujo que se obtiene después de llamar BarraAmplitud

En esta herramienta no hay un procedimiento que borre las barras específicamente, debido al diseño, cada vez que se pinta una barra, antes de hacer el dibujo se hace el borrado, por ello no hay tal procedimiento que tenga como función principal el borrado de todas las barras.

SeleccionPorcentajeAmplitud

Este procedimiento permite cambiar de porcentaje como se ilustra en la Figura 7.20.

En la Figura 7.24 se muestra la colocación de los procedimientos para su uso.

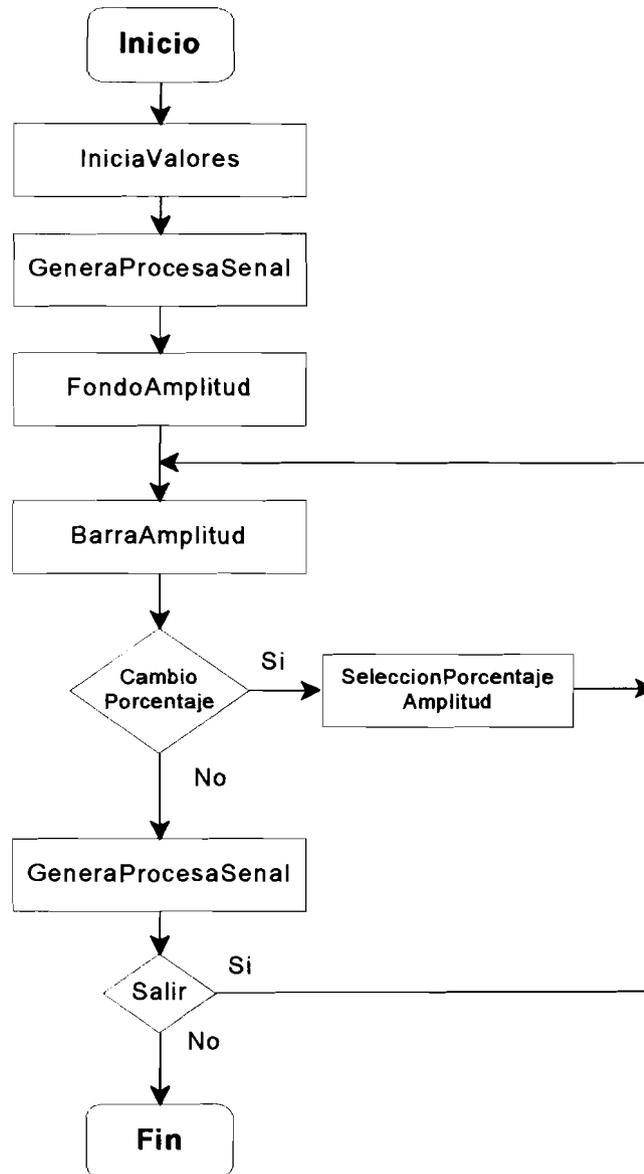


Figura 7.24. Diagrama que ejemplifica el uso de los procedimientos de la herramienta.

7.6 FASE

7.6.1 INTRODUCCIÓN

Esta herramienta trabaja con columnas, por lo que es una herramienta que permite comparar los valores, pero una diferencia importante es que esta herramienta permite graficar números negativos.

La apariencia de esta herramienta se observa en la Figura 7.25.

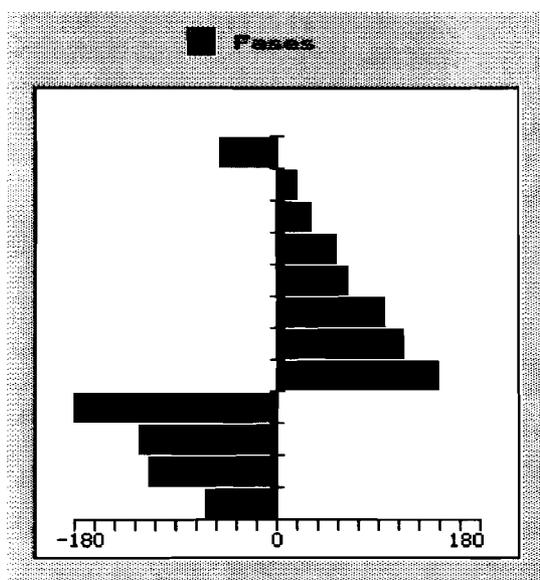


Figura 7.25. Apariencia de la herramienta fase

Esta herramienta cuenta con las propiedades que se muestran en la Tabla 7.10.

- Cambiar de tamaño
- Cambiar de posición

Tabla 7.10 Propiedades de la herramienta fase.

Descripción de los elementos

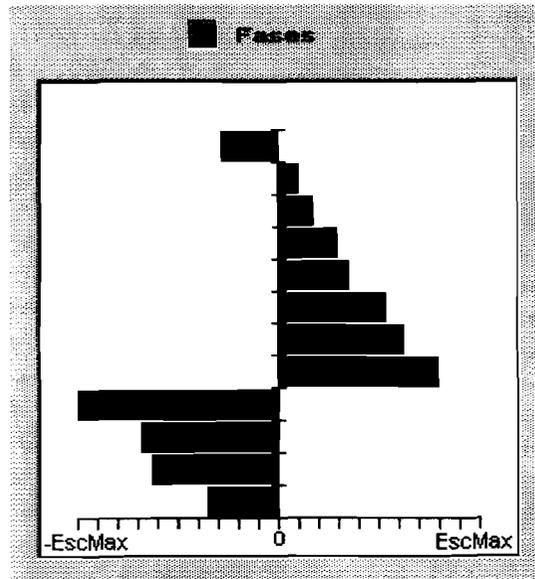


Figura 7.26. Elementos de la herramienta

Ejes

Es el par de líneas interceptadas, cuyo objetivo es servir como base y facilitar la lectura de los datos graficados.

Columna

Es la representación del dato graficado por medio de una columna

EscMax

Es el valor máximo que se permite para la graficación de los datos.

7.6.2 FUNCIONAMIENTO

Como las herramientas que se han trabajado en esta sección, se deberá de iniciar con la coordenada de inicio y el largo en X y en Y . Otro dato necesario es el número de datos a graficar, el color con el cual se dibujaran las barra o columnas y por ultimo también recibe el valor máximo permitido para la graficación.

En la Tabla 7.11 se muestran los valores con los que se ejemplifica el funcionamiento de esta herramienta.

Concepto	Representada	Valor
Coordenada de inicio	IniX, IniY	100,100
Largo en X	LarX	300
Largo en Y	LarY	200
Número de datos	NumDat	12
Color	Col	azul
Número máximo	NumMax	180

Tabla 7.11. Valores de inicio de la herramienta fase

Ya que se hayan iniciado los valores, y se ponga a trabajar esta herramienta la apariencia es de la Figura 7.25.

7.6.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

FondoFase

Dibuja la parte fija de esta herramienta, la cual corresponde al marco y al eje, y también este procedimiento lleva el ajuste para obtener el tamaño de los ejes más propicios, el dibujo que se obtiene de este procedimiento se muestra en la Figura 7.26 y también se obtiene la posición de los ejes.

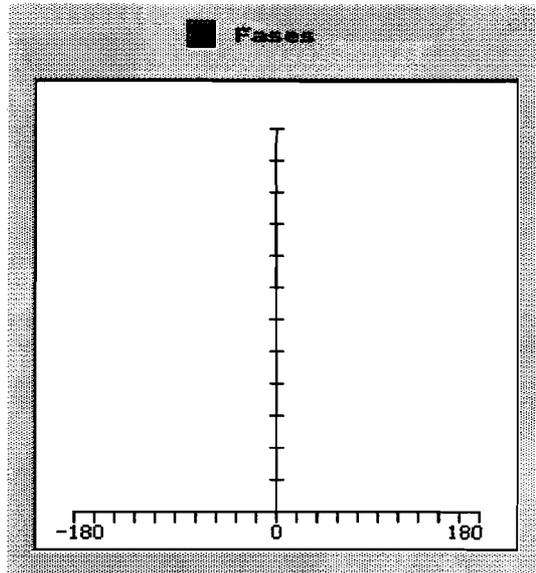


Figura 7.26. Resultado de ejecutar el procedimiento FondoBase.

BarraFase

Dibuja el valor que se desea, representándolo con una columna del color que se haya indicado, pero antes del hacer el dibujo, se deberá de hacer un borrado de la superficie donde se dibujará la columna

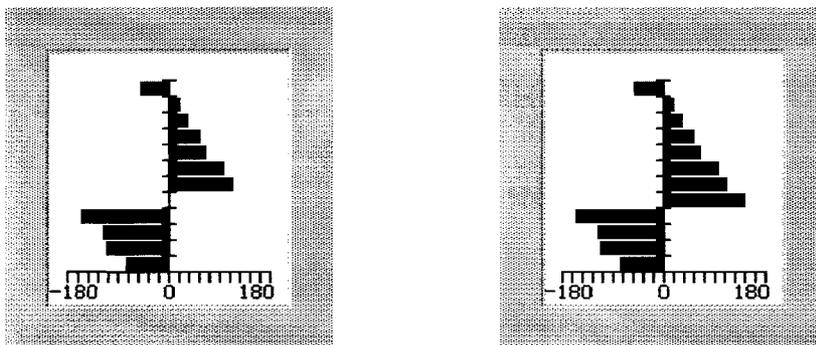


Figura 7.27. Ilustración del proceso de dibujo de la septima columna, a) Borra la columna, b) Dibuja la columna

Para conocer la forma de uso de esta herramienta, se presenta la Figura 7.28

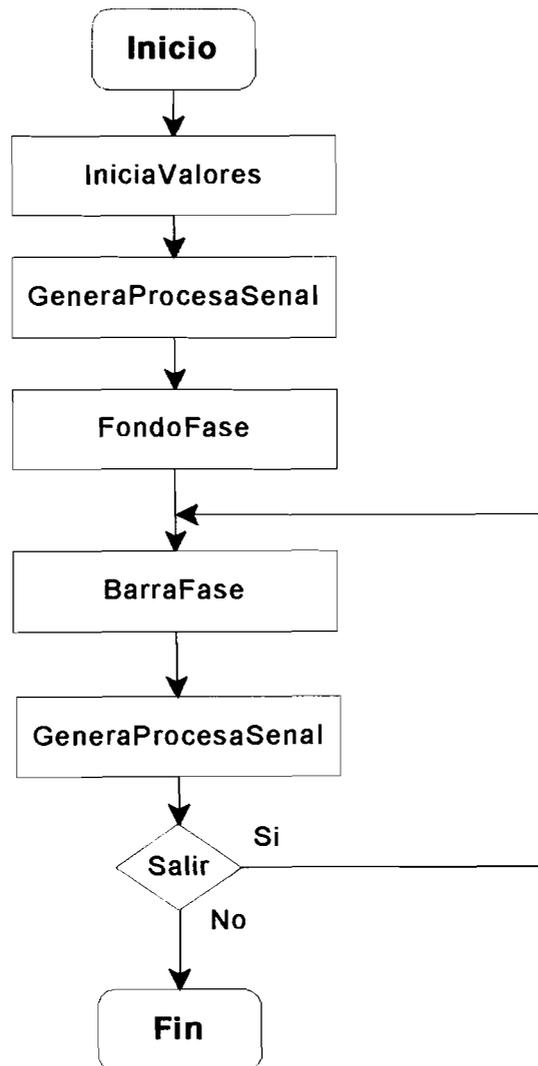


Figura 7.28. Diagrama que muestra el uso de esta herramienta.

7.7 BARRA DE MENU

7.7.1 INTRODUCCIÓN

Para que se pueda hacer uso del sistema se desarrolló un elemento el que tiene como finalidad comunicar al usuario con el sistema. A éste se le nombró Barra de Menú.

Componentes que forman parte de la barra de menú

En la Figura 7.29 se enumeran los componentes de la barra de menú

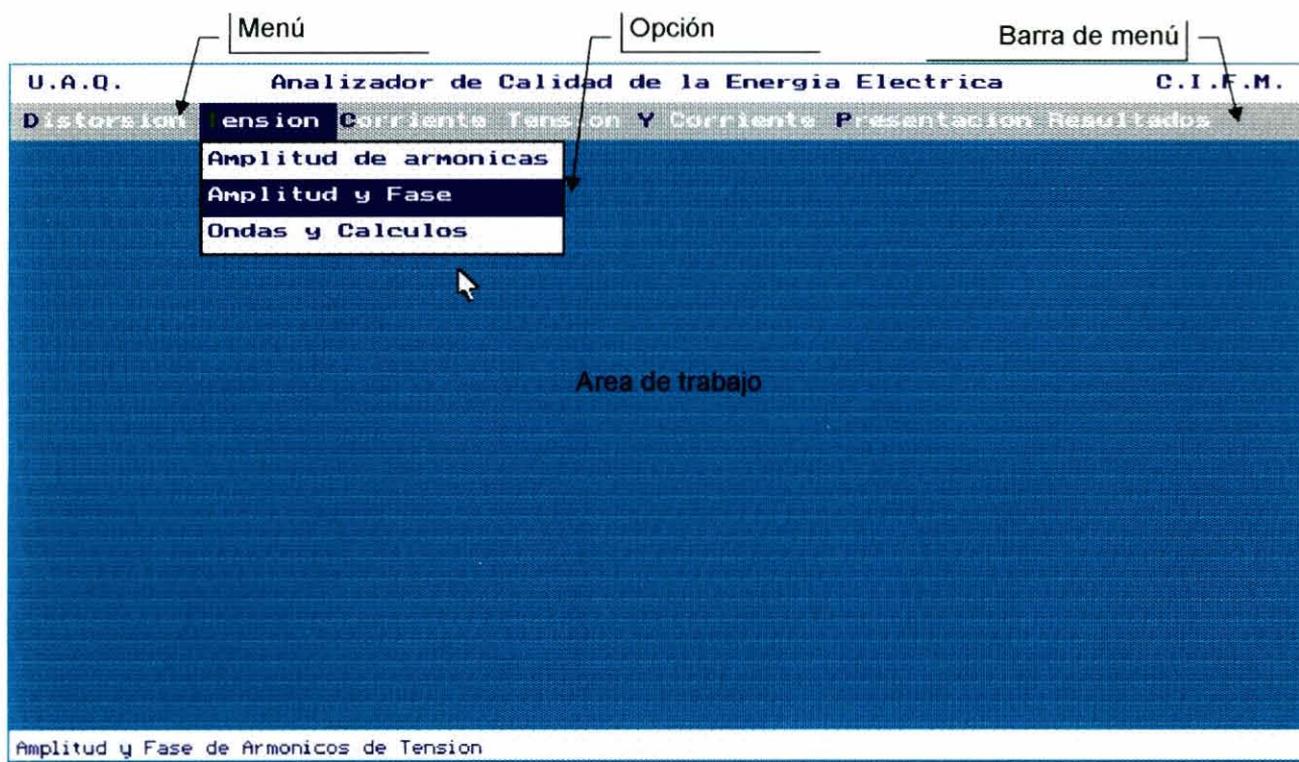


Figura 7.29 Elementos de la barra de menú

a continuación se lista una descripción de cada uno de ellos:

Barra de menú.

Liga todos los temas o grupos importantes que se ocupan en el proyecto.

Menú.

Agrupar a todas las opciones que tiene el menú, y todas éstas están relacionadas con el tema que cubre el nombre del menú.

Opción.

Es el tema específico o unidad mínima con la que está ligada una acción.

Área de trabajo.

Parte de la pantalla donde se muestran los resultados

Característica de la Barra de menú.

Al pertenecer la barra de menú a un proyecto donde se tiene como una necesidad, el monitoreo de una señal. Este monitoreo se tiene que realizar en un determinado tiempo lo que es una consideración que se debe tener en cuenta para la realización del diseño de la herramienta.

Propiedades de la barra de menú se observan en la Tabla 7.12:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• El menú debe responder al usuario lo más pronto posible.• Se debe poder llamar en cualquier parte del sistema, esto para cubrir la característica anterior. |
|--|

Tabla 7.12. Propiedades de la barra de Herramienta

Ahora se enumeran los atributos que le corresponde a cada elemento que forma parte de la barra de menú con la descripción de cada uno de ellos.

7.7.2 OPCIÓN

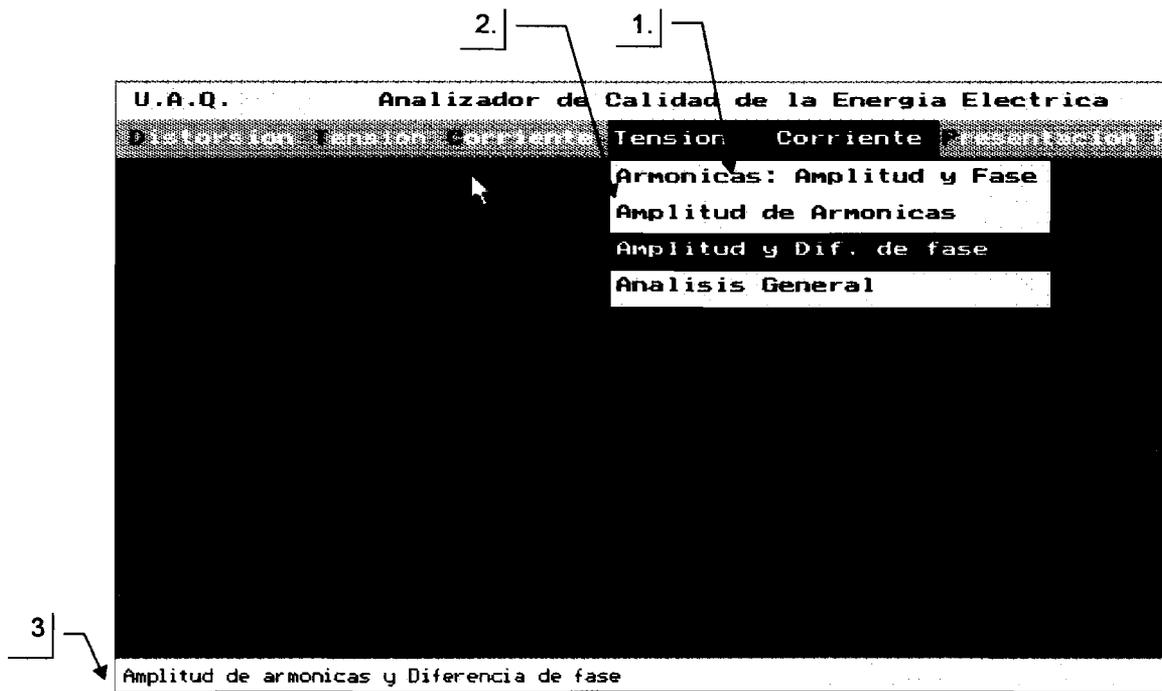


Figura 7.30. Elementos que componen una opción

En la Figura 7.30 se muestra los elementos que componen una opción

Atributos visuales

1. Nombre de la opción
2. Tecla o letra por la cual se puede activar la opción
3. Mensaje que se despliega cuando se señala la opción.

Otros atributos

- Número que le corresponde a la opción dentro del menú

7.7.3 MENÚ

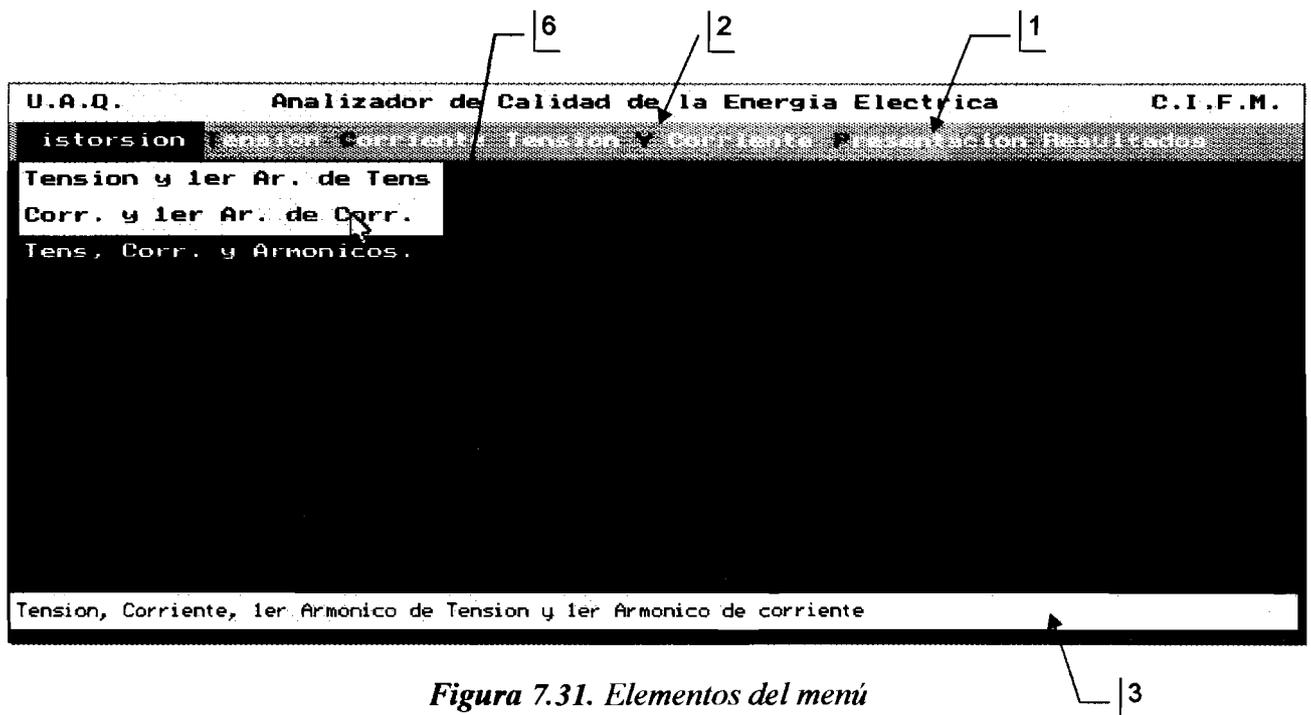


Figura 7.31. Elementos del menú

Atributos visuales

1. Nombre del menú
2. Tecla que activa el menú
3. Mensaje que manda el menú
4. Opción actualmente señalada
5. Lista de las opciones que dependen del menú
6. Coordenadas de inicio del menú. Es la coordenada donde dará inicio el menú, esquina superior izquierda del menú.
7. Largo en X y en Y del menú. Es el ancho y alto del menú.

Otros atributos

- Número de opciones disponibles para el menú. Contiene el número de opciones que dependen del menú.
- Número del menú que le corresponde dentro de la barra de menús
- Opción anterior, es la opción que estuvo señalada anteriormente a la opción actual, dentro del menú seleccionado
- Menú activado, Indica si el menú se encuentra activado, en la Figura 7.30 el menú Tensión y corriente se encuentra activado y en la Figura 7.31 éste se encuentra desactivado y el menú activado es el menú de Distorsión.

7.7.4 BARRA DE MENÚ

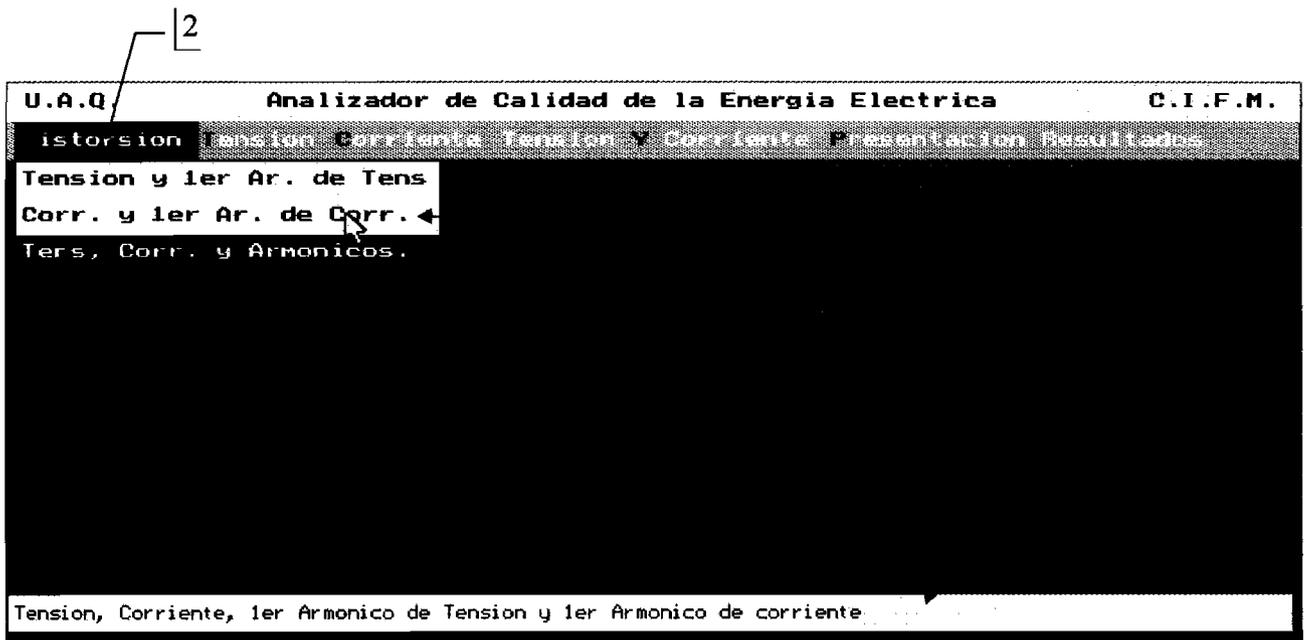


Figura 7.32 Elementos de la barra de menú

Atributos visuales

1. Mensaje que despliega la barra de menú

2. Menú actual: Número del menú que esta actualmente activado.
3. Color del texto que da el nombre del menú, cuando éste se encuentra activado
4. Color de la barra de selección
5. Color del fondo del menú

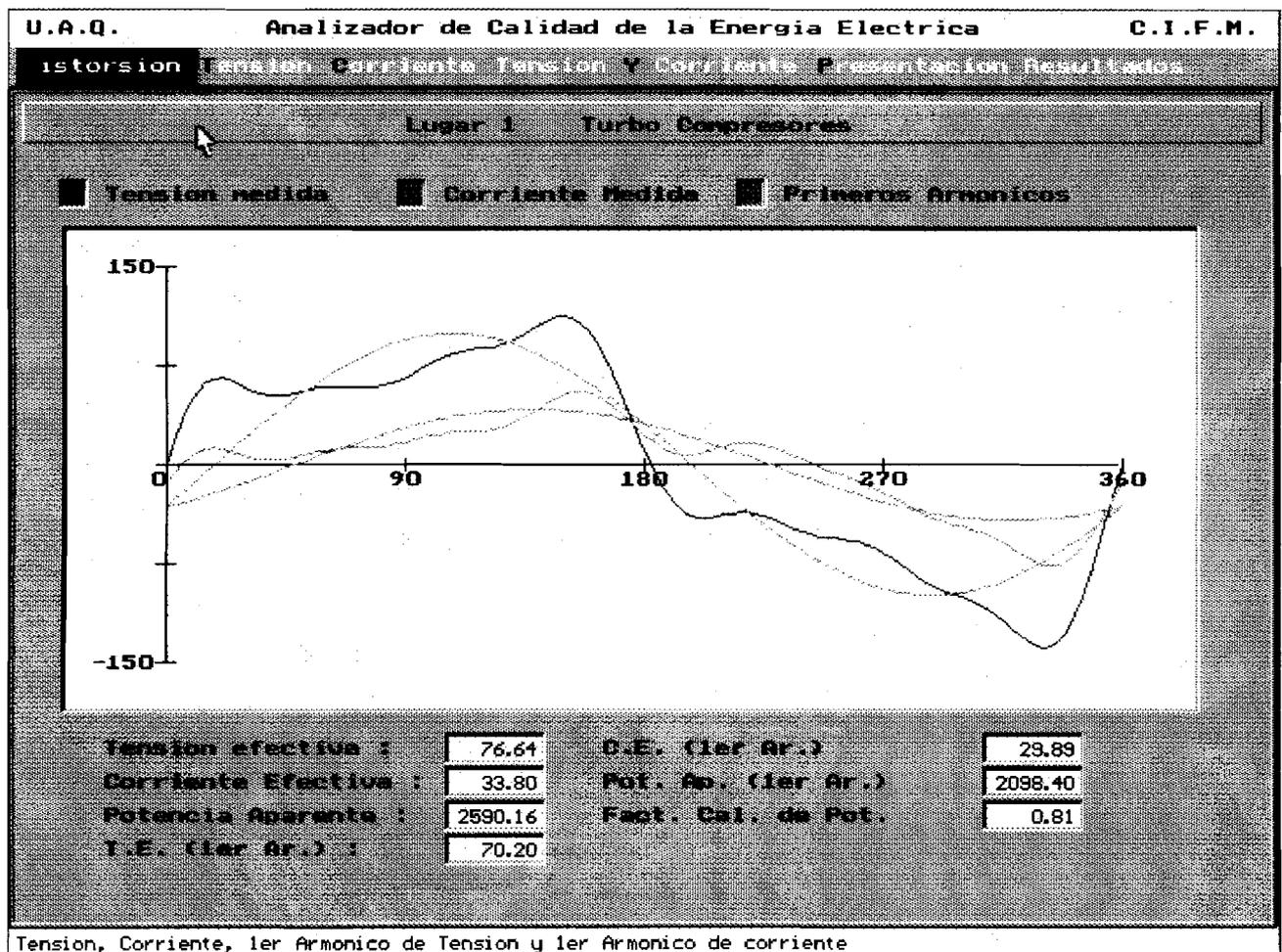


Figura 7.33. Menú activado no visible

Otros atributos

- Menú anterior, Número de menú que estuvo seleccionado previamente al actual.

- Menú visible, permite saber si se encuentra un menú activado visible en la pantalla. En la Figura 7.33 el menú distorsión esta activado pero no visible. Y el la Figura 7.32 el menú esta visible y activado

7.7.5 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

Procedimientos que modifican el valor que contiene la estructura de datos y/o actualizan la pantalla, estos procedimientos son públicos.

PintaMenú

Dibuja en pantalla los encabezados de cada menú, mostrando la letra con la cual se activa de color diferente.

LlenaMenu

Llena la estructura de datos con toda la información necesaria para su funcionamiento

BorraLisOpc

Borra la lista de opciones del menú que se le pida, sin necesidad de desactivar el menú.

ChecaAcción

Compara el valor de la tecla o clic el cual fue activado vía teclado o Mouse respectivamente para saber si corresponde tomar alguna acción de acuerdo al valor de la tecla o coordenada.

Atender

Este procedimiento engloba todas las acciones que debe tomar la barra de menú, para que se efectúe algún trabajo tomando el valor de la solicitud el cual se genero en el procedimiento que se instalo en la interrupción.

Fondo trabajo

Dibuja el área donde se realizan los trabajos

Fondo

Dibuja toda la pantalla principal del proyecto

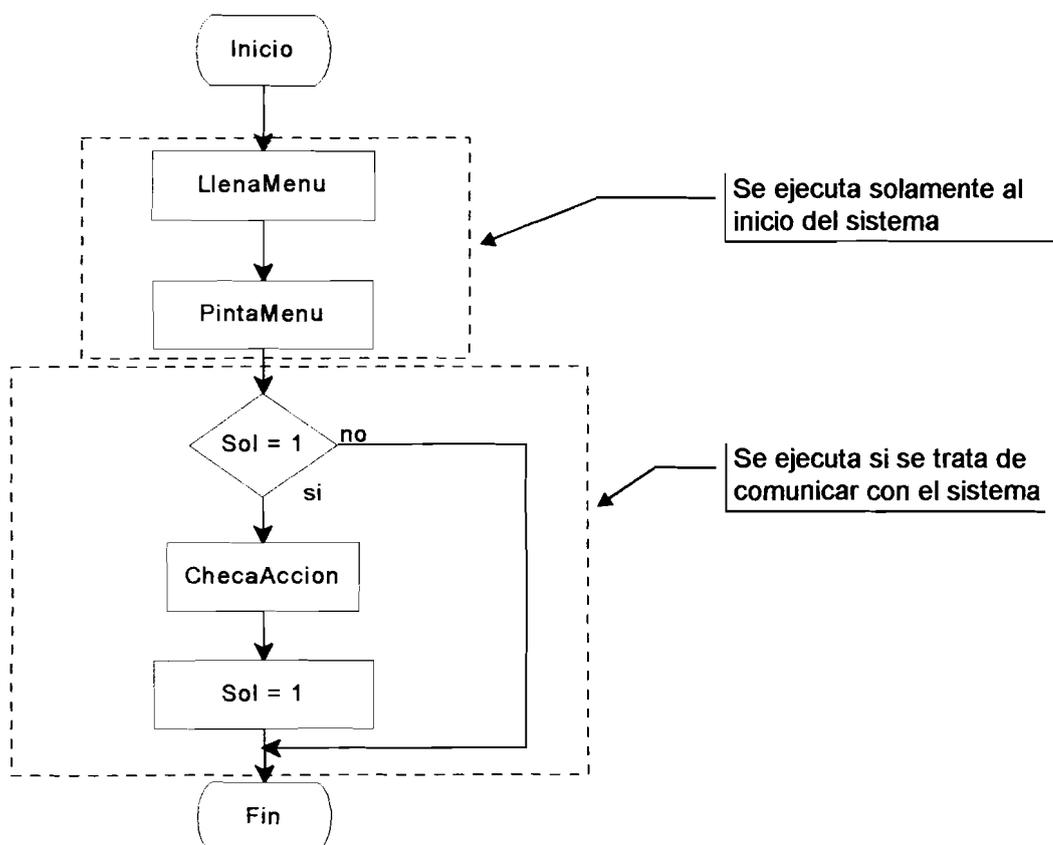


Figura 7.34. Diagrama del funcionamiento de la barra de menú

7.8 MARCO DE VALORES

7.8.1 INTRODUCCIÓN

Es una herramienta que tiene como función mostrar una serie de valores, ya que las herramientas que son de tipo gráfica lo que hacen es mostrar la gráfica pero no su valor digital, y para cubrir esta carencias crea esta herramienta, las propiedades de la herramienta son las que se muestran en la Tabla 7.13.

- Cambiar de posición
- Desplegar una serie de valores
- Hacer en despliegue horizontal o vertical

Tabla 7.13. Propiedades del marco de valores

Descripción de los elementos

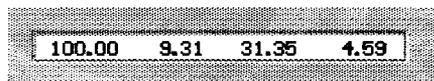


Figura 7.35. Elementos del marco de valores

Valores

Es la serie de números que se desea desplegar.

7.8.2 FUNCIONAMIENTO

Se inician las coordenadas de inicio del marco, y el largo de este, este valor debe ser mayor al ancho requerido para el despliegue se usa este parámetro para poder ajustar al largo de un marco a un largo deseado. También se necesita inicializar la separación que existe entre cada valor, la dirección en que vas ser dibujado el marco y el numero de datos a mostrar.

En la Tabla 7.14 se muestran los valores con los cuales se ejemplifica el funcionamiento de esta herramienta.

Concepto	Representado	Valor 1	Valor 2
Coordenada iniciales	IniX,IniY	----	----
Largo	Largo	100	80
Numero de datos	NumDat	6	1
Dirección	Dir	1. Horizontal	0 Vertical
Separación	sep	10	5

Tabla 7.14 Valores para el funcionamiento del Marco

Cuando ya se haya iniciado los valores, se procede a ejecutar los procedimientos de la herramienta para los dos casos, el resultado de esta acción es el que se muestra en la Figura 7.36

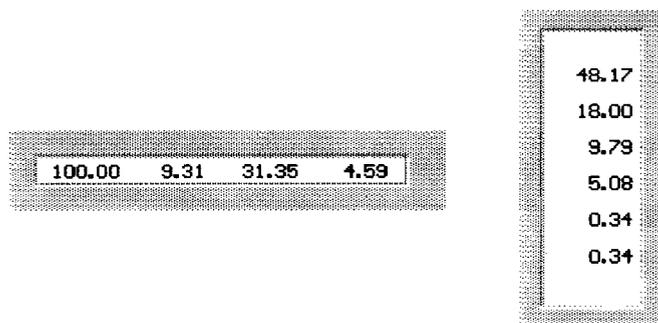


Figura 7.36. Uso del marco de valores. A) Horizontal, B) Vertical.

7.8.3 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

DibujaMarco

Dibuja el marco en el cual se desplegarán los valores, aquí se revisa si el largo que se pasa como parámetro afecta al largo calculado, si es así, se considera de lo contrario no se toma en cuenta, el resultado se muestra en la Figura 7.37.

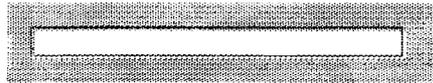


Figura 7.37. Resultado del procedimiento DibujaMarco

ValoresMarco

Despliega los valores que se deseen mostrar, este procedimiento recibe los valores listos para su despliegue. El marco con los valores desplegados se puede ver en la Figura 7.38.

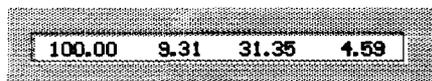


Figura 7.38. Dibujo resultante después del uso del procedimiento ValoresMarco.

BorraValoresMarco

Borra los valores desplegados por ValoresMarco y lo deja preparado para su uso nuevamente, el resultado que se obtiene es el que se produce con el procedimiento DibujaMarco que se observa en la Figura 7.37.

7.9 TITULO

7.9.1 INTRODUCCIÓN

Es una herramienta que auxilia a las herramientas del tipo gráfica, y es para poder identificar lo que estas herramientas están graficando asociando el titulo con un color.



Figura 7.39. Apariencia de la herramienta titulo

7.9.2 FUNCIONAMIENTO

Esta herramienta se llama una sola vez, y para ello se deberá de iniciar sus valores que son: coordenadas de inicio, color de identificación y el titulo para identificar la variable, en la Figura 7.39 ejemplifica estos datos, donde se inicia la coordenada con un par de números, el titulo es: fases y el color es el verde. Como se menciono al principio esta herramienta se llama una sola vez y es cuando todas las herramientas ejecutan el procedimiento que dibuja su fondo

7.10 INTERRUPCIÓN DEL RELOJ

7.10.1 INTRODUCCIÓN

Se define una interrupción cuando la computadora suspende temporalmente las operaciones que esta llevando a cabo para darle servicio y después de que haya sido realizada ésta, el programa reanuda sus operaciones previas como si la interrupción nunca hubiese ocurrido.

Después de conocer lo que es una interrupción se sabe que las primeras 1024 ubicaciones (posiciones) de memoria contiene los vectores de hasta 256 interrupciones. Un vector es una dirección que consiste en un segmento y un desplazamiento. La computadora realiza varias interrupciones, tal como la interrupción del reloj que sucede continuamente sin conocimiento del usuario, y otras, como la de dividir por cero, que se produce como resultado de una acción específica de un programa.

A continuación se lista una serie de interrupciones y su aplicación. Las interrupciones están contenidas en la Tabla 7.15.

Interrupción	Función
Int 5H	Imprime el contenido de la pantalla
Int 8H	IRQ 0 Clic del reloj
Int 9H	IRQ 1 teclado
Int 11H	Obtener configuración
Int 12H	Obtener memoria convencional
Int 16H	Servicio del teclado del BIOS
Int 18H	Llamar al ROM Basic
Int 19H	Reinicializar el sistema
Int 21H	Servicio del sistema del BIOS
Int 1CH	Temporizador, se activa cada 18.2 veces por segundo. Llamada manipulador Int 08H
Int 23H	Ctrl-Break del DOS
Int 27H	Terminar y quedar residente

Tabla 7.15. Lista de interrupciones y su respectiva función

7.10.2 CONOCIENDO LA INTERRUPCIÓN

Se iniciará la descripción comprendiendo que la computadora usa cuatro tipos de reloj primario, cada uno con un fin específico y distinto: el reloj CPU, temporizador, el reloj de tiempo real y el reloj del CMOS. A continuación se describe cada uno de ellos (*Programación en DOS Kris Jamsa*).

Reloj CPU

Este reloj controla la velocidad con la que corren o ejecutan los programas, este reloj genera señales a intervalos fijos que controlan las operaciones de la computadora, a los intervalos se les llama frecuencia o ciclos. La velocidad del reloj se mide en ciclos por segundo (Hertzios). Por ejemplo una PC que corra a 100 MHz. tiene una velocidad de reloj de 100 millones de ciclos por segundo. Los programas, el DOS y el BIOS no acceden al reloj CPU.

Reloj de tiempo real

La PC utiliza el reloj de tiempo real para mantenerse informado de la fecha y hora actuales. En muchos casos el reloj de tiempo real es el mismo del reloj CMOS. El DOS desde la versión tres inicializa sus propios valores internos de fecha y hora utilizando el reloj de tiempo real.

Reloj CMOS

El reloj de tiempo real forma normalmente parte del CMOS RAM, que almacena la información de la organización de la computadora. A partir del DOS versión tres las ordenes DATE y TIME establecen las estructuras internas de fecha y hora tanto del DOS como CMOS, por lo que la mayor parte de los programas utilizan

los servicios del DOS para acceder al reloj en tiempo real. Sin embargo, el BIOS proporciona varias funciones del reloj CMOS accesibles por la Int 1AH pero esta función utiliza valores en decimal codificado en binario (BDC) lo que hace su uso más complejo.

Temporizador

El chip temporizador tiene tres canales de salida (cuatro en PS/2), lo que se puede ver en la Tabla 7.16.

Canal 0	Sistema temporizador que genera un clic 18.2 veces por segundo
Canal 1	Dedicado para su empleo por la RAM de la computadora en operaciones de renovación
Canal 2	Corresponde al altavoz de la computadora para utilizarlo en la generación de sonidos.
Canal 3 (PS/2)	Genera una interrupción no enmascarada proporcionada para asistir al sistema operativo.

Tabla 7.16. Descripción de la función de cada canal

El temporizador de sistema genera un clic a una frecuencia de 18.2 veces por segundo y cada vez que se produce uno la PC genera la interrupción hardware 8. Por defecto el BIOS proporciona un manipulador para esta interrupción que almacena en el área de datos del BIOS, un contador del número de clic del reloj desde la medianoche. Además el manipulador invoca a la interrupción software 1CH a la cual puede atrapar los programas. No obstante, los manipuladores que atrapan esta interrupción deben contemplar su procesamiento muy rápidamente. Por defecto, el manipulador de interrupción del BIOS de la interrupción hardware 8 no permite que se produzca ninguna otra interrupción de clic de reloj del canal cero, hasta que el manipulador de la interrupción 1CH haya terminado.

7.10.3 APLICACIÓN

Primeramente para poder ver cual es el objetivo de la invocación de la interrupción, veremos una descripción del proceso que se llamará cada vez que se ejecute la interrupción.

En la Figura 7.40 se muestra un diagrama el cual muestra gráficamente el proceso.

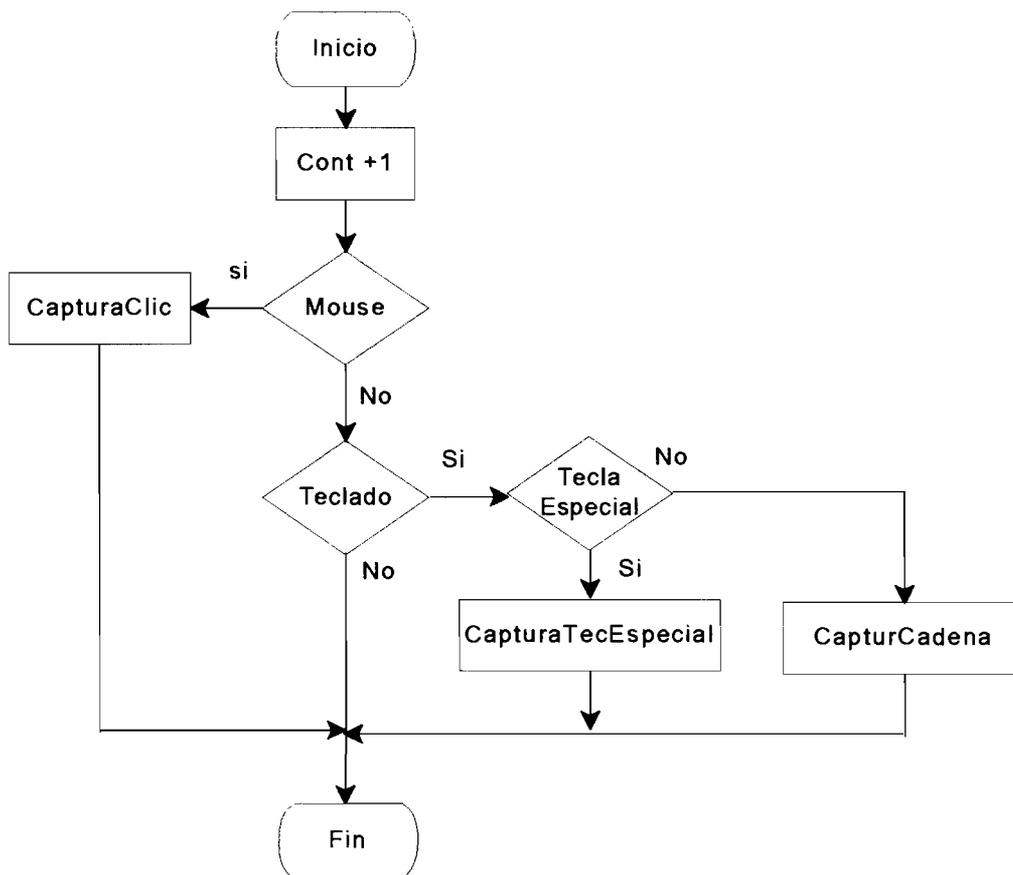


Figura 7.40. Algoritmo del proceso que se instala en la interrupción del reloj, cont lleva el número de veces que se a llamado este proceso

Es importante destacar la ruta critica del proceso, pero primeramente veremos la ruta optima el cual consiste en hacer dos comparaciones que son la del Mouse, la

del Teclado, y el caso crítico consiste cuando se desea capturar una cadena cuando se esta dentro del sistema.

Es importante el mencionar la ruta crítica, porque recordando cuando se hablo del temporizador se describió que la interrupción 8 no deja activar otra interrupción, hasta que halla terminado lo que en la interrupción 1CH se activo. Se menciona debido a que el programa a la hora de las pruebas correspondientes no presento problemas.

Otra consideración importante es que el sistema al estar desarrollado bajo un sistema operativo monotarea, lo que implica que solamente se puede atender una sola tarea y por consecuencia solamente se atiende a un usuario, esto arroja que las utilerias del sistema operativo están diseñadas para atender una sola tarea, si se viola esta condición o característica del sistema operativo el sistema puede ocasionar un mal funcionamiento.

Todo lo descrito es importante porque el diseño del sistema dedica un tiempo considerable para la manipulación de gráficos. Para evitar problemas de que el sistema operativo no es reentrante se necesito hacer uso de una variable (bandera) que indique si hay alguien que este haciendo uso de la rutina para escribir en pantalla.

Para que se pueda comprender lo anterior se presentara una serie de figuras las cuales mostraran el comportamiento del sistema monotarea.

La rutina que se utilizará se llama PintaPantalla, y su función es escribir o pintar cualquier cosa en la pantalla.

Para ilustrar esta característica se llama a la rutina PintaPantalla por una solicitud de PintaLinea, aquí solamente es invocada por una sola aplicación. La Figura 7.41 representa esta situación.

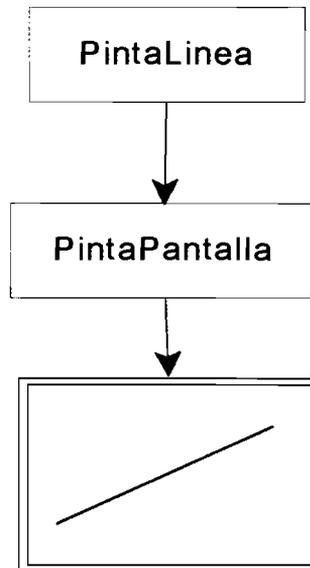


Figura 7.41. La rutina *PintaPantalla* atiende solo una tarea

Se observa que una sola tarea invoca a la herramienta, Así es como esta diseñado el sistema.

Ahora la solicitud es realizada por dos tareas (Ver Figura 7.42) y es aquí donde el Sistema Operativo tiende a presentar fallas, por la característica de no reentrante.

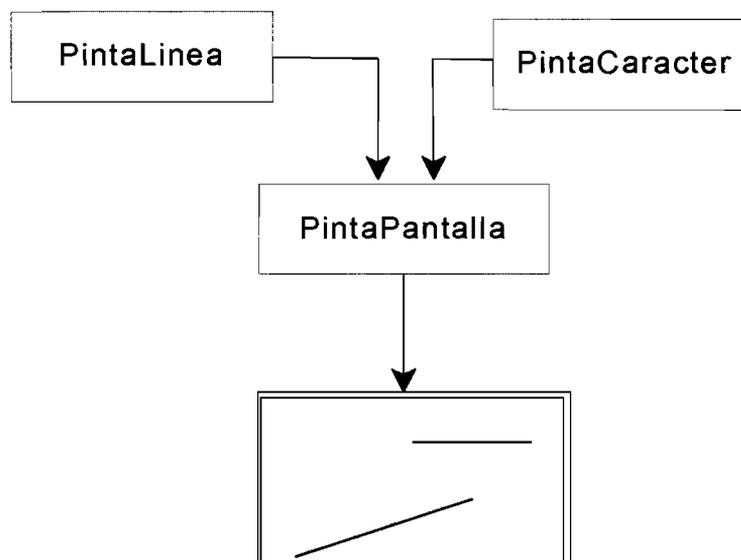


Figura 7.42. Dos rutinas invocan la rutina *Pintapantalla*, esto provoca un problema

En la Figura 7.42 se muestra una posible reacción del Sistema operativo, el problema se presenta sencillo debido a que la continuidad de la línea si se ve afectada cuando algún procedimiento trata de acceder a una rutina que ya esta en uso.

Este tiene un efecto visible, pero hay algunos efectos visibles lo que puede ocasionar que en un momento dado el sistema no funcione correctamente.

7.10.4 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS

CapturaClic :

Este procedimiento, consiste en captar donde fue dado el clic, y da como resultado las coordenadas y botón con el cual fue dado éste.

CapturaTecEspecial :

La función es la de saber cual es la tecla que fue presionada, por ejemplo Alt+A, Alt+S, Ctrl+A, teclas de dirección, etc., y proporciona como resultado el valor de la tecla activada.

CapturaCadena :

Cuando se llega aquí es el camino más largo, y la función de este procedimiento es desplegar una cadena en la pantalla y guardarla en una variable que contendrá una serie de caracteres (cadena), esta cadena se guarda para procesarla en los cálculos si es necesario. Y da como resultado la cadena que fue capturada.



8. Desarrollo del sistema

8.1. INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describe el proceso de la información. En la Figura 8.1 se presenta el flujo de la información, primeramente se muestra un seguimiento de la información, en este caso la señal es lo que está procesando el sistema y se pueden ver las alteraciones que sufre la señal para poder obtener los resultados.

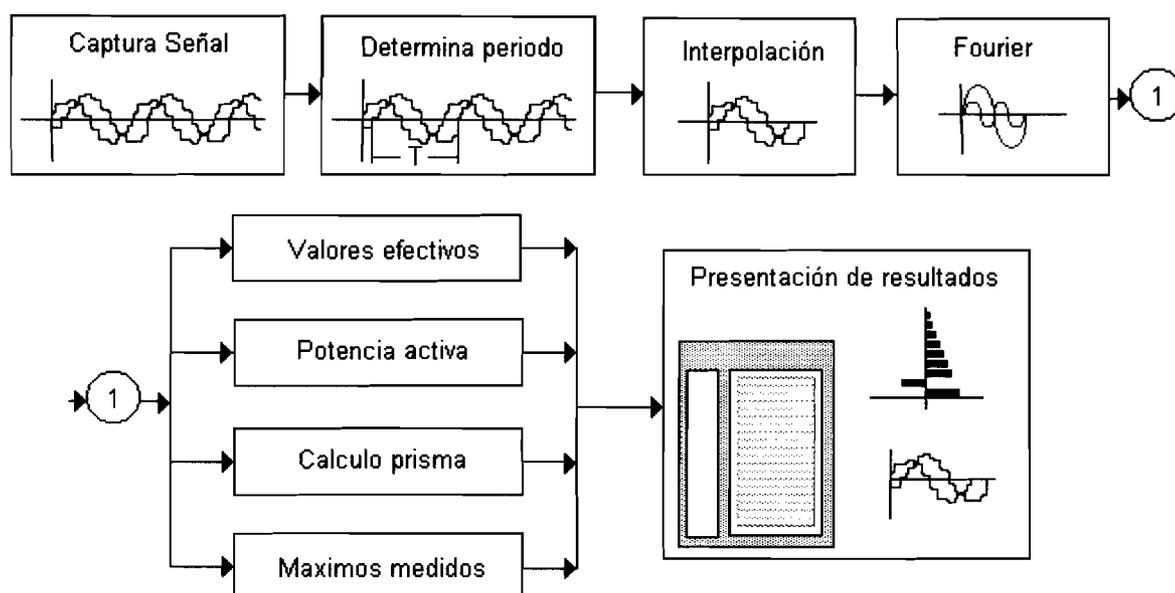


Figura 8.1. Diagrama que ilustra el proceso que sigue la señal

8.2 CAPTURA SEÑAL

El primer bloque al cual se hará referencia es al bloque que proporciona la comunicación con la red, a este bloque se le llama **captura señal**.

La característica principal de este bloque consiste en que permite la comunicación de la computadora con la red eléctrica a través de la tarjeta PCL812PG, por medio de esta se lleva a cabo el muestreo de la red.

Funciones :

- Especificar el lugar de donde se tomará la señal.
- Establecer el canal por el cual se recibe la señal del lugar, que se estableció previamente.
- Captar la señal que esta en la red.

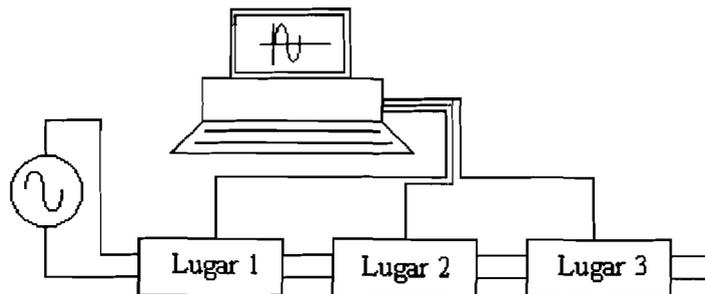


Figura 8.2. Un analizador, monitoreando varios lugares

Lugar

Se entiende por lugar, los ocho puntos posibles donde se puede tomar las señales de la red.

Algo muy importante y debido a la característica de la Tarjeta empleada en este proyecto que es la PCL812PG, la cual tiene 16 entradas analógicas, por lo tanto se puede medir hasta 16 variables.

Canal :

Es la dirección física de un puerto por donde se reciben las mediciones de una variable. Es importante destacar que para cada lugar le corresponden como mínimo dos canales. Los cuales se asignan: uno para corriente y otro para tensión.

Y este modulo entrega como resultado la señal captada en los lugares que se hayan seleccionado.

8.3 DETERMINACIÓN DEL PERIODO

Ya que se haya recibido la señal del lugar, lo que ahora corresponde hacer es determinar un periodo para ello se tomará los valores que le corresponden a la tensión.

Para asegurar que por lo menos se capta un periodo completo de tensión iniciando con tensión $V = 0$ y derivada positiva se toma las muestras por lo menos dos periodos de la red (1/30 seg.). Al transcurso de la tensión se le aplica este procedimiento que determina los dos primeros puntos que cumplan con esta condición y en base a esto se calcula el periodo T , la cual representa el tiempo en el cual se efectuaran todos los cálculos del analizador. Todo esto se puede ver en la Figura 8.3.

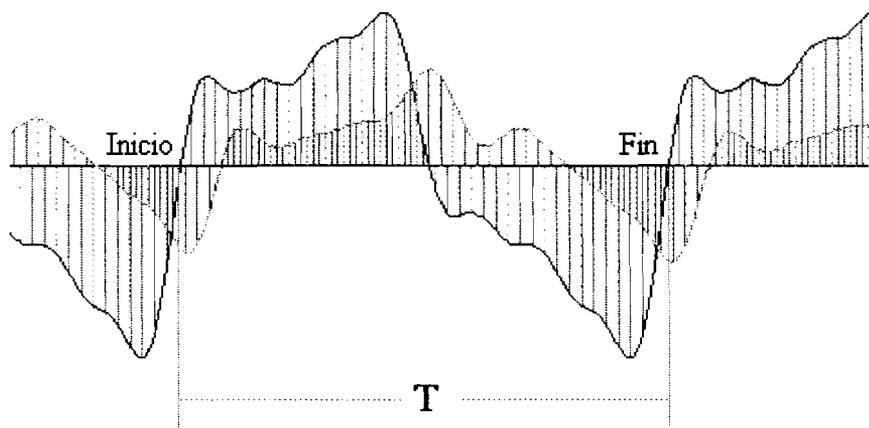


Figura 8.3. Determinación de periodo

Los datos que arroja este procedimiento son de vital importancia ya que aquí se establece la base para la cual se harán todos los cálculos que permita hacer el análisis.

Esta parte del analizador calcula el tiempo, el cual sirve para calcular a su vez el tiempo con el cual se realizaran las interpolaciones de tensión y corriente.

8.4 INTERPOLACIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE

Ya teniendo calculado el periodo, ahora corresponde hacer una interpolación con los datos que se encuentran en el periodo.

Para hacer la interpolación se usa la formula lineal de Lagrange y esta se aplica al periodo que previamente se determino, con la interpolación se deja la señal con 120 muestras para la tensión y 120 para la corriente las cuales se fijan en tiempos iguales como se puede ver en la Figura 8.4.

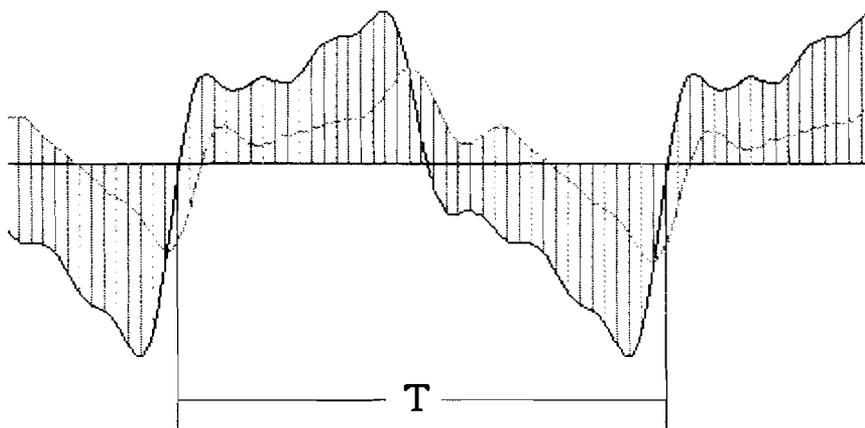


Figura 8.4. Tensión y corriente en tiempos iguales

Los datos que se generan a partir de la interpolación sirven para el cálculo de las potencias, valores efectivos y las armónicas mediante la transformada de Fourier.

8.5 APLICANDO LA TRANSFORMADA DE FOURIER

Con los transcurso de tensión y corriente obtenidos según la Figura 8.4 se calculan los coeficientes de Fourier evaluando las integrales por la forma trigonométrica

$$a_n = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \operatorname{sen}(n\omega_0 k \Delta t)$$

$$b_n = \frac{1}{N} \left[\frac{1}{2} (f(0) + f(N)) + \sum_{k=1}^{N-1} f(k) \cos(n\omega_0 k \Delta t) \right]$$

donde n es el número de armónicas que se van a trabajar durante el proceso y se toma el rango de uno hasta doce ($1 < n < 12$), según las exigencias modernas del análisis de distorsión.

Aplicando las siguientes fórmulas se obtienen los resultados de los coeficientes de Fourier.

$$C = \sqrt{a_n^2 + b_n^2} \qquad \gamma_n = \operatorname{ArcTan} \left(\frac{b_n}{a_n} \right)$$

como resultado del anterior procedimiento se obtiene la amplitud y la fase de todas las armónicas tanto de tensión como de corriente. Para este caso se usan las primeras doce armónicas, ya que es la cantidad de armónicas que hoy se usan en los análisis de calidad de la energía eléctrica, las cuales pueden determinarse en un tiempo corto por la rapidez de las microcomputadoras modernas y las características del algoritmo elegido.

Cabe destacar que el algoritmo que se usa para la transformada de Fourier, no es el más rápido para hacer estos cálculos debido a que este algoritmo, debe tener un número específico de valores para realizar los cálculos, pero en cambio el algoritmo

que se usa, tiene como ventaja que puede manejar cualquier número de valores y su rapidez satisface los requerimientos o necesidades de velocidad que se necesitan para hacer los cálculos.

8.6 CALCULO DE LOS FACTORES DE DISTORSIÓN

Con el cálculo del espectro de frecuencias, se calculan los factores de distorsión, separadamente para la tensión y la corriente, aplicando las siguientes fórmulas:

$$F_{DV} = \sqrt[2]{\frac{C_{v2}^2 + C_{v3}^2 + C_{v4}^2 + \dots + C_{vn}^2}{C_{v1}^2}}$$

$$F_{DI} = \sqrt[2]{\frac{C_{i2}^2 + C_{i3}^2 + C_{i4}^2 + \dots + C_{in}^2}{C_{i1}^2}}$$

Donde los coeficientes C_{un} son los de la serie de Fourier, para la tensión y los coeficientes C_{in} son los de la serie de Fourier para la corriente.

8.7 CALCULO DE VALORES EFECTIVOS

En ondas distorsionadas

Con los siguientes procedimientos se puede realizar los cálculos de los valores efectivos de tensión y corriente se obtiene la potencia aparente

$$V_{ef} = \sqrt[2]{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{1}{2N} \left(v^2(0) + v^2(N) + \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} v^2(k\Delta t) \right)}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} v^2(k\Delta t)}$$

porque $V(0) = 0$ y $V(n) = 0$

$$I_{ef} = \sqrt[2]{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

$$= \sqrt[2]{\frac{1}{2N} \left(i^2(0) + i^2(N) + \frac{1}{N} \cdot \sum_{k=1}^{N-1} i(k\Delta t) \right)}$$

8.8 CALCULO DE LAS POTENCIAS

Potencia aparente en ondas distorsionadas

Para hacer el cálculo de la potencia es con la formula

$$P_{ap} = V_{ef} + I_{ef} = \sqrt[2]{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt} * \sqrt[2]{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt}$$

La potencia aparente siempre tiene valor positivo

Potencia Activa

La potencia activa se calcula con la siguiente formula

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t)i(t) dt$$

$$\frac{1}{2N} [v(0)i(0) + u(N)i(N)] + \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} v(k\Delta t)i(k\Delta t) =$$

$$= \frac{1}{N} \sum_{k=1}^{N-1} v(k\Delta t)i(k\Delta t)$$

Porque $V=0$ y $V(n)=0$ según la definición del periodo T

Potencia activa en primera armónica

Cuando ya se hayan realizado las operaciones que se han descrito previamente lo que origina que se disponga de los valores de las amplitudes de todas las armónicas, las diferencias de fases de cada una, los valores efectivos con los cuales el analizador puede determinar la potencia activa de la primera armónica.

$$v(t) = v_1(t) = v_1 \text{Sen} \omega t \quad i_1(t) = i_1 \text{Sen}(\omega t + \gamma_1)$$

de estos valores sale

$$V = V_1 = C_v(I), I_1 = C_1(I)$$

$$V_{ef} = V_{1ef} = \frac{C_v(1)}{2\sqrt{2}}, I_{1ef} = \frac{C_1(1)}{2\sqrt{2}}$$

$$P_1 = P = V_{1ef} I_{1ef} = \frac{C_v(1)C_1(1)}{2}$$

8.9 CALCULO DE LAS POTENCIAS SEGÚN LA NORMA DIN-40110 - ETAPA ACTUAL -

El analizador se adaptó a la norma alemana para el cálculo de las variables, cabe destacar que el analizador se puede adaptar a la norma que se dese. Se adaptó a la norma alemana por ser esta una de las más populares. Para cubrir con la norma el analizador debe captar la señal y realizar los cálculos necesarios para la generación de los valores de las armónicas y las fases de las diferentes armónicas mediante la transformada de Fourier. Para luego calcular las variables requeridas en el orden que se describe. Las potencias calculadas por los módulos anteriores son:

$$P_{ap}, P_{ap1}, P_{ac} = P_{ac1}$$

y además se conocen :

$$V_{ef}, I_{ef}, C_{i1}$$

Para completar las potencias restantes se realizan las siguientes operaciones:

1. Del coeficiente de la primera armónica de la corriente C_{i1} se calcula el valor efectivo de la primera armónica.

$$I_{1ef} = 0.707C_{i1}$$

2. Se calcula el factor de distorsión de la corriente

$$g_i = \frac{I_{1ef}}{I_{ef}} = \cos\zeta$$

3. En base de g_i se calcula la potencia aparente de la primera armónica

$$P_{ap1} = P_{apgi}$$

4. La potencia reactiva de la primera armónica se calcula según la formula:

$$P_{reac} = \sqrt{P_{ap1}^2 - P_{ac}^2}$$

5. Calculo del factor de potencia de la primera armónica según

$$FP_1 = \frac{P_{ac1}}{P_{ap1}} \quad \gamma_1 = \arccos(FP_1)$$

6. Calculo del factor de potencia distorsionada FP_D correspondiente al ángulo $\varphi_E = \varphi_D$

$$FP_D = \frac{P_{ac}}{P_{ap}} \quad \gamma_{D1} = \arccos(FP_D)$$

7. Se calcula la potencia de la distorsión

$$D = \sqrt[2]{P_{ap}^2 - P_{ap1}^2}$$

8. Cálculo de la potencia reactiva total

$$P_{react} = \sqrt[2]{P_{react1}^2 + D^2}$$

Al salir de este modulo tenemos a nuestra disposición todas las potencias que forman el prisma triangular requerida para la norma DIN 40110.

8.10 CÁLCULOS DE LAS POTENCIAS

CORRESPONDIENTES A LA ETAPA FUTURA

Para poder llenar los coeficientes de la matriz se necesita tener disponibles los coeficientes de las series de tensión y de corriente, incluyendo los cálculos de las amplitudes de las armónicas y sus fases para poder determinar todos sus elementos.

Sabemos que todos los elementos de la “matriz” tienen dimensión de cuadrado de potencias y todas salvo la diagonal son potencias reactivas porque solo ella contiene potencia activa reactiva y aparente que se calcula según fórmulas de las potencias en ondas senoidales.

El método de obtener los componentes de potencias finales según la norma u opinión que se creara probablemente en tiempos cercanos. Este último los autores lo dejan abierto por no estar acumulada toda la experiencia suficiente, y según la opinión nuestra, los autores nos limitamos al cálculo de todos los componentes de la “matriz” porque ella representa todo el consumo complejo de la energía.

Antes de iniciar los cálculos de los elementos de la “matriz” en base de los coeficientes de las series de Fourier de tensión y corriente respectivamente debemos tener en cuenta que los coeficientes de estas series representan el valor máximo del transcurso senoidal y que para obtener el valor efectivo debemos dividir todos los coeficientes por la raíz cuadrada de dos.

$$C_{nef} = \frac{C_n}{\sqrt{2}} = \frac{C_{nmax}}{\sqrt{2}}$$

Sobre esta base podemos calcular en un doble ciclo todos los elementos de la “matriz”. El procedimiento que utilizamos se ilustra paso a paso a continuación:

1. Cálculo de todos los elementos de la “matriz” según la fórmula siguiente :

$$\begin{aligned} P_{apm,n}^2 &= (V_{mef} I_{nef})^2 \\ &= \left(\frac{C_V(m)}{\sqrt{2}} \frac{C_I(n)}{\sqrt{2}} \right)^2 = \\ &= \frac{(C_V(m)C_I(n))^2}{4} \end{aligned}$$

2. Descomposición de los elementos de la diagonal de potencias aparente en sus componentes de potencia activa y reactiva según las fórmulas:

$$P_{acdd}^2 = P_{apdd}^2 \cos^2 \gamma_d$$

$$P_{\text{reac},d}^2 = P_{\text{apd},d}^2 \text{Sen}^2 \gamma_d$$

3. Agrupamiento de las potencias del mismo carácter creando los grupos interesantes.

a) Potencia activa universal

$$P_{\text{ac}2\text{u}} = P_{\text{ac}21} = P_{\text{ac}211}$$

b) Potencia activa no universal de las altas armónicas

$$P_{\text{acNV}}^2 = \sum_{i=1}^n P_{\text{aci},i}^2$$

c) Potencia reactiva de la primera armónica

$$P_{\text{reac}1}^2 = P_{\text{reac}11}^2$$

d) Potencias reactivas de la diagonal excepto la primera armónica

$$P_{\text{reac}d}^2 = \sum_{i=2}^n P_{\text{reaci},i}^2$$

e) Potencia reactiva mutua provocada por armónicas mutuas diferentes de altas frecuencias salvo la primera fila de la matriz.

$$D_{\text{mut}}^2 = P_{\text{reacmut}}^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{\text{api},j}^2$$



9. Pantallas preliminares

9.1 PRINCIPAL

En este capítulo se mostrará las pantallas que se crearon para el sistema y dando una breve explicación de su intención.

La primera pantalla que da la bienvenida es la que engloba el menú principal y esta se puede ver en la Figura 9.1. A qui en esta pantalla se selecciona vía Mouse o teclado el menú que se quiera activar.

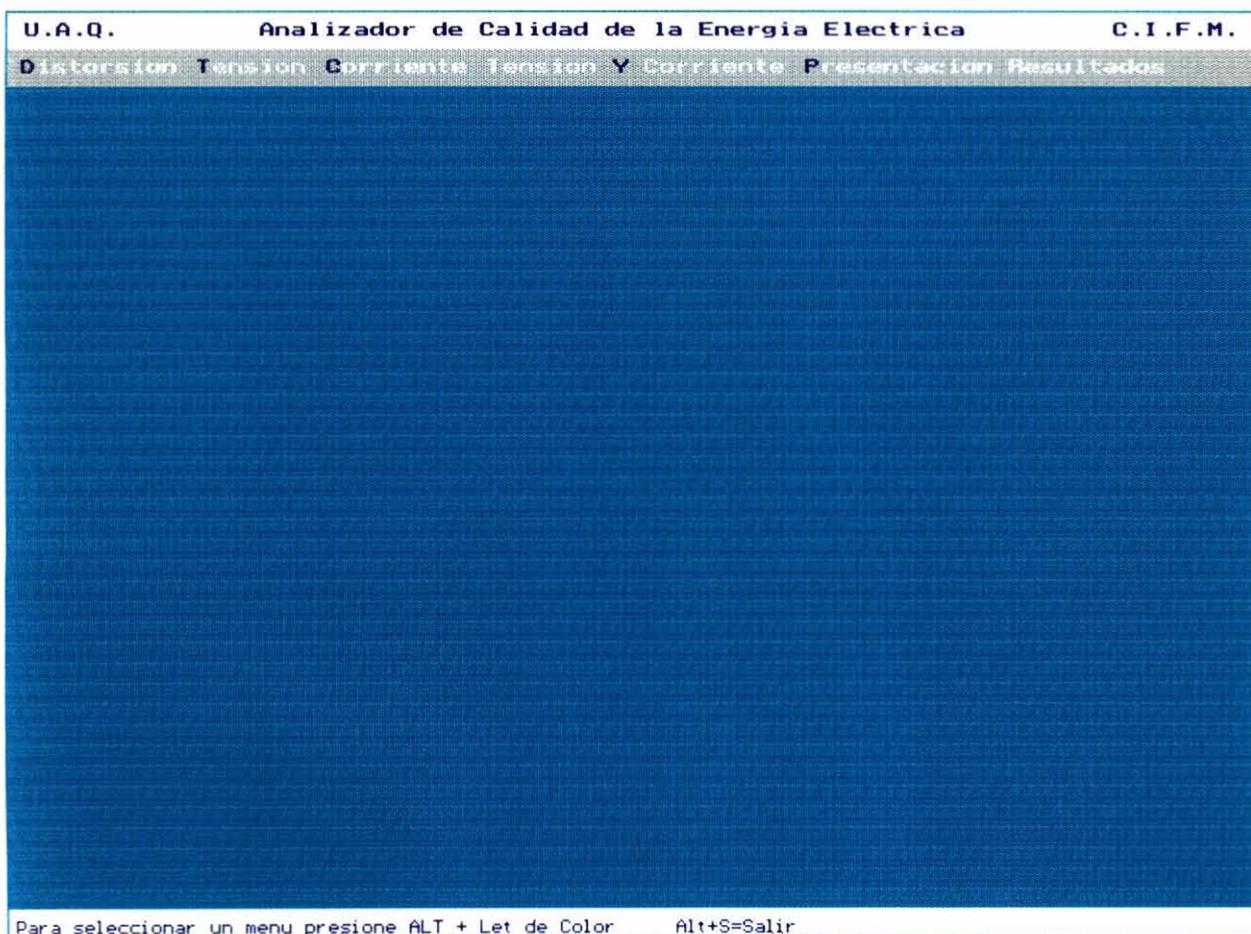


Figura 9.1 Pantalla de inicio

9.2 DISTORSIÓN

En este menú se presentan pantallas que tienen como finalidad mostrar la distorsión entre la señal captada de tensión y corriente con su respectivo primer armónico.

En la Figura 9.2 y 9.3 Se aprecia de una forma rápida las características de la señal de Tensión y Corriente, se puede observar lo siguiente: el defasamiento entre la señal captada y el primer armónico, la distorsión de la señal, la magnitud y fase de la primera armónica o frecuencia fundamental, se establece una fácil comparación entre el ideal y el real.

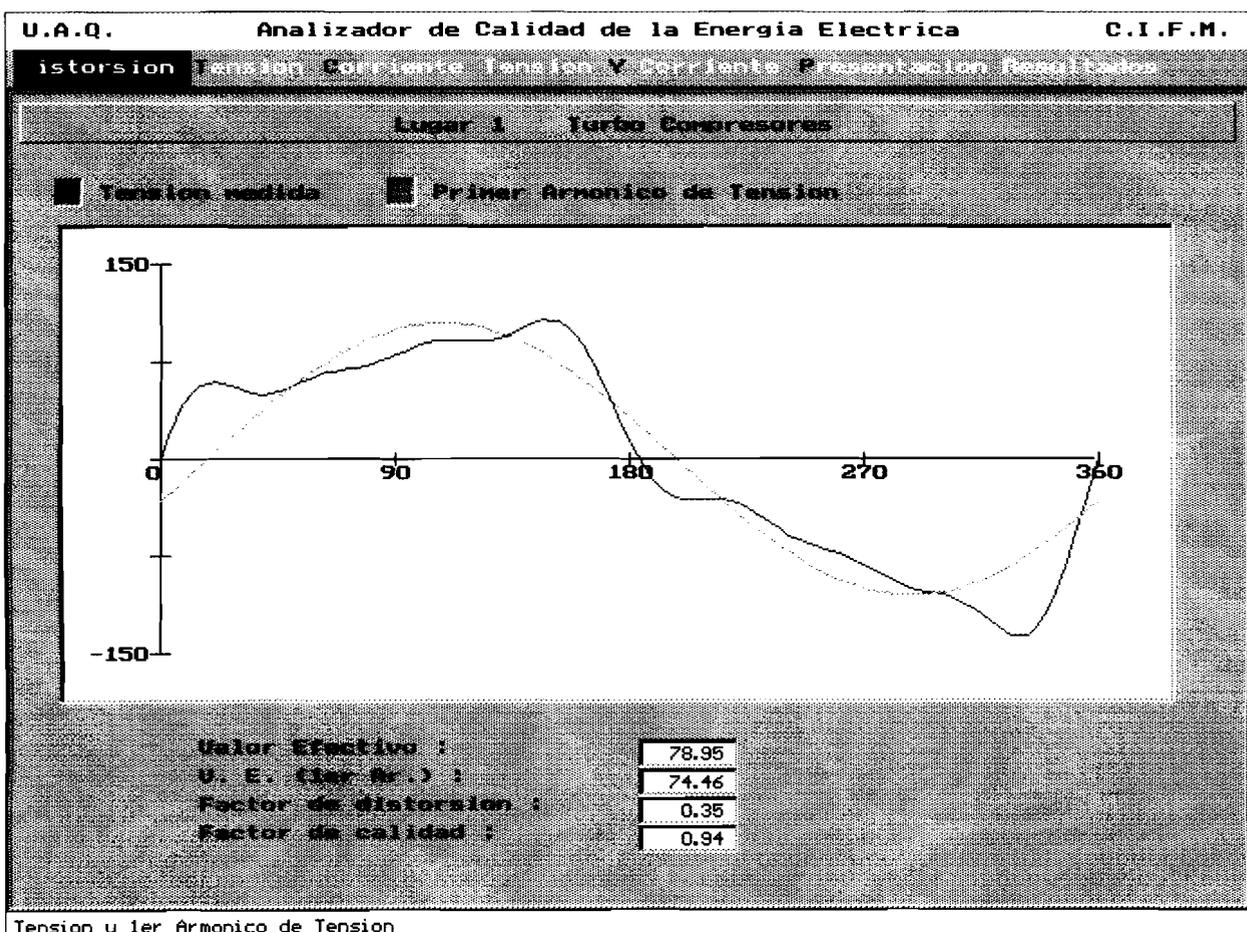


Figura 9.2 Tensión y primer armónico de tensión

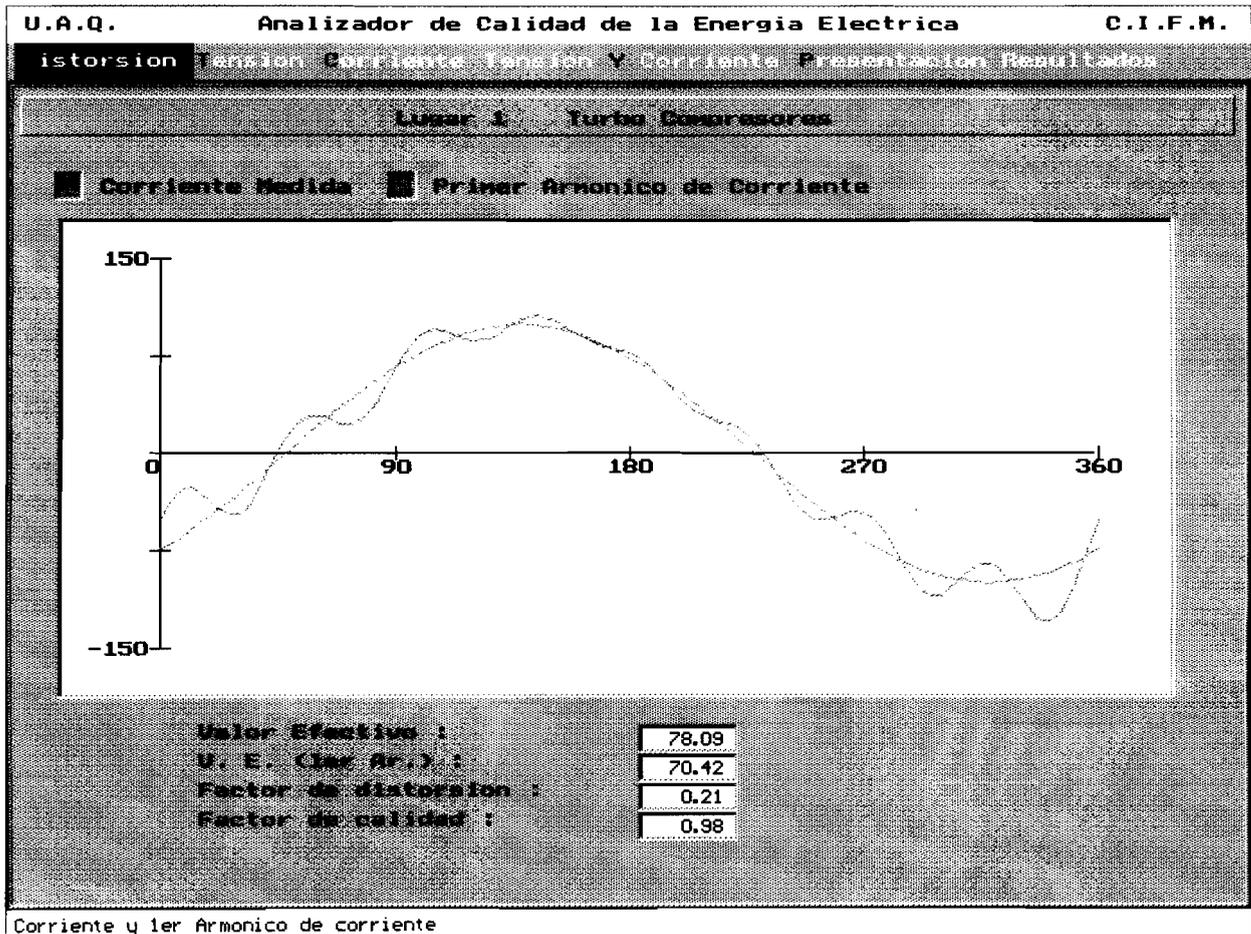
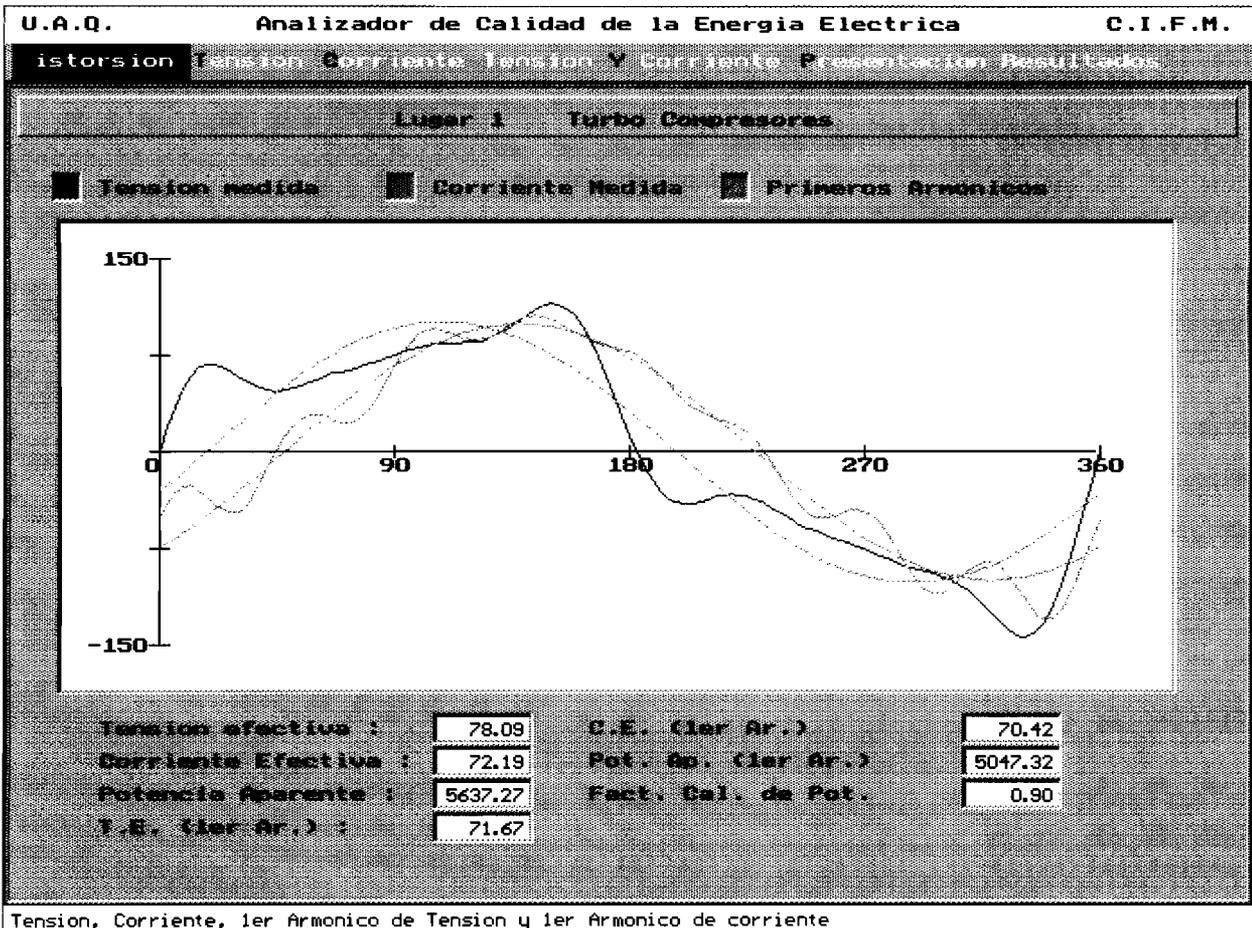


Figura 9.3 Corriente y su primer armónico

Y en la Figura 9.4 se despliegan las dos señales juntas con su respectivo primer armónico, lo cual permite ver el defasamiento existente entre corriente y tensión el cual es uno de los parámetros más importantes a considerar ya que en el defasamiento esta incluido el factor de Potencia y el tipo de carga.



Tension, Corriente, 1er Armonico de Tension y 1er Armonico de corriente

Figura 9.4 Tensión y Corriente con su respectiva primer armónica

9.3 TENSIÓN

En este menú se muestran a detalle las características de la tensión como son los armónicos, amplitud y fase.

En la Figura 9.5 se observan con precisión los armónicos de la señal de tensión la cual sirve para analizar exclusivamente la distorsión de la tensión.

Si la señal fuera totalmente limpia (senoidal) el primer armónico sería el 100% y el resto tendrían un valor de cero.

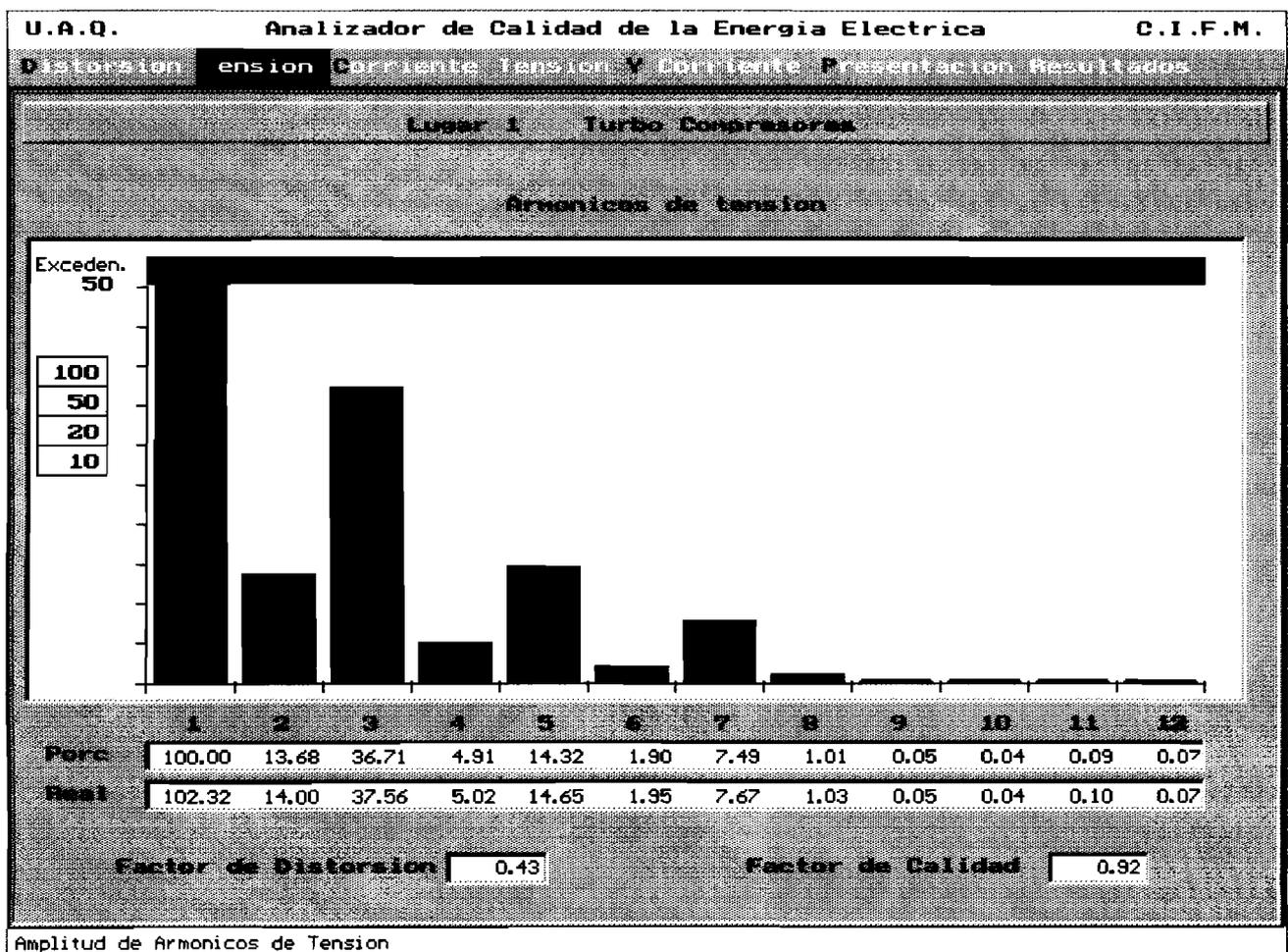


Figura 9.5 Amplitud de armónicos

En la Figura 9.6 se muestra el defasamiento de cada uno de los armónicos con respecto a la señal captada, pero también muestra la amplitud de cada uno de los armónicos.

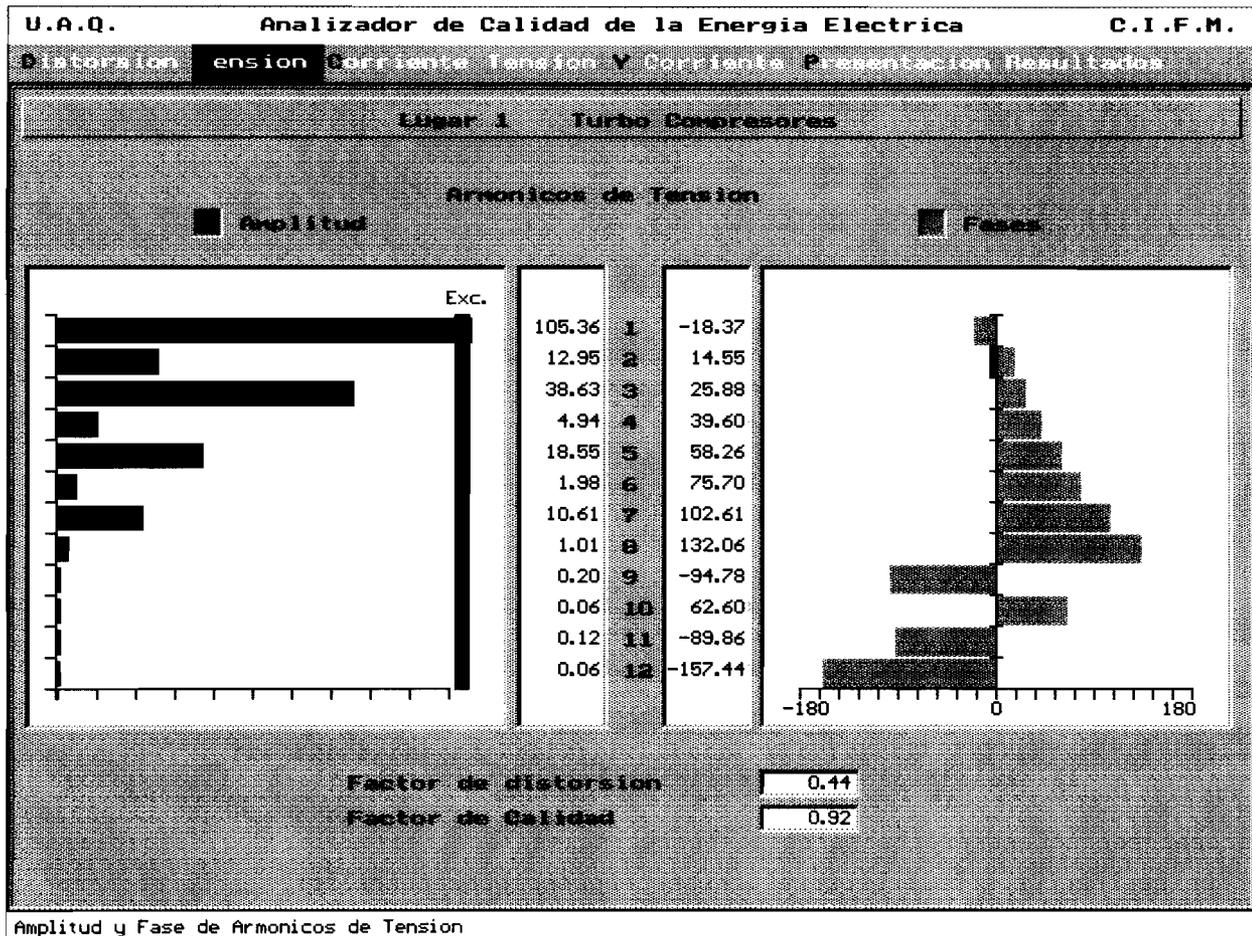


Figura 9.6 Amplitud y fase

En la Figura 9.7 se puede hacer un análisis más profundo de la señal en la amplitud de armónicos de tensión, se observa que armónicos ocasionan la distorsión para poder tomar las medidas que se consideran pertinentes.

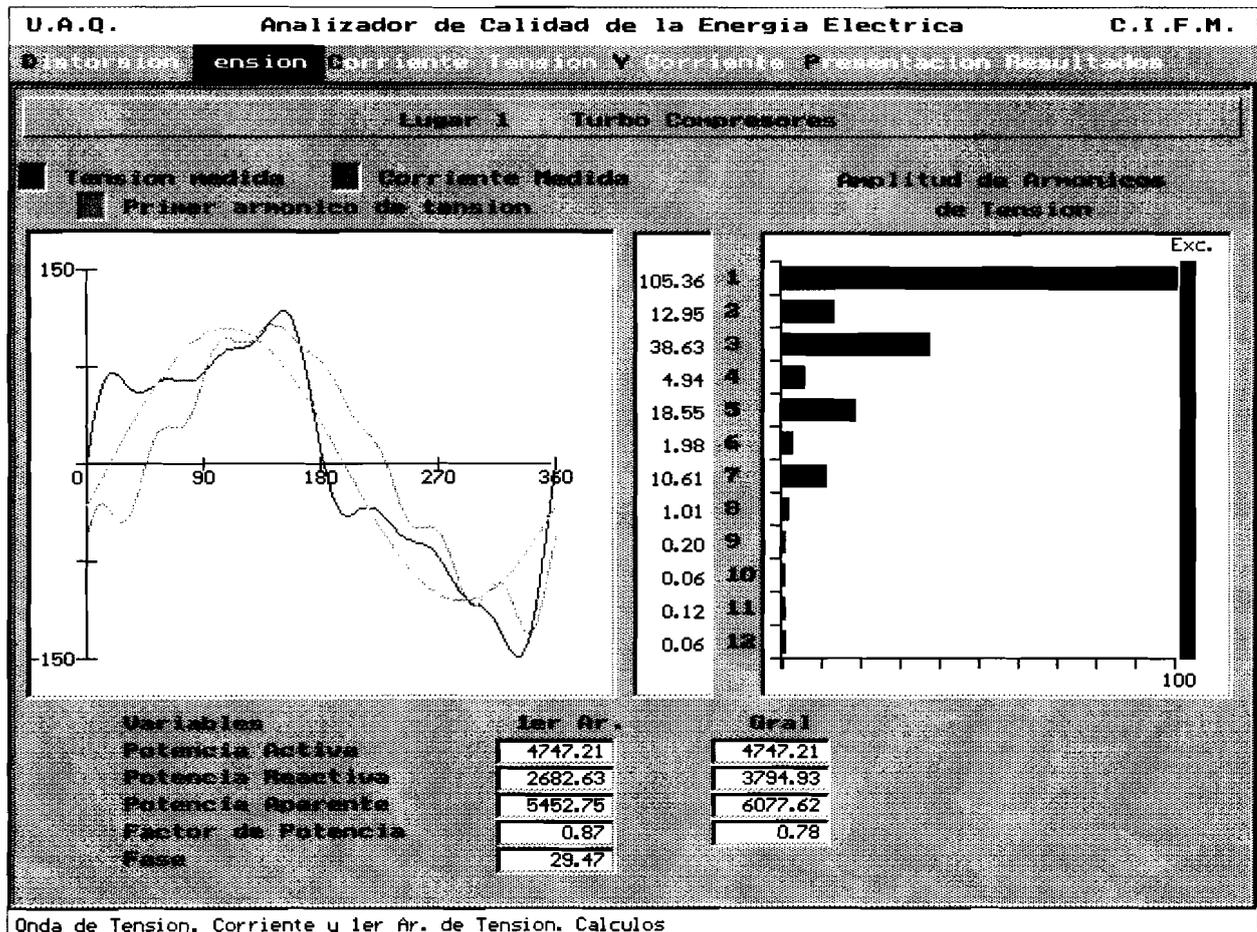


Figura 9.7 Ondas y cálculos

9.4 CORRIENTE

En este menú se muestra a detalle las características de la corriente como son los armónicos, amplitud y fase.

En la Figura 9.8 se puede ver con precisión los armónicos de la señal de corriente la cual sirve para analizar exclusivamente la distorsión de la corriente.

Si la señal fuera totalmente limpia (senoidal) el primer armónico sería el 100% y el resto tendrían un valor de cero.

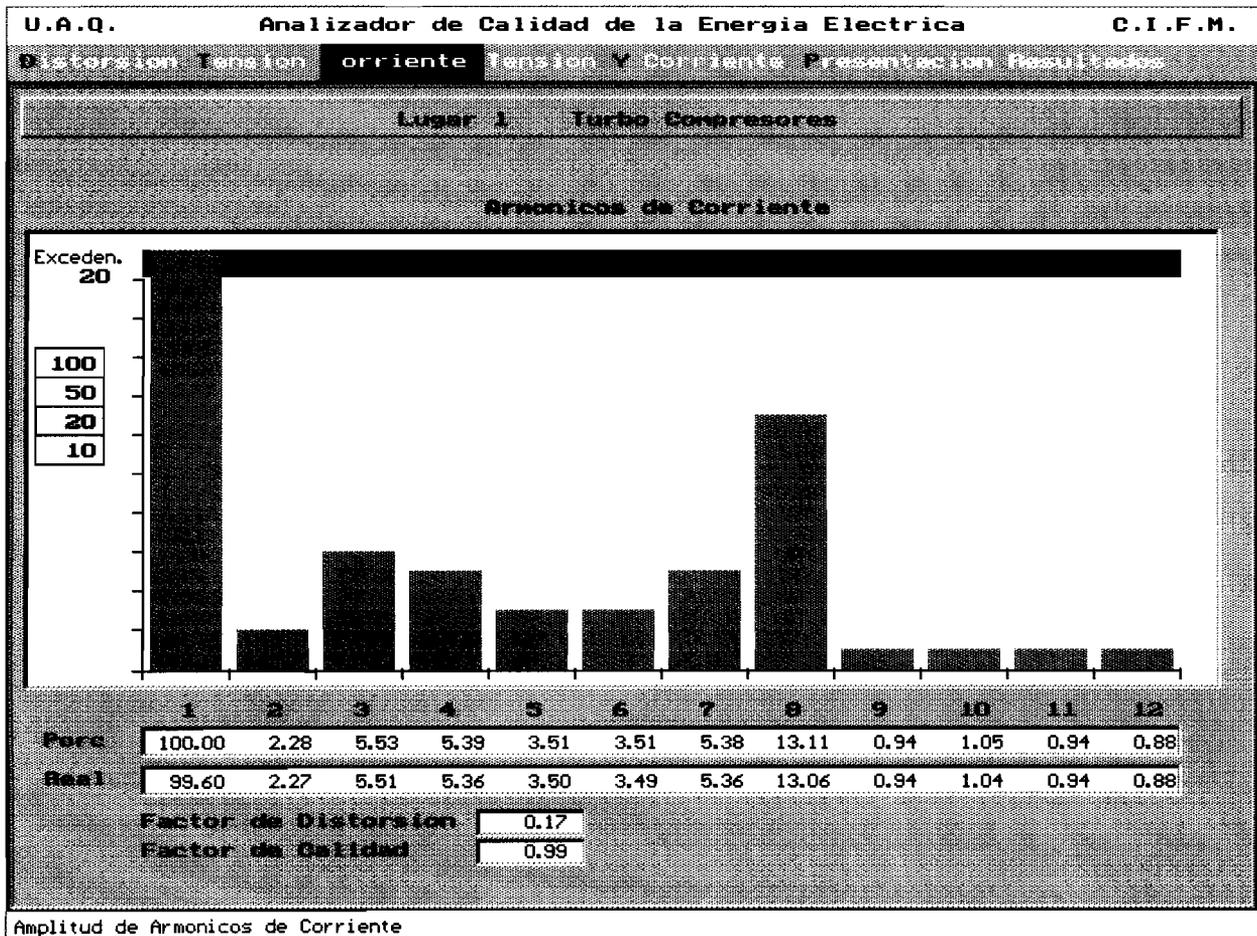


Figura 9.8 Amplitud de armónicos

En la Figura 9.9 se muestra el defasamiento de cada uno de los armónicos con respecto a la señal captada, pero también muestra la amplitud de cada uno de los armónicos.

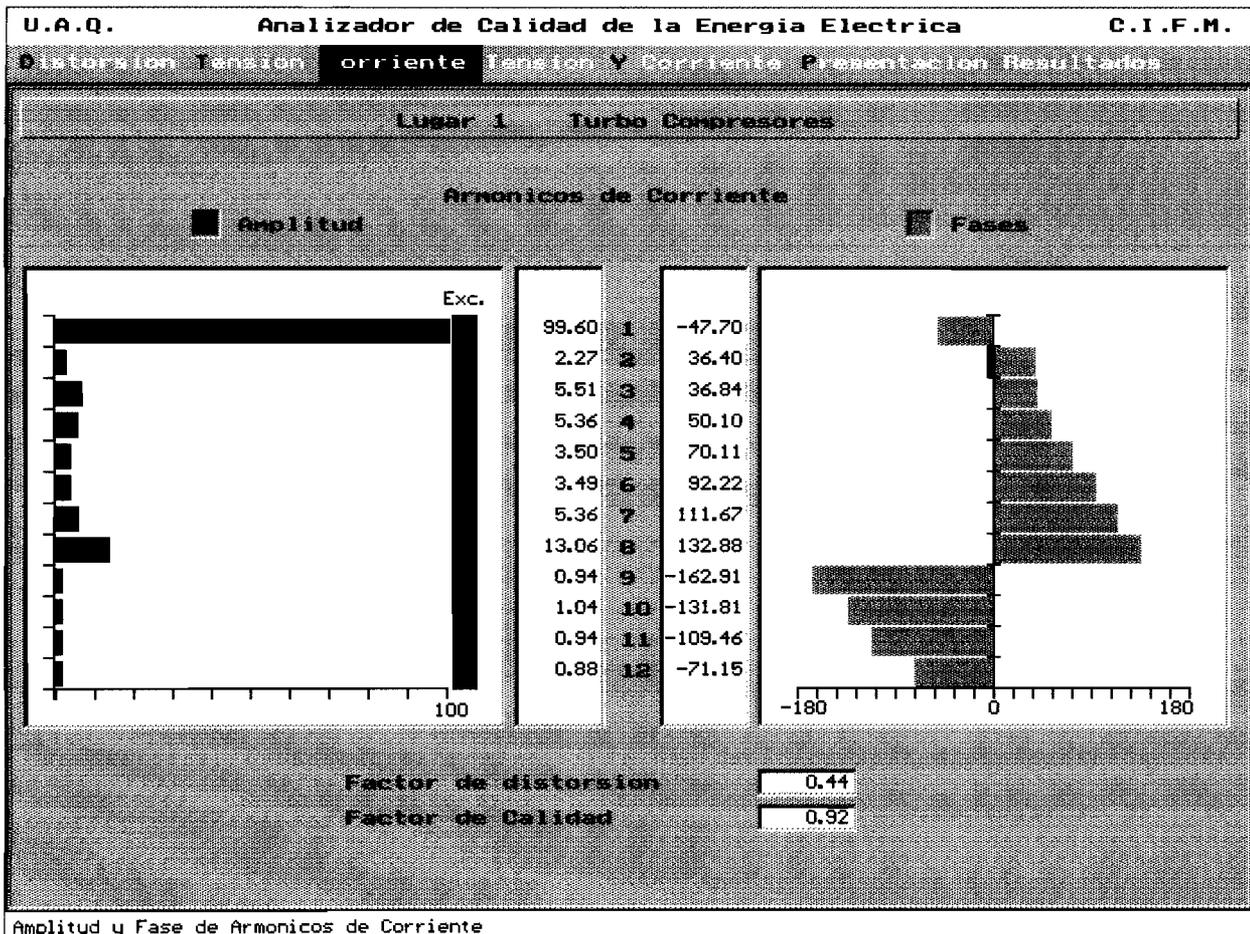
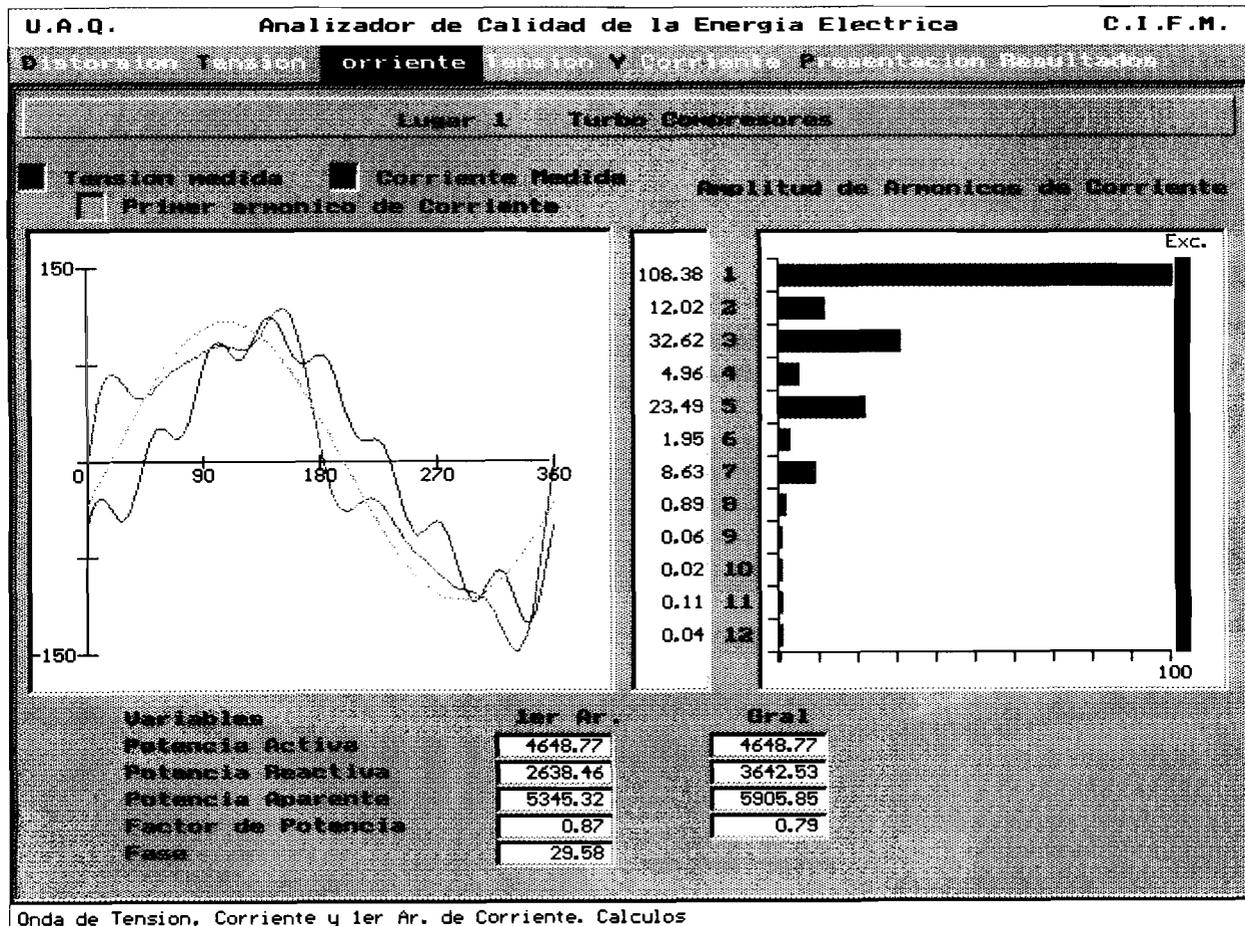


Figura 9.9. Amplitud y fase de Corriente

En la Figura 9.10 se puede hacer un análisis más profundo de la señal en la amplitud de armónicos de corriente, se observa que armónicos ocasionan la distorsión para poder tomar las medidas que se consideran pertinentes.

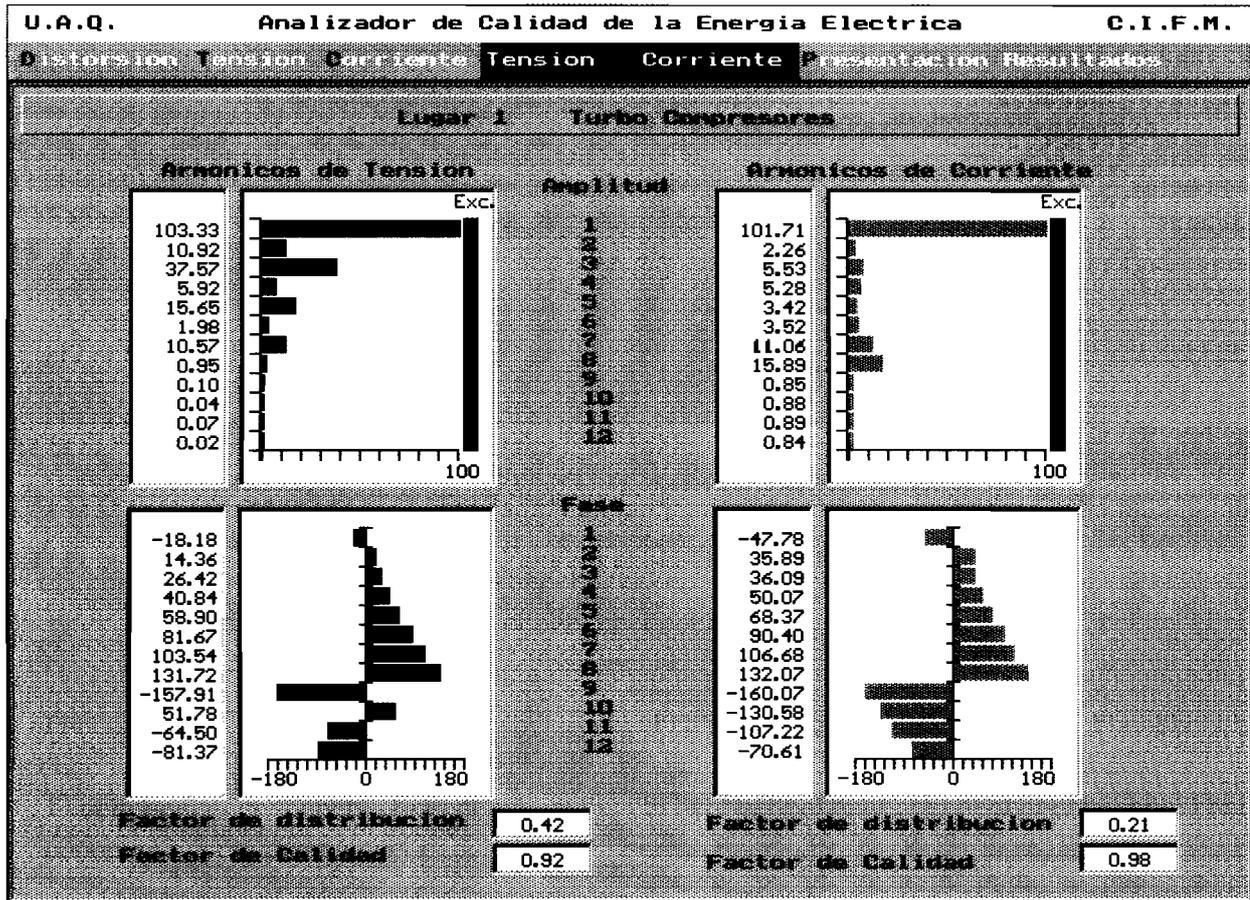


Onda de Tension, Corriente y 1er Ar. de Corriente. Calculos

Figura 9.10 Ondas y Cálculos de corriente

9.5 TENSION Y CORRIENTE

En la pantalla que se muestra en la Figura 9.11 se presenta en forma agrupada la amplitud y fase tanto para la corriente como para la tensión, también se presenta el factor de calidad y distribución para la tensión y corriente.



Amplitud y Fase de Armonicos de Tension y corriente

Figura 9.11 Armónicas: Amplitud y Fase

En la Figura 9.12 se presenta la amplitud tanto de los armónicos pares como de los impares. Los armónicos impares son los múltiplos impares de la frecuencia fundamental o primer armónica. Y los armónicos pares son los múltiplos pares de la frecuencia fundamental.

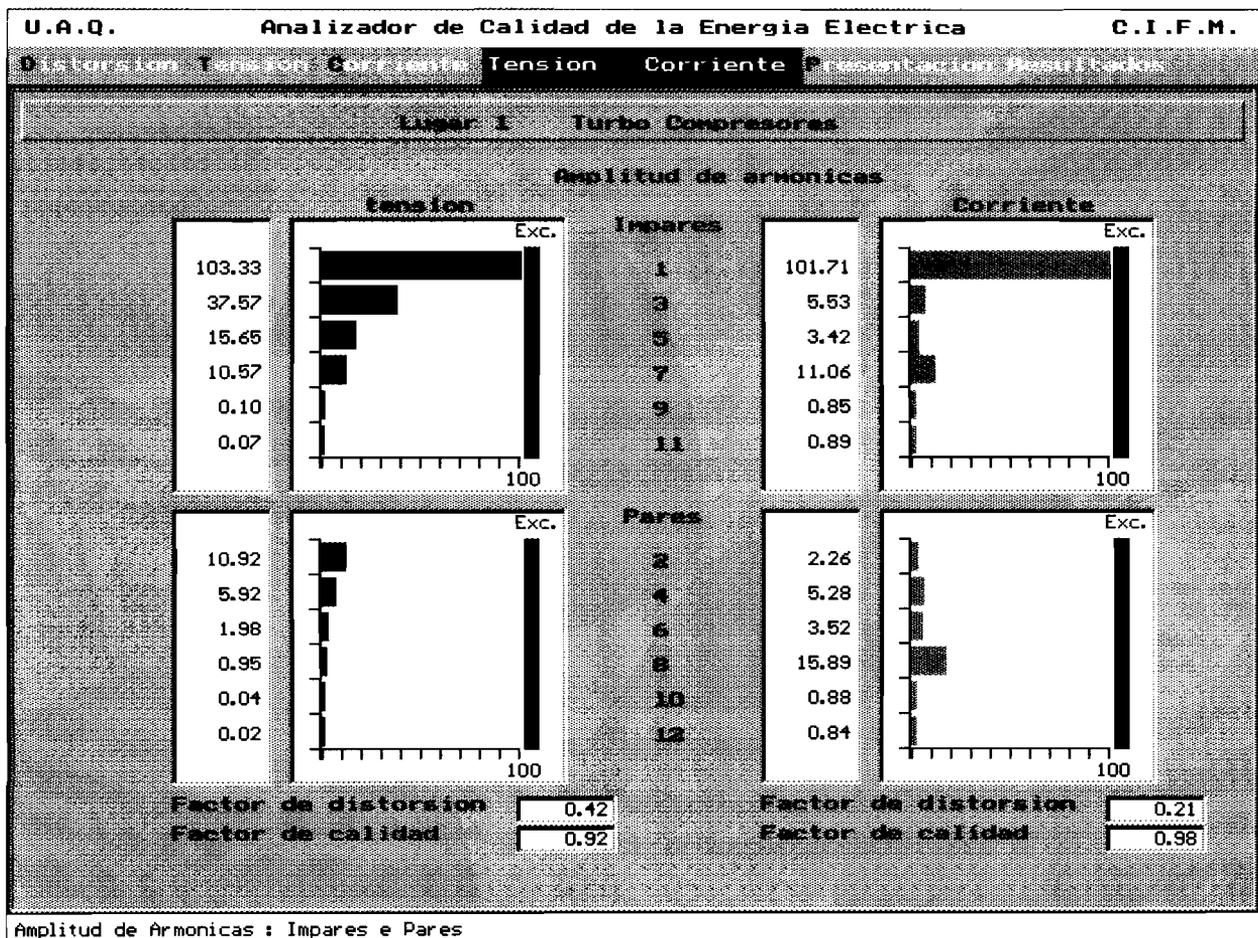


Figura 9.12 Amplitud de armónicos

En la Figura 9.13 se muestra la amplitud de los armónicos de tensión y corriente y su diferencia de fase.

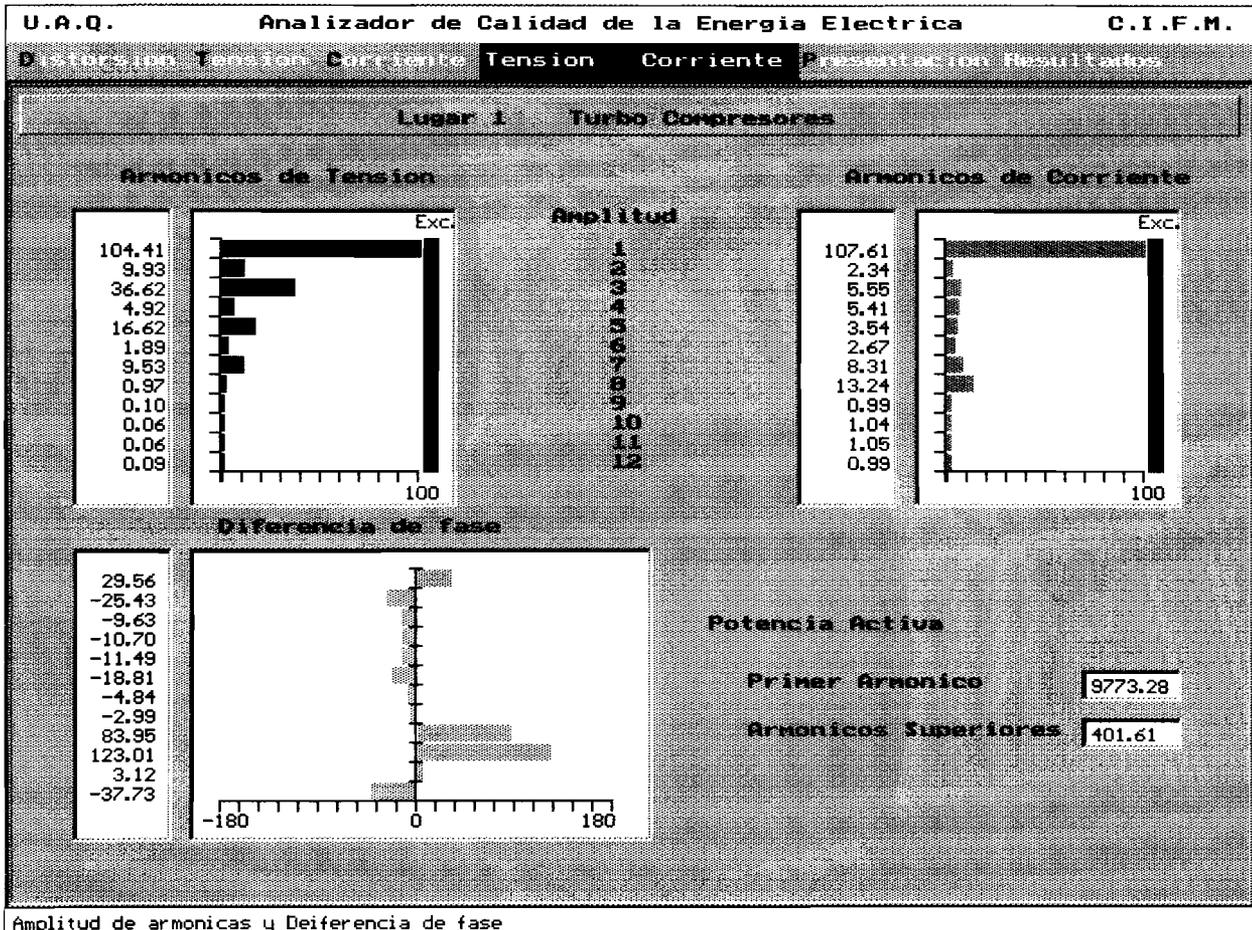


Figura 9.13 Amplitud y diferencia de Fase

En la Figura 9.14 se despliega toda la información sobre tensión y corriente, La información referida es : onda captada, amplitud y fase de los armónicos lo que nos permite hacer un análisis del lugar.

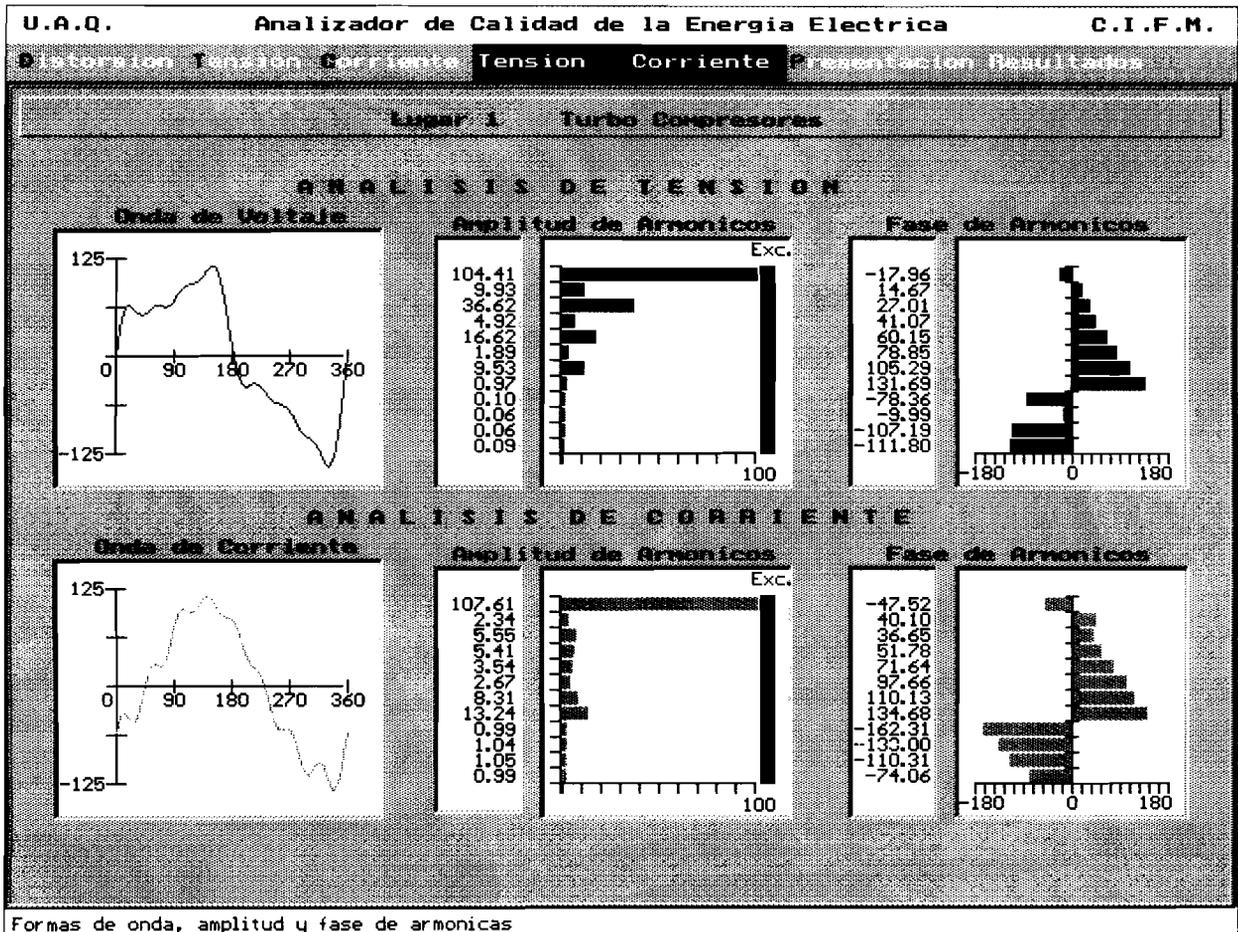


Figura 9.14 Analisis General.

9.6 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Para hacer un despliegue del comportamiento de las variables se usó la pantalla de la Figura 9.15 donde se muestra el comportamiento de seis variables durante un lapso de tiempo, el tiempo en que se monitorea la señal es cada 10 segundos y también muestra su valor digital y analógico en los medidores.

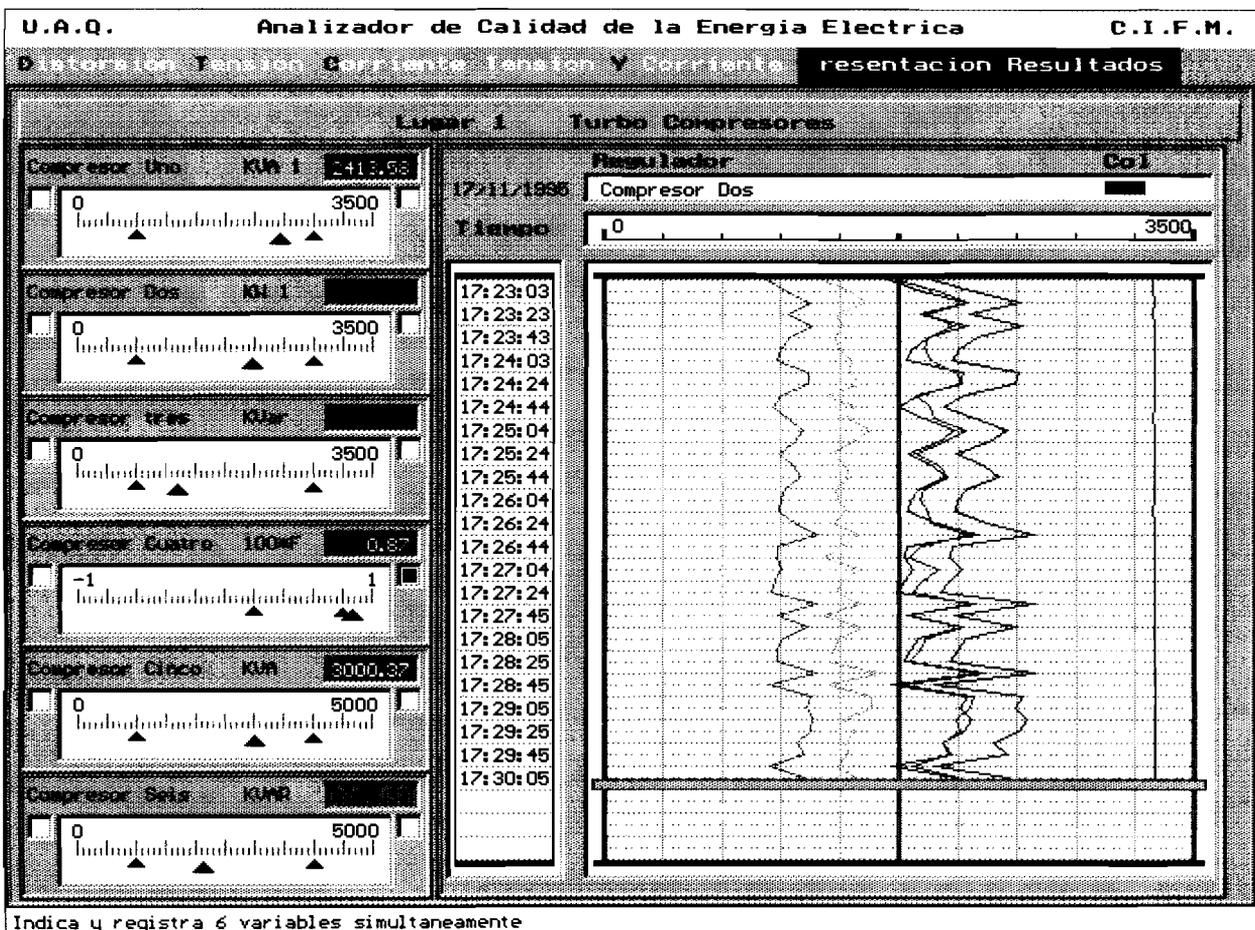
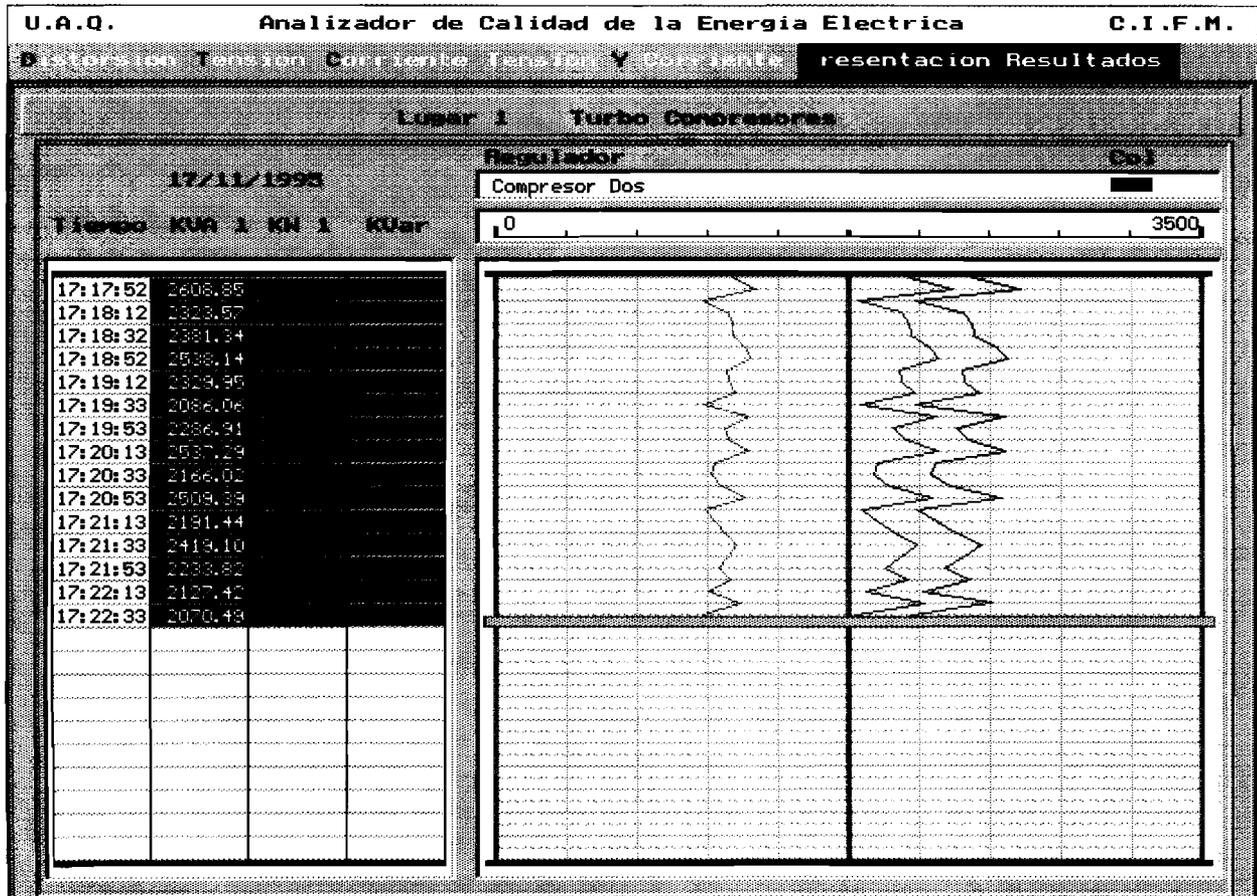


Figura 9.15 Despliegue de un registrador con medidores.

Para tener un valor más preciso del comportamiento de tres variables en especial se ocupó la pantalla que se ve en la Figura 9.16, donde muestra el

comportamiento de las variables pero también muestra los valores digitales para una mayor comprensión.

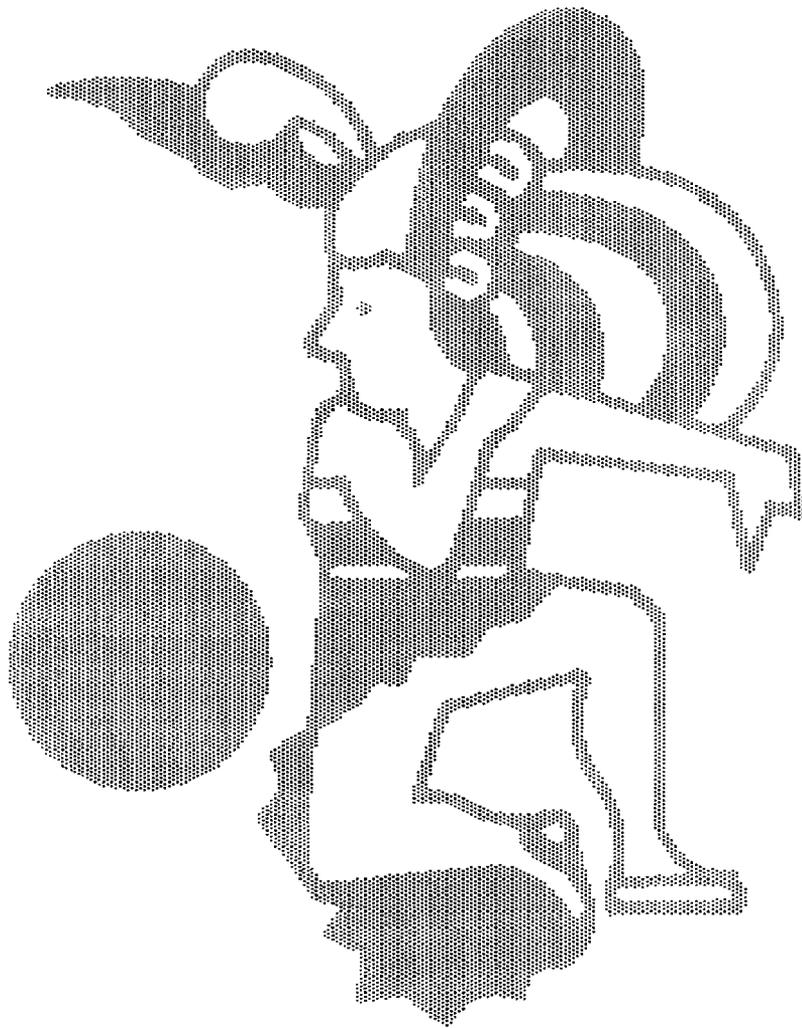


Muestra valores de tres variables y las registra

Figura 9.16 Registro de tres variables y despliegue de sus resultados



IV. Demostración de hipótesis y conclusiones



10. Conclusiones

10.1 DEMOSTRACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

- *El Licenciado en Informática puede generar herramientas en software para los proyectos de monitoreo.*

En el desarrollo de software de acuerdo a las necesidades de construir un software más confiable y más rápido se presenta la necesidad de construir herramientas que permitan cubrir las necesidades antes mencionadas

Por lo que la demostración de esta hipótesis queda reflejada, en el software que se desarrollo, el cual es la suma de un conjunto de herramientas que se implementaron.

Además dichas herramientas se están utilizando en otros proyectos que se están desarrollando, la utilización de estas herramientas no cubren el 100% de los proyectos donde se están empleando pero de acuerdo al análisis tanto del proyecto como de la herramienta se están mejorando estas ultimas o también se están construyendo nuevas herramientas en base a las que se generaron.

Por lo que se puede concluir que el Licenciado en Informática si es capaz de construir herramientas para los proyectos de monitoreo y así tratar de hacer un desarrollo más profesional.

- *El Licenciado en Informática es el medio de comunicación entre la tecnología de la información y la organización de la información en el anllizador.*

El Licenciado en Informática en acorde a los conocimientos que se imparten durante el estudio de la licenciatura, se afirma que tiene los conocimientos sobre la tecnología de la información.

Además por el perfil de la carrera que no se involucra en una sola disciplina por lo que el egresado de esta licenciatura tiene una preparación integral, brindando la oportunidad a éste de tener como lugar de desarrollo una área donde intervienen diferentes campos del conocimiento y aunado a que el Licenciado en Informática tiene la capacidad de análisis se considera que tiene la preparación para identificar los requerimientos o necesidades de los proyectos.

Por lo anterior podemos concluir que el Licenciado en Informática al tener los conocimientos sobre la tecnología de la información y además de contar con la capacidad para entender las necesidades de un proyecto. Este puede fungir como el medio de comunicación entre la tecnología de la información y la organización de la información del analizador.

Técnica

- *La energía en la red distorsionada esta presentada como un conjunto de componentes basados en armónicos.*

Si se tiene que la energía en una red se presenta distorsionada, se puede afirmar que esta se puede obtener por medio de un conjunto de senos y cosenos llamados armónicos, esta afirmación se basa en que la series de Fourier, La cual indica que a una señal periódica pero no senoidal se puede descomponer en un conjunto se senos y cosenos.

En términos eléctricos que la energía distorsionada es una señal no senoidal periódica, por lo que se puede concluir que en la red circula la suma de senos y cosenos.

10.2 CONCLUSIÓN

El proyecto en que se participo tiene como finalidad el bienestar de la sociedad porque se busca un aprovechamiento optimo de la energía ya que esto repercute negativamente en varios aspectos.

El proyecto cubre principalmente dos aspectos, los cuales son el ecológico y el económico. Lo que suponemos que a cualquier persona mínimo le interesa uno, de allí que es un proyecto que tenga una aplicación viable.

Para el desarrollo de este proyecto intervienen varias áreas tales como electrónica e informática.

Cabe destacar que no solo la Universidad Autónoma de Querétaro esta trabajando para el ahorro de energía, si no que hay otras universidades y empresas que buscan el mismo objetivo: ahorro de energía eléctrica.

Algo que a mi como autor del software me parece extraordinario es el poder trabajar con personas que tienen una gran confianza y creatividad para la solución de problemas. Así como también la confianza que depositan en los estudiantes para resolver parte de un problema planteado.

La integración de las diferentes áreas permite la solución de los problemas aunado a la experiencia de nuestros coordinadores, que sin ellos esta trabajo simplemente no se realizaría.

Algo que deja el trabajo interdisciplinario al autor, es que sin importar la institución proveniente o grado de estudios se puede trabajar para lograr un objetivo principal el beneficio a la comunidad, y por ende poner en alto el nombre de esta casa de estudios.

Hasta hoy el proyecto se a perfeccionado en algunas etapas que lo requieren, pero ahora corresponde la creación de los sensores para poder hacer las mediciones reales.

En resumen

- Los proyectos interdisciplinarios son de gran provecho para los involucrados.
- Creación de tecnología en las universidades



11. Bibliografía
