



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TRABAJO DE GRADO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**TÍTULO:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO ROBÓTICO CONTROLADO POR LA  
RED ELÉCTRICA MEDIANTE PLT”**

**AUTORES:**

**EDWIN RODRIGO BONILLA VIMOS  
ENRIQUE JEOVANNY RAMÓN VARGAS**

**DIRECTOR:**

**JORGE YUQUILEMA**

**Riobamba – Ecuador**

**2011  
CALIFICACIÓN**

Los miembros del tribunal, luego de haber receptado la Defensa del trabajo escrito, hemos determinado la siguiente calificación.

**Para constancia de lo expuesto firman:**

**MIEMBROS**

**NOTA**

**FIRMA**

Ing. Wilson Baldeón  
**Presidente del Tribunal**

-----

-----

Ing. Geovanny Cuzco  
**Miembro del Tribunal**

-----

-----

Ing. Jorge Yuquilema  
**Director del Proyecto de Investigación**

-----

-----

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Rodrigo Bonilla, Enrique Ramón y al Director del Proyecto de investigación Ing. Jorge Yuquilema; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro agradecimiento es a la universidad nacional de Chimborazo cuyos laboratorios y aulas nos formamos y sirvieron para la culminación de nuestra investigación, a todos los profesores que nos brindaron su ayuda.

De manera especial al Ing. Wilson Baldeón y al Ing. Daniel Santillán por su apoyo incondicional.

Agradecimiento especial

A los Ing. Geovanny Cuzco e Ing. Hugo Moreno Por la ayuda y conocimientos en nuestro tema de tesis

Al Ing. Iván Usiña por la colaboración y su buena disposición durante la elaboración de nuestro proyecto de tesis.

Al Ing. Jorge Delgado por la disposición de su tiempo y la ayuda a conseguir los elementos en la elaboración de nuestra tesis.

Pero sobre todo a **Dios** que sin el no somos nada.

## **DEDICATORIA**

La culminación de este trabajo es el esfuerzo de toda mi familia en especial a mis padres que sin el esfuerzo y entrega de parte de ellos no hubiera culminado mi carrera.

**Enrique Ramón**

La finalización de este trabajo es la recompensa al esfuerzo incansable e incondicional de mis padres y hermanos ya que me brindaron apoyo incondicional día a día, y en especial a mi novia ya que siempre me apoyo para cumplir este sueño tan anhelado.

**Rodrigo Bonilla**

## **ÍNDICE GENERAL**

ÍNDICE DE FIGURAS.....	
xii	
INDICE DE TABLAS.....	
xxi	
RESUMEN.....	
xxii	

SUMARY.....

xxiii

INTRODUCCIÓN.....

xxiv

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL.....**

1

1.1 Planteamiento del problema.....

1

1.2 Formulación del problema.....

2

1.3 Objetivos.....

2

1.3.1 Objetivo general.....

2

1.3.2 Objetivos específicos.....

2

1.4 Justificación.....

3

## **CAPITULO II**

### **2. FUNDAMNETACION TEORICA.....**

4

2.1 PLT.....

4 2.1.1 Estandarización.....

4

2.1.2 Tecnología PLT.....

4

2.1.3 Principios operativos.....

5

2.1.4 Marco legal y normativa.....

6

2.1.5 Descripción del sistema.....	6
2.1.6 Información del mercado.....	7
2.1.7 Discusión.....	7
2.1.8 Aspectos regulatorio y normativos de PLC.....	9
2.1.9 Beneficios de la tecnología Powerline Networking.....	9
2.1.10 Desafíos.....	10
2.1.11 Técnicas de modulación de datos.....	11
2.1.12 Características de la modulación OFDM.....	11
2.1.13 Ventajas y desventajas de la tecnología PLT.....	12
2.1.13.1 Las ventajas son:.....	12
2.1.13.2 las desventajas son:.....	13
2.2 REDES DE ENERGÍA ELECTRICA.....	13
2.2.1 ¿Que es la red eléctrica?.....	14
2.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	15
2.3.1 ¿Qué es un conductor eléctrico?.....	15
2.3.2 Clasificación de los conductores eléctricos.....	16
2.3.2.1 Según su constitución.....	16

	2.3.2.1.1 Alambre.....	
16		
	2.3.2.1.2 Cable.....	
16		
	2.3.2.2 Según el número de conductores.....	
16		
	2.3.2.2.1 Monoconductor.....	
16		
	2.3.2.2.2 Multiconductor.....	
17		
2.4	DAÑOS QUE GENERAN EL MAL DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES ELECTRICOS.....	
	17	
2.5	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LOS CONDUCTORES	
18		
2.6	CONEXIÓN A TIERRA.....	
18		
	2.6.1 Objetivos elementales de una instalación de puesta a tierra...	
19		
	2.6.2 Medición de la puesta a tierra.....	
20		
	2.6.3 Beneficios.....	
21		
	2.6.4 Áreas de aplicación.....	
22		
2.7	TIPO DE PERTURBACIONES ELECTRICAS EN LA LINEA AC.....	
23		
	2.7.1 Transitorios.....	
23		
	2.7.2 Ruido eléctrico.....	
23		



2.7.3	Armónicos.....	24
2.7.4	Tierra.....	24
2.7.5	Cortes de energía.....	24
2.8	LABVIEW.....	24
2.8.1	¿Cómo trabaja labview?.....	26
2.8.1.1	Panel frontal.....	26
2.8.1.1.1	Diagrama de bloques.....	27
2.8.1.2	Paletas.....	29
2.8.1.2.1	Paleta de herramientas.....	29
2.8.1.2.2	Paleta de controles.....	29
2.8.1.2.3	Paleta de funciones.....	29
2.8.2	Programación en labview.....	30
2.8.3	Ejecución en VI.....	31
2.8.4	Estructuras.....	32
2.9	ULTRA VNC.....	34
2.9.1	Definición.....	34

2.10	CORINEX AV200 POWERLINE ETHERNET ADAPTER.....	35
	2.10.1 Requerimientos del sistema.....	36
	2.10.2 Descripción del panel frontal.....	36
	2.1.2.1 Definiciones de la señal de luz led.....	36
	2.10.3 Descripción panel lateral.....	37
	2.10.3.1 Definiciones de los conectores.....	37
	2.10.4 Especificaciones técnicas.....	37
	2.10.5 Instalando el AV200 Powerline adapter.....	38
	2.10.6 Probando la instalación.....	38
	2.10.7 Pagina de autenticación.....	39
	2.10.8 Pagina principal.....	40
	2.10.8.1 Pagina de información adicional.....	41
	2.10.9 Pagina de cambio de configuración.....	41
2.11	COMPACT FIELDPOINT.....	42
	2.11.1 Beneficios del compact FieldPoint.....	43
	2.11.1.1 Grado industrial.....	43
	2.11.1.2 Fiabilidad.....	43

	2.11.1.3 Fácil de usar.....	
43		
	2.11.2 Partes y accesorios del compact FieldPoint.....	
43		
	2.11.2.1 NI cFP-DI-301.....	
44		
	2.11.2.2 NI cFP-CB-1.....	
44		
	2.11.2.3 NI cFP-AI-100.....	
45		
	2.11.2.4 NI cFP-RLY-421.....	
46		
	2.11.2.5 NI cFP-DO-400.....	
46		
	2.12 ROBOT.....	
47		
	2.12.1 Tipos de configuración en los robots.....	
47		
	2.12.1.1 Poli articulados.....	
47		
	2.12.1.2 Móviles.....	
48		
	2.12.1.3 Androides.....	
48		
	2.12.1.4 Zoomórficos.....	
49		
	2.12.1.5 Híbridos.....	
50		
	2.12.1.6 Robot industrial.....	
50		
	2.12.2 Avances de la robótica en otra áreas.....	
51		
	2.12.3 Brazo robótico.....	
52		

2.12.4 Comparación del brazo robótico con el brazo humano.....	53
2.12.4.1 Características del brazo humano.....	55
2.12.4.2 Características del brazo robótico.....	55
2.13 FUENTE DUAL.....	55
2.14 SENSOR DE FUERZA FLEXIFORCE.....	56
2.14.1 Especificaciones FlexiForce.....	56
2.14.1.1 Construcción.....	56
2.14.1.2 Principio físico.....	56
2.14.1.3 Características de la señal que entrega.....	56
2.14.1.4 Especificaciones técnicas-eléctricas.....	56
2.14.1.5 Condiciones de trabajo.....	57
2.14.1.6 Principio físico.....	57
2.14.1.7 Características de la señal.....	58
2.15 CARACTERISTICAS DEL SWICH D-LINK PARA CONEXIÓN EN RED.....	60
2.15.1 Estándares.....	60
2.15.2 Conectores.....	60

2.15.3	Transferencia.....	60
2.15.3	Método de acceso.....	61
2.15.4	Método de transmisión.....	61
2.15.5	Topología.....	61
2.15.6	Filtering address table.....	61
2.15.7	Packet filtering/ forwarding rates.....	61
2.15.8	Leds indicadores.....	61
2.15.9	Consumo.....	61

### **CAPITULO III**

#### **3. METODOLOGIA**

3.1	INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	62
3.1.1	Circuitos.....	62
3.2	PRUEBAS UTILIZANDO LOS EQUIPOS PLT.....	62
3.2.1	Pruebas de red LAN.....	63
3.3	ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL BRAZO ROBOTICO EL LABVIEW.....	63
3.3.1	Panel frontal.....	64
3.3.2	Diagramas de bloques del programa.....	65

3.3.3	Rangos de movimiento del brazo robótico.....	65
3.3.4	Salidas de control.....	66
3.3.5	Monitoreo del brazo robótico.....	67
3.3.6	Selección de controles.....	68
3.3.7	Control en tiempo real.....	68
3.3.8	Control Automatizado.....	69
3.3.9	Automatización Cerrada.....	70
3.3.10	Programación del sensor de fuerza.....	71
3.4	CONFIGURACION DEL COMPACT FIELDPOINT.....	73
3.4.1	Configuración 1: Red Aislada.....	73
3.4.2	Configuración 2: Red Expuesta.....	75
3.5	TIPS PARA CIERTAS PROBLEMATICAS:.....	76
3.5.1	No se puede ver la tarjeta en Max.....	76
3.5.2	Perdida intermitente de comunicación.....	76
3.6	CONEXIÓN DE MOTORES Y PARTES DEL BRAZO ROBÓTICO.....	77
3.6.1	Partes del brazo robótico.....	78

3.6.2	Montaje del sensor de fuerza en la pinza del brazo robótico.....	82
	3.6.2.1 Circuito del Sensor de Fuerza.....	82
3.7	MONTAJE DE LAS CÁMARAS PARA EL MONITOREO.....	83
3.8	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO.....	85
3.9	INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE COMPACT FIELDPOINT Y EL BRAZO.....	86
3.10	CONEXION DEL SWITCH PARA COMUNICACIÓN DE LOS EQUIPOS.....	90
3.11	CONFIGURACIÓN DE UVNC PARA MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL.....	90
	3.11.1 Como instalar Ultra VNC.....	90
3.12	CONEXIÓN DEL COMPACT FIELPOINT.....	95
3.13	DIAGRAMA TOTAL DEL SISTEMA.....	96

## **CAPITULO IV**

4.	RESULTADOS.....	99
4.1	PRELIMINARES.....	99
	4.1.1 Verificación física de la red eléctrica.....	99
	4.1.2 Pruebas utilizando los equipos PLT.....	100
	4.1.3 Pruebas de la red LAN.....	101

4.1.4	Elaboración del programa de control del brazo robótico en Labview.....	102
4.1.4.1	Panel frontal.....	102
4.1.4.2	Diagrama de bloque.....	102
4.1.4.3	Rangos de movimiento del brazo robótico.....	102
4.1.4.4	Salidas de control.....	102
4.1.4.5	Monitoreo del brazo robótico.....	103
4.1.4.6	Controles del programa.....	104
4.1.5	Configuración del compact FieldPoint.....	104
4.1.6	Conexión de motores y partes del brazo robótico.....	104
4.1.7	Montaje de las cámaras para el monitoreo.....	105
4.1.8	Fuente de alimentación del brazo robótico.....	106
4.1.9	Interfaz de comunicación entre compact FieldPoint y el brazo..	107
4.1.10	Conexión del switch para comunicación de los equipos.....	108
4.1.11	Configuración de Ultra VNC para monitoreo en remoto en tiempo real.....	108
4.1.12	Conexión del compact FieldPoint .....	109
4.1.13	Conexión del sensor de fuerza.....	109



## CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
5.1	CONCLUSIONES.....	110
5.2	RECOMENDACIONES.....	111
	BIBLIOGRAFÍA.....	112
	ANEXOS.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO II

Fig. 2.1	Ambient BPL ( <b>B</b> roadband over <b>P</b> ower <b>L</b> ines).....	5
Fig. 2.2	Modulación OFDM.....	12
Fig. 2.3	Tendido eléctrico.....	14
Fig. 2.4		

Ruta de la energía eléctrica desde su generación.....	14
Fig. 2.5	
Alambre.....	16
Fig. 2.6	
Cable.....	16
Fig. 2.7	
Mono conductor.....	17
Fig. 2.8	
Multiconductor.....	17
Fig. 2.9	
Consecuencias del mal dimensionamiento de los conductores.....	18
Fig. 2.10	
Conductores.....	18
Fig. 2.11	
Medición puesta a tierra.....	21
Fig. 2.12	
Perturbaciones eléctricas.....	24
Fig. 2.13	
Panel frontal.....	27
Fig. 2.14	
Diagrama de bloques.....	28
Fig. 2.15	

Paleta de herramientas.....	29
Fig. 2.16	
Paleta de colores.....	29
Fig. 2.17	
Paleta de funciones.....	30
Fig. 2.18	
Barra de herramientas.....	31
Fig. 2.19	
Botón Run.....	31
Fig. 2.20	
Continuos Run.....	31
Fig. 2.21	
Botón pausa y stop.....	32
Fig. 2.22	
Estructuras.....	32
Fig. 2.23	
Case Structure.....	33
Fig. 2.24	
Subdiagramas.....	33
Fig. 2.25	
Sequence Structure.....	33
Fig. 2.26	

Varios Subdiagramas.....	
	34
Fig. 2.27	
Sequence local.....	
	34
Fig. 2.28	
Corinex AV200.....	
	35
Fig. 2.29	
Panel frontal CORINEX AV 200.....	
	36
Fig. 2.30	
Panel lateral Corinex AV 200 .....	
	37
Fig. 2.31	
Página de Authentication corinex.....	
	40
Fig. 2.32	
Página principal Corinex.....	
	40
Fig. 2.33	
Página de información adicional corinex.....	
	41
Fig. 3.34	
Página de configuración corinex.....	
	42
Fig. 2.35	
Compact Field Point.....	
	42
Fig. 2.36	
Modulo cFP-DI-301 .....	
	44
Fig. 2.37	

Modulo cFP-CB-1.....	44
Fig. 2.38	
Modulo cFP-AI-100.....	45
Fig. 2.39	
Modulo cFP-RLY-421.....	46
Fig. 2.40	
Modulo cFP-DO-400.....	46
Fig. 2.41	
Robot poli-articulado.....	48
Fig. 2.42	
Robot móvil.....	48
Fig. 2.43	
Androide Asimo.....	49
Fig. 2.44	
Robot Zoomórfico.....	50
Fig. 2.45	
Robot hibrido.....	50
Fig. 2.46	
Robot Industrial.....	51
Fig. 2.47	
Robot Cirujano Da Vinci.....	52
Fig. 2.48	

Brazo robótico.....	52
Fig. 2.49	
Brazo humano.....	54
Fig. 2.50	
Brazo humano vs brazo robótico.....	50
Fig. 2.51	
Circuito de fuente de brazo robótico.....	55
Fig. 2.52	
FlexiForce A201.....	56
Fig. 2.53	
Composición física de Flexiforce A201.....	58
Fig. 2.54	
Curva característica de Flexiforce A201.....	58
Fig. 2.55	
Fuerza vs. Resistencia.....	59
Fig. 2.56	
Fuerza vs. Conductancia.....	59
Fig. 2.57	
Diagrama de conexión.....	59
Fig. 2.58	
Swich D-link para conexión en red.....	61

### **CAPITULO III**

Fig. 3.1	
Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter.....	
	63
Fig. 3.2	
Panel del programa en labview.....	
	64
Fig. 3.3	
Diagrama de bloque de la programación en labview.....	
	65
Fig. 3.4	
Configuración de las salidas del compact FieldPoint.....	
	66
Fig.3.5	
Salidas del compact FieldPoint.....	
	67
Fig. 3.6	
Visualización de las cámaras.....	
	67
Fig. 3.7	
Menú de opciones del programa.....	
	68
Fig. 3.8	
Controles de manipulación del brazo robótico.....	
	68
Fig. 3.9	
Diagrama de Bloque del control del brazo.....	
	69
Fig. 3.10	
Panel de controles automatizados.....	
	69
Fig. 3.11	
Sistema de estado de automatización.....	
	70
Fig. 3.12	

Diagrama de bloques de automatización repetitivo del brazo robótico.....	71
Fig. 3.13	
Diagrama de bloques de la programación del sensor de fuerza.....	72
Fig. 3.14	
Esquema del sensor de fuerza .....	72
Fig. 3.15	
Ventana de conexión de área local.....	73
Fig. 3.16	
Ventana de protocolo (TCP/IP).....	74
Fig. 3.17	
Ventana de conexión de compact FieldPoint y la computadora.....	75
Fig. 3.18	
Ventana de estado de configuración en red.....	76
Fig. 3.19	
Conexión de los motores del brazo robótico .....	77
Fig. 3.20	
Pinza del brazo robótico.....	78
Fig. 3.21	
Motor DC con caja de engranes de la muñeca del brazo robótico.....	79
Fig. 3.22	
Motor DC con caja de engranes del codo del brazo robótico.....	79



Fig. 3.23	
Motor DC con caja de engranes del hombro del brazo robótico.....	
	79
Fig. 3.24	
Motor DC con caja de engranes de la base del brazo robótico.....	
	80
Fig. 3.25	
Estructura plástica de la muñeca y el codo del brazo robótico.....	
	80
Fig. 3.26	
Estructura plástica del hombro del brazo robótico.....	
	80
Fig. 3.27	
Eje y engranaje del codo de rango móvil - 135 ° del brazo robótico.....	
	81
Fig. 3.28	
Estructura plástica de la unión base hombro Del brazo robótico.....	
	81
Fig. 3.29	
Estructura plástica base giratoria de 350 grados de libertad del brazo robótico...	
	81
Fig. 3.30	
Montaje del sensor de fuerza en la pinza del brazo robótico.....	
	82
Fig. 3.31	
Circuito del sensor de fuerza.....	
	82
Fig. 3.32	
Hub usb con alimentación propia.....	
	83
Fig. 3.33	
Webcams instaladas.....	
	84

Fig. 3.34	
Panel principal con el monitoreo de las 2 cámaras.....	85
Fig. 3.35	
Diagrama de la fuente de alimentación del brazo robótico.....	85
Fig. 3.36	
Fuente de alimentación para el brazo robótico.....	86
Fig. 3.37	
Conexión de los relés de la interfaz compact-brazo.....	87
Fig. 3.38	
Materiales usados en la interfaz compact-brazo.....	87
Fig. 3.39	
Circuito de conexiones simulada en el programa workbench.....	88
Fig. 3.40	
Circuito impreso de la interfaz brazo-compact.....	88
Fig. 3.41	
Conexiones en la placa impresa de la interfaz brazo-compact.....	89
Fig. 3.42	
Interfaz brazo-compact.....	89
Fig. 3.43	
Swich D-link para conexión en red.....	90
Fig. 3.44	
Página principal de la instalación de UVNC.....	91
Fig. 3.45	

Pagina de elección de instalación UVNC .....	91
Fig. 3.46	
Pagina de registro de UVNC .....	92
Fig. 3.47	
Pagina de configuración de UVNC.....	93
Fig. 3.48	
Icono UVNC.....	93
Fig. 3.49	
Pagina de conexión UVNC.....	93
Fig. 3.50	
Pantalla del computador a controlar .....	94
Fig. 3.51	
Pantalla maximizada del computador a controlar.....	94
Fig. 3.52	
Compact FieldPoint conectada la fuente y cable Ethernet.....	95
Fig. 3.53	
Puerto Ethernet del Compact FieldPoint.....	96
Fig. 3.54	
Conexión de las salidas del Compact FieldPoint.....	96
Fig. 3.55	
Diagrama Esquemático De Todo El Sistema.....	97
Fig. 3.56	

Diagrama Total Del Sistema En Bloques.....

98

## **CAPITULO IV**

Fig. 4.1

Estado de las tomas de corriente del Lab de control.....

100

Fig. 4.2

Prueba de conexión en red de los módulos PLT.....

101

Fig. 4.3

Salidas de control del compact FieldPoint.....

103

Fig. 4.4

Ensamblaje del brazo robótico.....

105

Fig. 4.5

Cámaras para el monitoreo del brazo robótico.....

106

Fig. 4.6

Conexión interna de las salidas del brazo robótico.....

106

Fig. 4.7

Fuente de alimentación del brazo robótico.....

107

Fig. 4.8

Interfaz de conexión compact-brazo.....

107

Fig. 4.9

Switch Ethernet para la conexión de todo el proyecto.....

108

Fig. 4.10

Visualización del programa en las dos computadoras por el programa VNC.....	108
Fig. 4.11	
Salidas de los cables de conexión de los módulos del compact FieldPoint.....	109
Fig. 4.12	
Montaje del sensor FlexiForce en la pinza del brazo robótico.....	109

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

Tabla 2.1	
Especificaciones técnicas del modem AV 200 corinex.....	37
Tabla. 2.2	
Características generales del sensor de fuerza.....	60

### **CAPITULO III**

Tabla 3.1

Descripción de conexión del modem AV 200 corinex.....

62

### **CAPITULO IV**

Tabla 4.1

Conductores existentes en el laboratorio de control.....

100

## **RESÚMEN**

La comodidad y accesibilidad que nos dan los avances de la tecnología cada día son mayores y en nuestro caso utilizamos uno de estos avances como es la transmisión por la línea eléctrica (PLT). Esta tecnología permite la comunicación por medio de la línea eléctrica cosa que en nuestro país no se ha visto. Este proyecto hace referencia a las muchas aplicaciones que puede tener esta tecnología que en nuestro caso la estamos utilizando para comunicar el brazo robótico con la computadora que manejara dicha maquina, lo que se busca es enviar los datos de control desde la computadora hasta el

brazo robótico estos datos los enviaremos por medio de la red eléctrica utilizando unos módulos PLT que nos permiten enviar voz datos y video. Este proyecto es en parte una aplicación del estudio ya realizado por parte de estudiantes de la Facultad de Ingeniería y miembros del CITIC que realizaron el estudio total de la Facultad de Ingeniería, de tal manera con la información dejada en planos y escritos podemos decir que es posible la implementación de nuestro proyecto. Para el manejo del brazo robótico se utilizara el programa Labview de National Instruments este programa es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación, Además emplea la programación gráfica para crear programas basados en diagramas de bloques y no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros. Este trabajo es un muy buen aporte para los estudiantes ya que por medio de esta implementación se busca crear el laboratorio de control y de relacionar más al estudiante con los avances y maquinas que se utilizan en fábricas a nivel mundial.

## **SUMARY**

The convenience and accessibility that give us the technology advances each day are greater and in our case we use one of these developments such as the power line transmission (PLT). This technology allows communication through power line thing in our country has not seen. This project refers to the many applications that can have this technology in our case we used the robotic arm to communicate with the computer handle that machine, what is sought is to send data from your computer to control robotic arm send this data via the mains using a PLT modules that allow us to send voice data and video. This project is in part an application of the study and performed by students of the Faculty of Engineering and CITIC members who conducted the study

total of the Faculty of Engineering, so the information left on planes and can say it is written possible to implement our project. To operate the robotic arm will use the National Instruments Labview program this program is a graphical tool for test, control and design through programming; graphical programming also used to create programs based on block diagrams and requires no expertise in programming, as they used icons, words and ideas familiar to scientists and engineers. This work is a very good contribution to students and that through this implementation seeks to create and control laboratory to relate more to student progress and machines used in factories worldwide.

## **INTRODUCCIÓN**

La búsqueda de un incremento en la productividad, la obtención de una calidad uniforme en los productos finales así como la disminución de los costos de mano de obra ha impulsado a la industria al uso de máquinas automáticas así como nuevos medios de comunicación. Para lo cual se prevé la utilización de la tecnología PLT (transmisión de datos por la red eléctrica) en el campo de la comunicación y monitoreo.

En la actualidad se ve a la robótica como un campo de trabajo muy amplio desarrollando nuevas tecnologías en una serie de áreas interdisciplinarias como la cinemática, la dinámica, la planificación de sistemas, el control, sensores, lenguajes de programación e inteligencia artificial.



Con el fin de continuar con la innovación tecnológica se desarrolla este proyecto, para así desarrollar el conocimiento necesario para la implementación de un brazo robótico manipulado por la red eléctrica (PLT) el cual nos permite el control y manipulación del brazo sin que el operario se encuentre en el entorno y de esta manera optimizar la producción y el mantenimiento de los equipos si sufren algún daño.

Los objetivos específicos a trabajar son la implementación preliminar del mecanismo del programa manipulador en el programa LabVIEW, aplicación de la tecnología PLT, implementación del brazo robótico, monitoreo del brazo robótico mediante una cámara y aplicación y funcionamiento de todo el sistema usando LabVIEW.

A través de este trabajo se espera contribuir al desarrollo e investigación de máquinas automáticas de uso industrial a fin de acortar la brecha existente con la innovación tecnológica mundial así como poseer las herramientas y el conocimiento para poder mejorar nuestros propios procesos, además se espera proveer de información a personas interesadas en continuar trabajando esta rama de la automatización.

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO REFERENCIAL**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se ha detectado un mayor interés en los alumnos de Ingeniería Electrónica el aprender a controlar robots. Este aprendizaje se ha visto dificultado por no contar con equipos de control en los laboratorios de la universidad, por lo que alumnos interesados en realizar este tipo de prácticas deben construir su propio dispositivo. Debido a lo costoso que resulta construir un robot con las mejores piezas, se ven obligados a diseñar e implementar elementos que reemplacen a sensores y actuadores, obteniendo como resultado un robot que no tiene optimas características para la educación, además de que la experiencia ganada por el alumno no puede ser compartida, solo a través de su propia experiencia, por lo que este último debe partir desde cero.

Ya que PLT se encuentra en vías de desarrollo nos hemos visto con la curiosidad de ver la aplicación que se puede dar a los módulos PLT y verificar la factibilidad de la utilización de los mismos.

Cabe resaltar que la importancia de los laboratorios en general es grande ya que este es el complemento de la parte teórica aprendida en las aulas y el cual reforzara la investigación en el campo de control.

El ruido es el principal problema de esta tecnología ya que todo aparato eléctrico desde el instante que se conecta a la red eléctrica inyecta ruido a la misma por este motivo al transmitir señales en este medio se tiene interferencias y perdidas de datos dependiendo de cuantos artefactos eléctricos se encuentren conectados a la red eléctrica.

También hay que tener en cuenta la conexión de puesta a tierra, ya que esta tiene que ser óptima para un buen funcionamiento de esta tecnología el cual sería el factor principal en la perdida de datos.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es posible el monitoreo con cámaras web sin presentar conflictos en las librerías de una computadora?

¿Es posible la utilización de la tecnología PLT en transmisión de datos a gran distancia?

¿La utilización de este sistema afectara a la transmisión de otros medios de comunicación?

¿Es factible utilizar esta tecnología en la industria?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un brazo robótico controlado por la red eléctrica mediante PLT.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desarrollar las aplicaciones de LabVIEW con la tecnología PLT.
- Analizar las aplicaciones de la tecnología PLT para el control de dispositivos.
- Investigación de los movimientos de un brazo humano para la construcción del brazo robótico
- Implementación del brazo robot el cual tendrá 5 ejes de movimiento uno en la base del brazo otro en el hombro, en el codo y la muñeca, también tendrá que abrirse y cerrarse la pinza.
- Implementación del control del brazo robótico por la red eléctrica.
- Monitorear la acción del brazo robot mediante una cámara.
- Realizar un análisis y pruebas del sistema implementado.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Los estudiantes de la escuela no cuentan con un laboratorio de control, con la implementación de este proyecto se podrá crear un laboratorio de control en la escuela dando uso a los equipos de PLT que no se están utilizando por el momento.

El propósito de este proyecto es realizar un énfasis a los estudiantes en la utilización de nuevos sistemas para controlar y automatizar máquinas industriales ya que es de gran ayuda y enorme utilidad para el aprendizaje de las nuevas generaciones de estudiantes.

La realización de este proyecto es justificable por que es realizado con el fin de que los estudiantes se familiaricen y se involucren en el área de control y PLT.

## **CAPITULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1 PLT**

La Transmisión por Líneas de Potencia (PLT), de sus siglas en inglés “Power Line Transmission”, o Comunicaciones por Líneas de Potencia (PLC), por sus siglas en inglés de “Power Line Communications”, esta tecnología emplea como medio de transmisión la red de distribución eléctrica existente para la transmisión y recepción de voz, datos y video. En adelante nos referiremos a este sistema, como PLT.

Básicamente las "comunicaciones a través de la red eléctrica" abarcan cualquier tecnología que permita la transferencia de datos con velocidades de banda estrecha o banda ancha a través de líneas eléctricas mediante el uso de tecnología avanzada de modulación.

Según el país, la institución y la compañía, las comunicaciones a través de la red eléctrica se agrupan bajo muchos nombres diferentes:

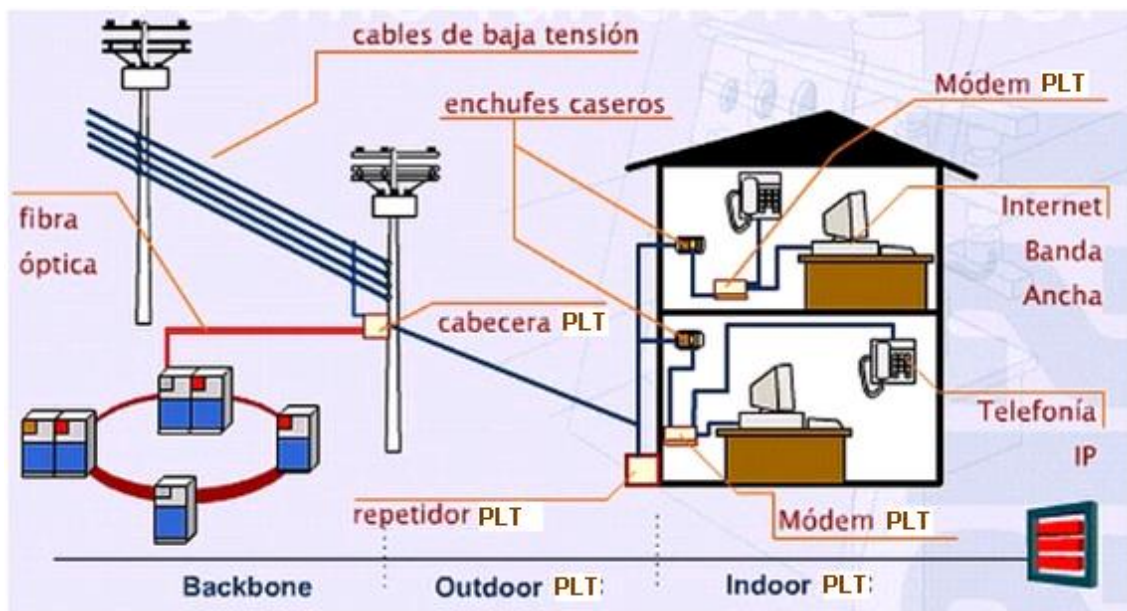
- **PLC** (Power Line Communications)
- **PLT** (Power Line Telecommunications)
- **PPC** (Power Plus Communications)

### 2.1.1 Estandarización

Solo existe un estándar de este tipo. El estándar estadounidense: Estándar Homeplug V1.0.1. Este estándar es válido únicamente para instalaciones "en interiores" y no funciona con aplicaciones "de exteriores" actuales. Surgirán otros estándares en los próximos meses o años.

Importante: Todos los equipos disponibles al público en la actualidad cumplen con el estándar "Homeplug".

### 2.1.2 Tecnología PLT



**Fig. 2.1** Ambient BPL (**B**roadband over **P**ower **L**ines)

### 2.1.3 Principios Operativos

Ha permitido al sistema PLT la transmisión de voz, vídeo y datos sobre las redes de transmisión de energía eléctrica. El tendido eléctrico para interiores está constituido por pares de cobre que tienen capacidad en ancho de banda para guiar señales eléctricas desde el nivel DC hasta 300 KHz. Esta característica de la red eléctrica limita la transmisión de datos a velocidades bajas y medias, y de cierto tipo de información (únicamente voz, datos). Además dicho medio de transmisión es susceptible al ruido eléctrico, lo que atenúa la portadora digital, reduce la relación señal a ruido (SNR), incrementa la probabilidad de error de los datos digitales y disminuye la distancia de cobertura. Las redes de potencia eléctrica de baja y mediana tensión ofrecen muchas posibilidades para que los operadores instalen nuevos sistemas de comunicación en regiones de difícil recepción. Aunque existe una gran variedad de alternativas de sistemas de transmisión de datos a través de las líneas de potencia eléctrica utilizadas para suministrar potencia, se pueden proponer otras posibilidades a partir de los fenómenos electromagnéticos, expresados en las ecuaciones de Maxwell y aplicadas a la propagación en medios dieléctricos. Las líneas de potencia eléctrica utilizan aisladores eléctricos de materiales como neopreno, alúmina, magnesita, esteatita, cordierita, pirofilita, silimanita (fibrolita), circonita o zircona plástica, plástico reforzado con fibra de vidrio, celulosa, y materiales compuestos, etc. Sobre los recubrimientos dieléctricos de las líneas de transmisión de potencia eléctrica se pueden transmitir (envío y recepción) de datos digitales a través de los cables eléctricos de distribución de energía eléctrica y de sus infraestructuras.

Esto puede ser visto como una mera variación de la utilización de cables de fibra óptica. En vez de utilizar cables ópticos, se usan los dieléctricos de las líneas de transmisión eléctrica. Las tecnologías de transmisión de señales sobre medios dieléctricos se han desarrollado a partir de comienzos del siglo pasado cuando se propuso la teoría física de la propagación de ondas electromagnéticas en cilindros dieléctricos.

#### **2.1.4 Marco Legal y Normativa**

Cualquier tipo de tecnología que funcione en una banda de frecuencia definida debe situarse dentro de un marco legal. Las redes PLT son, al mismo tiempo, redes de suministro eléctrico y de telecomunicaciones. Por este motivo, a las autoridades les resultó difícil definir su marco legal. Además, no existe ninguna norma específica que regule los equipos y las redes PLC/PLT. En la actualidad, se están realizando trabajos

con el PLC, El Instituto europeo de estándares de telecomunicaciones (ETSI. por sus siglas en inglés). Sin embargo, hasta la fecha no se ha publicado ningún resultado.

En consecuencia, la instalación de redes PLT es libre en la actualidad en lo que respecta las instalaciones que se encuentran detrás de un dispositivo de medición privado (llamado "de interiores" o "doméstico"); a la condición de que no causen efectos secundarios negativos. En ese caso, el equipo se retiraría. Con respecto a las instalaciones externas (llamadas "de exteriores") donde se transmite la señal en el nivel de los transformadores de alto y bajo voltaje HTA/BT para crear bucles eléctricos locales, la autoridad reguladora de telecomunicaciones debe conceder los permisos para realizar pruebas siempre que la tecnología esté aún en desarrollo y no se hayan publicado los estándares.

#### **2.1.5 Descripción del sistema**

El PLT es un término para describir un sistema que proporciona servicios de datos, como Internet, para viviendas y locales comerciales sobre el sistema de distribución eléctrico. Un suministro eléctrico típico sub-estación proporciona energía eléctrica a unos 250 a 300 hogares dentro de un radio de 250 metros de la sub-estación de distribución eléctrica.

Al inyectar una señal en las frecuencias de radio en la subestación, modulada con la información de datos, la mayoría de los hogares conectados a la subestación puede contar con el servicio de datos. Un módem al final de los clientes, que operan en la misma frecuencia de radio como la subestación y por división de tiempo multiplex, se utiliza para inyectar las señales de radio de nuevo en los cables de distribución eléctrica para proporcionar el de retorno para el sistema de datos.

La banda de frecuencias utilizadas por la técnica del PLT es de 1 MHz a 30 MHz, por lo que se refiere a las bandas de MF y HF.

#### **2.1.6 Información del mercado**

Las líneas telefónicas analógicas sólo puede proporcionar el acceso a baja velocidad. RDSI, XDSL y coaxial.

Redes de cable o conexiones por satélite puede ofrecer soluciones de mayor velocidad de acceso mucho más. Sin embargo, otro posible servicio de telecomunicaciones se prevé, el PLT.

La actual línea de redes de energía que se utiliza actualmente para el transporte de energía puede ser usada para telecomunicaciones.

### **2.1.7 Discusión**

Los cables eléctricos de distribución no han sido destinados para transportar señales de radio y actúan como líneas de transmisión muy pobres, por lo tanto la energía en radiofrecuencias no puede estar contenida dentro del cable y escapan hacia el espacio libre. Los resultados de las mediciones en una instalación de ensayo PLT han demostrado que las emisiones resultantes no deseadas en la banda por debajo de 10 MHz puede ser de hasta 66 dB (mV / m), mide en un ancho de banda kHz 9 y 10 metros de distancia, en comparación con un nivel de ruido general nivel de 0 dB (mV / m), medido en un ancho de banda de 9 kHz, en la banda de 1 a 10 MHz.

La emisión no deseada interrumpe las comunicaciones de radio frecuencia en un radio de 100 a 200 metros de cualquier red de distribución eléctrica.

Los resultados de las mediciones relativas a los cables típicos han demostrado que las frecuencias de radio por encima de 10 MHz son atenuadas rápidamente a medida que viajan a lo largo de los cables de alimentación eléctrica desde la distancia del punto de inyección en la subestación y por tanto la porción del espectro de radio por debajo de 10 MHz es la más atractiva para PLT.

Puesto que la conexión de inyección y otras conexiones a lo largo de la longitud del cable, tales como casas, alumbrado público, no se ajustan a los criterios técnicos de radio el cable actúa como una línea de transmisión pobre y como resultado una forma de onda compleja se genera dentro del cable.

Esta forma de onda se conoce como una onda estacionaria y se debe a los reflejos de terminaciones pobres.



La onda estacionaria tiene por lo menos dos efectos, el más importante de ellas es que la energía se irradia hacia el espacio libre y por tanto tiene el potencial de interferir con la radio y sistemas de comunicaciones.

El segundo efecto de la onda estacionaria, con los sistemas de PLT en cuestión, es que no se puede garantizar que todos los clientes pueden conectarse al sistema.

La razón de esto es el efecto impredecible de cancelación de las ondas estacionarias en determinados puntos a lo largo de la red de distribución eléctrica.

Este último efecto es el principal motivo de propuesta para el uso de dos bandas sub independiente .

Compartición entre los sistemas de comunicación HF y el PLT se ha considerado poco práctico.

Esto significa que el sistema PLT en un área particular tendría que ser cerrado por que no puede ser aceptable para los clientes.

Además, en situaciones de emergencia que no sería viable para apagarlo en un plazo muy corto.

La cantidad de espectro propuesto para un solo sistema es de 2,9 MHz. Si la competencia es que se le permitiera, cantidades similares del espectro tendría que encontrar a otros operadores de los sistemas de PLT, este daría lugar al espectro de 10 MHz por debajo con fines de comunicaciones HF que la aviación considera inaceptable.

### **2.1.8 Aspectos Regulatorio y Normativos de la Tecnología Power Line Communications**

Se tratarán las normas y estándares de la tecnología PLC, por lo que para empezar, es necesario diferenciar lo que es un estándar y lo que es una norma.

Un estándar se define como una especificación, que regula la realización de ciertos procesos o la fabricación de componentes para garantizar la interoperabilidad.

La estandarización encierra los deseos, las propuestas de todas las instituciones relevantes como son los fabricantes, asociaciones de consumidores, juristas, centros de investigación, entidades de certificación e inspección.

Una norma, en cambio, es un conjunto de reglas estandarizadas que contienen un catálogo de requisitos, los cuales se refieren tanto a productos como a procesos.

Los institutos de normalización en telecomunicación (como por ejemplo, la ITU a nivel global), producen normas que están elaboradas por comités de especialistas, donde se juegan fuertes intereses industriales, en procesos generalmente lentos.

### **2.1.9 Beneficios de la tecnología Powerline Networking**

El principal beneficio del trabajo en red de línea eléctrica es que los usuarios pueden establecer una forma rápida, con cable de red en el hogar utilizando el cableado eléctrico existente en el medio. Esto significa que no haya cables nuevos o los cables son necesarios, haciendo la instalación rápida y fácil, menos costoso, y sin la necesidad de taladrar agujeros en las paredes o el techo para enrutar un nuevo cableado. En la mayoría de hogares a través de la mayoría de las geografías, tomas de corriente se encuentran en la mayoría de las habitaciones. En los dispositivos de alimentación de CA que ya debe estar cerca de una toma de corriente, red eléctrica es una opción de red natural y logra con facilidad.

El mayor despliegue a los dispositivos de red de línea eléctrica está actualmente "adaptadores" que se conectan a la toma de corriente (o una regleta de enchufes o cable de extensión) y presentar uno o más puertos Ethernet. En una red doméstica muy simple, el usuario puede utilizar un adaptador de línea eléctrica en la habitación donde se encuentra su casa y puerta de enlace del router. El adaptador se conecta a un enchufe y un cable Ethernet que conecta el adaptador al router. A continuación, un segundo adaptador puede ser conectado a cualquier otra toma de corriente en el hogar y, con un cable Ethernet, conecte una computadora, estación de juegos de azar o de otro tipo Ethernet dispositivo habilitado. Las comunicaciones de datos entre el router y el dispositivo se harían a través del cableado eléctrico existente entre las habitaciones.

Más complejas redes con varios adaptadores se puede lograr. Cada vez más, la funcionalidad de red de línea eléctrica se encuentra en un adaptador independiente se está construyendo en el producto final como los centros de control de potencia ( Monster Home Control Centros de Entretenimiento ) adaptadores de medios digitales (

Digital Zyxel adaptadores de medios ), cámaras de seguridad de Internet ( Internet Security Cámara Logitech ) y otros dispositivos. Se espera que la funcionalidad de red de línea eléctrica serán incorporados en televisores, decodificadores, DVR, y otros aparatos electrónicos como los consumidores, especialmente con la aparición de unas normas mundiales de línea eléctrica de redes tales como el IEEE 1901 estándar, que se espera sea ratificado en septiembre de 2010.

#### **2.1.10 Desafíos**

Uno de los mayores desafíos que plantean a la Alianza era la manera de luchar contra otros "ruido" eléctrico que serían alrededor de debido a la utilización de una toma de red para la transferencia de información. Siempre que cualquier aparato se enciende o se apaga el ruido que crea que podría interrumpir la transferencia de datos a través del cableado. Aunque esto plantea un problema en las primeras tecnologías HomePlug, versiones posteriores han rectificado este problema. Otro problema que también se ha resuelto es la falta de normalización en el mercado de productos de redes digitales y tecnologías. Con la creación de la IEEE s '1901 de banda ancha estándar Powerline (debido a la ratificación de septiembre, 2010), la tecnología HomePlug, que fue seleccionada como una tecnología de línea de base para la norma, ha sido validados por IEEE y el mercado, ya que es el más gran despliegue de tecnología. Las tres especificaciones principales publicado por HomePlug (HomePlug AV, HomePlug Verde PHY y la están desarrollando HomePlug AV2) todos cumplen con IEEE 1901 y el consorcio HomePlug Powerline Alliance será el organismo de certificación para IEEE 1901 productos.

Una cuestión que la tecnología se enfrenta a principios pasaba la señal a través de diferentes fases eléctricas de una casa; este problema ha sido resuelto posteriormente.

#### **2.1.11 Técnicas de Modulación de Datos**

El desafío de la tecnología PLT es conseguir un ancho de banda con un bajo nivel de emisión es por eso que se utiliza la modulación OFDM que también es usada en la transmisión con los plc's

Es una tecnología que transmite múltiples señales simultáneamente sobre un solo medio de transmisión, como un cable o el aire. Cada señal viaja con su propio y único rango de

frecuencia (portadora), el cual es modulado por los datos (sean de texto, voz, vídeo, etc.).

OFDM distribuye el dato sobre un largo número de portadores que son espaciados en precisas frecuencias. Este espaciado provee la “ortogonalidad” en esta técnica prevé al demodulador de ver frecuencias que no son las suyas.

MIMO (múltiples entradas y múltiples salidas) es una técnica que emplea múltiples antenas tanto para la recepción como para la transmisión.

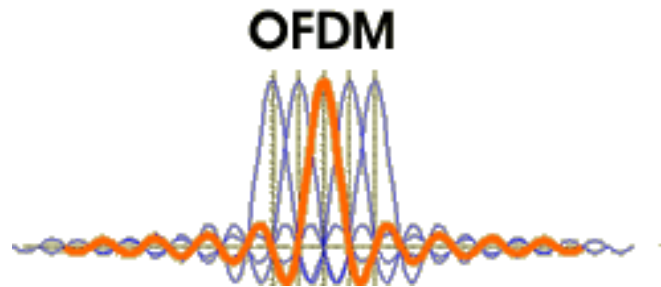
### **2.1.12 Características de la Modulación OFDM**

La modulación OFDM es muy robusta frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión, frente a los desvanecimientos selectivos en frecuencia y frente a las interferencias de RF. Debido a las características de esta modulación, las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia. Los beneficios de OFDM son una eficiencia espectral alta, resistencia a interferencias de RF, y baja distorsión de multi-camino. Esto es útil porque en un escenario broadcasting terrestre hay canales multicamino (la señal transmitida llega al receptor de varios caminos y de diferentes distancias).

En OFDM las subportadoras usadas para transmitir son escogidas de modo que sean ortogonales entre sí (desfase de  $90^\circ$  entre señales de la misma frecuencia). Esto tiene una ventaja para realizar la modulación, que puede ser realizado por una simple Transformada Inversa de Fourier Discreta (IDFT) el cual puede ser implementado muy eficientemente mediante una I Fast Fourier Transform (IFFT) en concordancia con el receptor solo se necesita una FFT para invertir esta operación, de acuerdo a la Transformada de Fourier la forma del pulso rectangular guiara a los espectros de las subportadoras del tipo  $\text{sinc}(x)/x$ .

Como se infiere de la definición anterior, las diferentes subportadoras no están separadas en frecuencia, se superponen. Usando IFFT para la modulación, implícitamente se escoge las portadoras en tal manera que la frecuencia en la que se evalúa es la señal recibida, las demás son consideradas como cero. En orden para preservar esta ortogonalidad lo siguiente debe ser verdadero:

- El receptor y el transmisor deben estar perfectamente sincronizados. Esto significa que ambos deben asumir exactamente la misma frecuencia y la misma escala de tiempo para la transmisión.
- Los componentes análogos, parte del transmisor y receptor deben ser de muy alta calidad.
- No debería haber canales multicamino.



**Fig. 2.2** Modulación OFDM

### 2.1.13 Ventajas y Desventajas de la Tecnología PLT

#### 2.1.13.1 Las ventajas de PLT son:

- Utiliza infraestructura ya desplegada (los cables eléctricos).
- Cualquier lugar de la casa con un enchufe es suficiente para estar conectado.
- Coste competitivo en relación con tecnologías alternativas.
- Alta velocidad (banda ancha).
- Instalación rápida.
- Conexión permanente.
- Disponibilidad de múltiples servicios a través de una misma plataforma.
- Es posible combinarla con otras tecnologías.
- Por medio de micro filtros se evitan las posibles interferencias generadas por los electrodomésticos.
- No sufre de los inconvenientes de ADSL o cable que no llega en muchos casos al usuario final. Al estar ya implantada la red eléctrica permite llegar a cualquier punto geográfico.
- El ancho de banda es de 45 Mbps aunque actualmente ya se alcanzan velocidades de 135 Mbps y en breve se llegará a 200 Mbps.

### **2.1.13.2 Las desventajas de PLT son:**

- Baja impedancia, están pensados para transmisión de electricidad, lo que implica altas potencias de emisión.
- Muy alta atenuación a altas frecuencias, no están pensados para transmitir datos, por lo que sólo se pueden usar en distancias cortas.
- Puede no existir tierra, problemas con las referencias.
- Medio muy ruidoso, no está protegido.
- Los electrodomésticos están conectados al mismo medio de transmisión de datos, por lo que se producen variaciones de impedancia asíncronas cada vez que se encienden o se enchufan.
- Tampoco los electrodomésticos están preparados para no generar ruido.
- La producción de los equipos necesarios es todavía escasa.
- La red eléctrica no fue diseñada para transmitir datos por lo que experimenta frecuentes caídas y la calidad de las llamadas telefónicas no es completamente satisfactoria.

## **2.2 REDES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

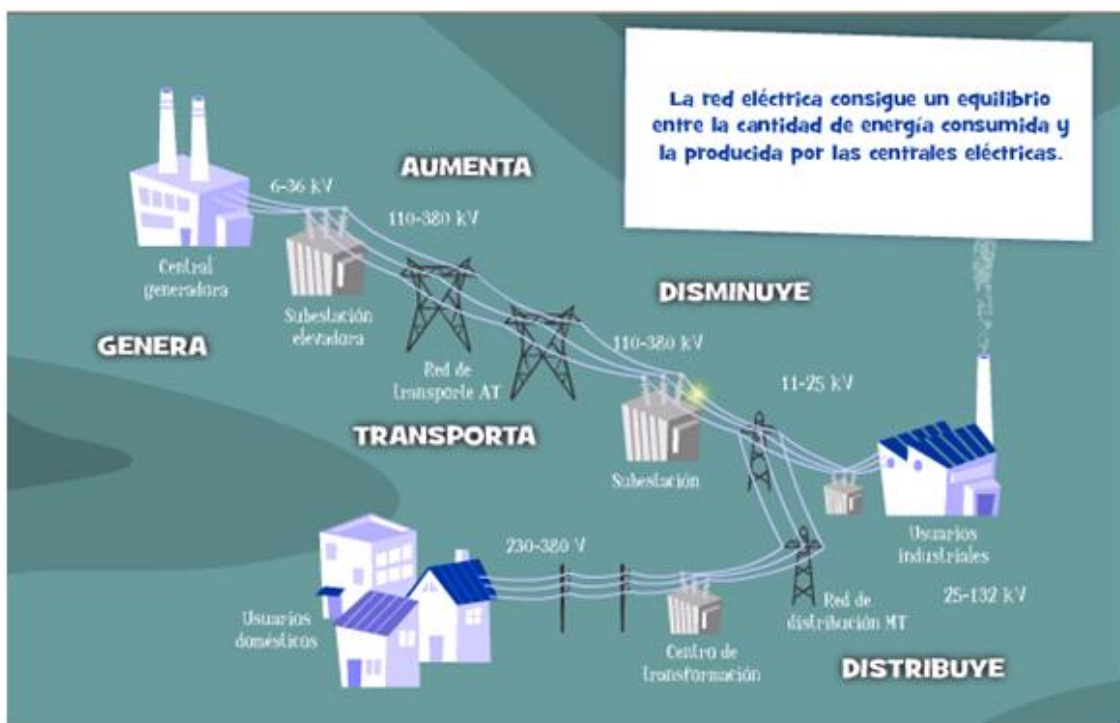
Dentro de este sistema eléctrico se pueden diferenciar tres actividades: la generación, que produce la energía necesaria para satisfacer el consumo; el transporte, que permite transferir la energía producida hasta los centros de consumo; y la distribución, que hace posible que la energía llega a los clientes finales.

La energía eléctrica no se puede almacenar, por lo que debe existir un equilibrio constante entre la producción y el consumo. El transporte de electricidad se realiza a través de conductores a tensiones elevadas (aéreos, subterráneos o submarinos, juntamente con las subestaciones, forman la red de transporte). La red de distribución está formada por el conjunto de cables subterráneos y los centros de transformación que permiten llevar la energía hasta el cliente final.



**Fig. 2.3** Tendido Eléctrico

### 2.2.1 ¿Qué es la red eléctrica?



La red eléctrica une todos los centros generadores de energía eléctrica con los puntos de consumo, de **Fig. 2.4** Ruta de la energía eléctrica desde su generación de energía consumida y la producida por las centrales eléctricas.

La red de transporte de energía eléctrica está formada por los elementos que llevan la electricidad desde los centros de generación hasta puntos cercanos donde se consume. Para poder transportar la electricidad con las menores pérdidas de energía posibles se tiene que elevar su nivel de tensión. Las líneas de transporte o líneas de alta tensión

están constituidas por un elemento conductor (cobre o aluminio) y para los elementos de soporte (torres de alta tensión). La red de distribución es la parte del sistema de suministro eléctrico responsable de las compañías distribuidoras de electricidad hasta los consumidores finales.

## **2.3 CONDUCTORES ELÉCTRICOS**

Desde el inicio de su recorrido en las centrales generadoras hasta llegar a los centros de consumo, la energía eléctrica es conducida a través de líneas de transmisión y redes de distribución formadas por conductores eléctricos.

### **2.3.1 ¿Que es un Conductor Eléctrico?**

Se aplica este concepto a los cuerpos capaces de conducir o transmitir la electricidad.

Un conductor eléctrico está formado por cobre.

Este puede ser alambre, es decir, una sola hebra o un cable formado por varias hebras o alambres retorcidos entre sí.

Los materiales más utilizados en la fabricación de conductores eléctricos son el cobre y el aluminio.

Aunque ambos metales tienen una conductividad eléctrica excelente, el cobre constituye el elemento principal en la fabricación de conductores por sus notables ventajas mecánicas y eléctricas.

El uso de uno y otro material como conductor, dependerá de sus características eléctricas (capacidad para transportar la electricidad), mecánicas (resistencia al desgaste, maleabilidad), del uso específico que se le quiera dar y del costo.

Estas características llevan a preferir al cobre en la elaboración de conductores eléctricos.

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es el cobre electrolítico de alta pureza, 99,99%.

Dependiendo del uso que se le vaya a dar, este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple: duro, semiduro y blando o recocido.

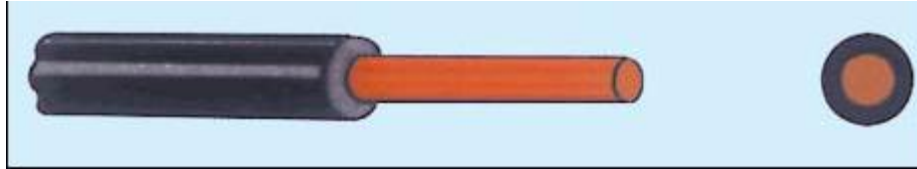
### **2.3.2 Clasificación de los conductores eléctricos**

Partes que componen los conductores eléctricos

#### **2.3.2.1 Según su constitución**



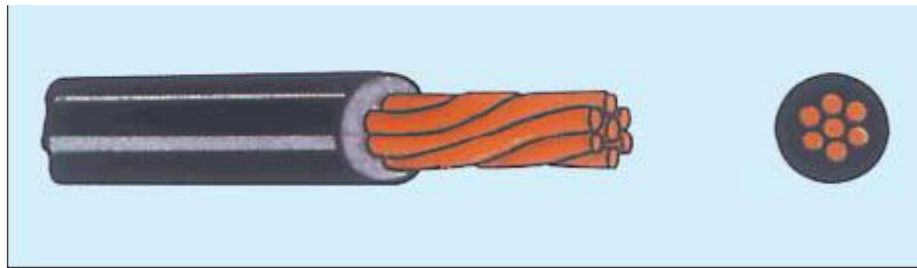
**2.3.2.1.1 Alambre:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por un solo elemento o hilo conductor.



**Fig. 2.5** Alambre

Se emplea en líneas aéreas, como conductor desnudo o aislado, en instalaciones eléctricas a la intemperie, en ductos o directamente sobre aisladores.

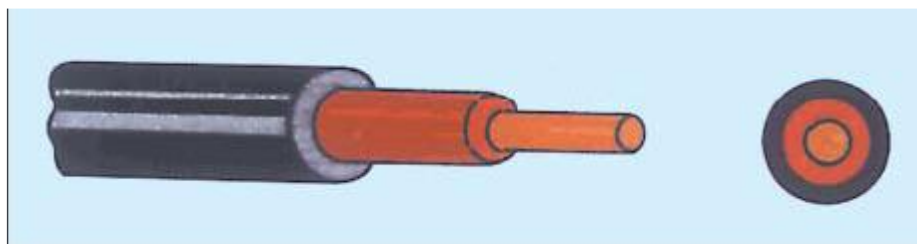
**2.3.2.1.2 Cable:** Conductor eléctrico cuya alma conductora está formada por una serie de hilos conductores o alambres de baja sección, lo que le otorga una gran flexibilidad.



**Fig. 2.6** Cable

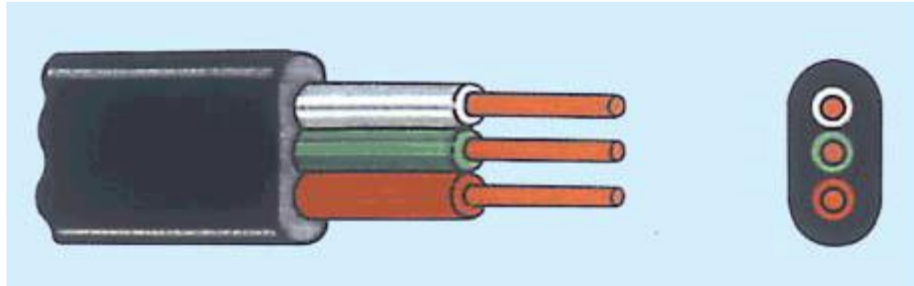
### 2.3.2.2 Según el número de conductores

**2.3.2.2.1 Mono conductor:** Conductor eléctrico con una sola alma conductora, con aislación y con o sin cubierta protectora.



**Fig. 2.7** Mono conductor

**2.3.2.2 Multiconductor:** Conductor de dos o más almas conductoras aisladas entre sí, envueltas cada una por su respectiva capa de aislación y con una o más cubiertas protectoras comunes.



**Fig. 2.8** Multiconductor

#### 2.4 DAÑOS QUE GENERAN EL MAL DIMENSIONAMIENTO Y MAL USO DE LOS CONDUCTORES EN UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

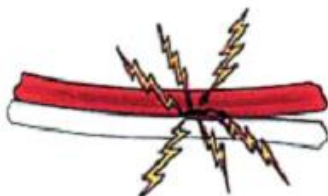
- Cortes de suministro.
- Riesgos de incendios.
- Pérdidas de energía.



CAIDAS DE TENSION



SOBRECALENTAMIENTO DE LAS LINEAS



CORTOS CIRCUITOS



FALLAS DE AISLACION A TIERRA

**Fig. 2.9** Consecuencias del mal dimensionamiento de los conductores

## 2.5 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LOS CONDUCTORES

La corriente eléctrica origina calentamiento en los conductores (efecto Joule:  $I^2 \times R$ ).

El exceso de temperatura genera dos efectos negativos en los aislantes:

- Disminución de la resistencia de aislación.
- Disminución de la resistencia mecánica.



**Fig. 2.10** Conductores

El servicio operativo de la energía eléctrica y su seguridad dependen directamente de la calidad e integridad de los aislantes de los conductores.

Los aislantes deben ser calculadas en relación a la carga de energía eléctrica que transporten los conductores y a la sección o diámetro de los mismos.

## 2.6 CONEXIÓN A TIERRA

La TIERRA es una conexión de seguridad humana y patrimonial que se diseña en los equipos eléctricos y electrónicos para protegerlos de disturbios o transitorios imponderables, por lo cual pudieran resultar dañados. Dichas descargas surgen de eventos imprevistos tales como los fenómenos artificiales o naturales como descargas electrostáticas, interferencia electromagnética, descargas atmosféricas y errores humanos.

Cuando se propone hacer la instalación a “Tierra”, de inmediato pensamos en una varilla o una malla de metal conductora (red de tierra), ahogada en el terreno inmediato de nuestras instalaciones con el fin de que las descargas fortuitas ya mencionadas, sean

confinadas en forma de ondas para que se dispersen en el terreno subyacente y de esa forma sean “disipadas”, en donde se supone que tenemos una carga de cero volts y que además nos olvidamos de que estos elementos son de degradación rápida y que requieren mantenimiento.

### **2.6.1 Función y Objetivos Elementales de una Instalación de Puesta a Tierra.**

La función de puesta a tierra de una instalación eléctrica es de forzar la derivación, al terreno, de las intensidades de corriente, de cualquier naturaleza que se puedan originar, ya se trate de corrientes de defecto, o debidas a descargas atmosféricas, de carácter impulsional.

- Limitar la diferencia de potencial que, en un momento dado, puede presentarse entre estructuras metálicas y tierra.
- Posibilitar la detección de defectos de tierra y asegurar la actuación y coordinación de las protecciones eliminando o disminuyendo, así, el riesgo que supone una avería para el material utilizado y las personas.
- Limitar las sobretensiones internas (de maniobra, transitorias y temporales) que pueden aparecer en la red eléctrica, en determinadas condiciones de operación.
- Evitar que las tensiones de frente (impulsos) que originan las descargas de los rayos, en el caso de las instalaciones de exterior y, particularmente, en líneas aéreas.

La circulación de las intensidades mencionadas por la instalación de puesta a tierra pueden originar la aparición de diferencias de potencial entre ciertos puntos, por ejemplo, entre la instalación de puesta a tierra y el terreno que la rodea o entre dos puntos, por ejemplo, entre la instalación de puesta a tierra y el terreno que la rodea o entre dos puntos del mismo, por cuya razón debe concebirse la instalación de puesta a tierra para que incluso con la aparición de las diferencias de potencial mencionadas se cubran los siguientes objetivos :

Los objetivos de la puesta a tierra son:

- Conducir a tierra (al suelo) todas las corrientes producidas por una falla de aislación que haya energizado las carcassas de los equipos eléctricos.

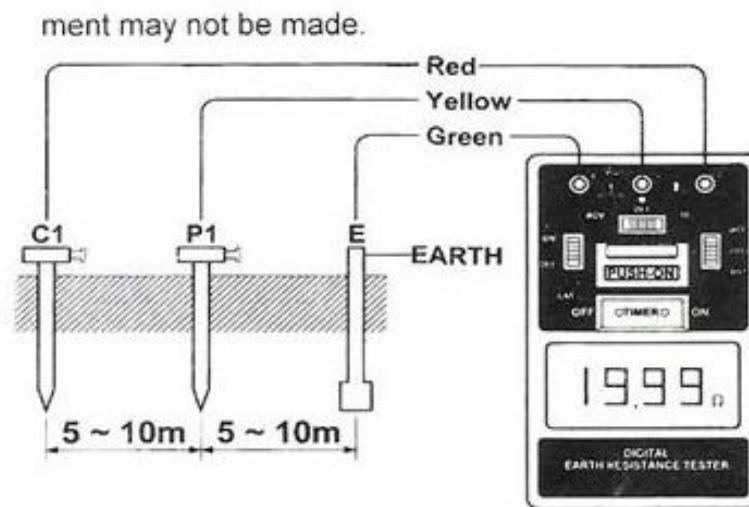
- Evitar que en las carcasas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas para la vida humana.
- Permitir que la protección del circuito (el disyuntor magneto-térmico) despeje la falla en un tiempo no superior a los 5 segundos.
- Controlar el nivel de tensión (voltaje) que aparece en las carcasas de los equipos eléctricos ante una falla de aislación, para que éste no alcance valores superiores a las tensiones de seguridad, es decir, 65 volts, en ambientes secos o de bajo riesgo eléctrico (habitaciones interiores y secas) y 24 volts, en ambientes húmedos o de alto riesgo eléctrico (a la interperie, zonas de humedad permanente, baños, etc.).

### **2.6.2 Medición de la puesta a tierra**

La puesta a tierra de protección debe tener un valor específico, de acuerdo a los requerimientos de las medidas de seguridad contra tensiones por contactos indirectos.

Para efectuar el ensayo de medición de una puesta a tierra, se deben tener presente las siguientes condiciones previas:

- La instalación debe estar desenergizada.
- Se deben retirar las puestas a tierra de la instalación. Es decir, se debe desconectar la conexión del conductor de puesta a tierra, con la toma a tierra principal (electrodo o barra copperweld).
- La medición se efectúa utilizando un instrumento especial para la evaluación de puestas a tierra.
- Conecte los tres cables como se muestra en la Figura 2.11
  - Lleve la llave de función ACV y verifique que la tensión media es inferior a 10v. si la tensión es mayor, no podrá obtenerse una medición exacta.
  - Pase la llave de rango a “x 10” y luego la llave de función a “ $\Omega$ ” y observe la lectura. Si la aguja indica fuera de escala, pase al rango “x 100”, si el valor leído es en cambio inferior a 10  $\Omega$ , pase al rango “x 1”



**Fig. 2.11** Medición puesta a tierra

### 2.6.3 Beneficios.

- Mejora de la eficiencia del transformador (Baja reluctancia magnética).
- Atenuación de radiación de campos magnéticos al mejorar el efecto de apantallamiento en su blindaje.
- Ahorro de energía al atenuar la radiación electromagnética y disminución del efecto Joule.
- Incremento del transporte de energía eléctrica.
- Mayor vida efectiva para los bancos de capacitores.
- Incremento de la eficiencia del neutral.
- Cancelación de los "bucles " o diferencias de potencial entre los gabinetes de distribución y el transformador; y en general en toda la red de distribución eléctrica.
- Baja temperatura en transformadores y motores.
- Real acoplamiento eléctrico entre potencial y carga.
- Impedancia baja y efectiva a tierra.
- Disminución del efecto galvánico (Corrosión).
- Depresión de la distorsión armónica (THD)
- Continuidad y operación de procesos.
- Calidad y estabilidad.
- Impedancia constante en un rango frecuencial (100-3.5 [Ghz]).

- Protección contra impulsos electromagnéticos.
- Protección catódica sin fuente externa y constante.
- Respeto absoluto al "0" lógico digital para protección total de equipo electrónico.
- Tierra física de protección electrónica (GND).
- Definición del factor de potencia.
- Eficiencia al transporte de energía.
- Sistema efectivo de disipación de energía indeseable a tierra.
- Operación de la verdadera velocidad de las computadoras.
- Robótica y automatización más eficiente.
- Audio y video con mayor calidad y definición.
- Transmisores con más potencia, alcance y calidad.
- Redes informáticas rápidas y seguras.

#### **2.6.4 Áreas de Aplicación.**

- Residencial.
- Comercial.
- Industrial.
- Plantas de Generación de Electricidad.
- Estaciones de Radio y Televisión.
- Telefonía Analógica y Digital.
- Computación.
- Laboratorios.
- Hotelería.
- Hospitales y Centros Médicos.
- Salas de Cine y Teatro.
- Etc.

### **2.7 TIPOS DE PERTURBACIONES ELÉCTRICAS EN LA LÍNEA AC**

Hay una serie de fenómenos bien conocidos que son los que causan las perturbaciones eléctricas. Se caracterizan por su valor de variación amplitud en el voltaje, niveles de energía que conlleva, duración del mismo y tiempo de subida del mismo:

- **Regulación:** son variaciones lentas en los valores de tensión o de frecuencia, del orden de milisegundos, segundos e incluso algunos minutos. En general, estos efectos suelen reducir la vida útil de los equipos, muchas veces debidos a sobrecalentamientos generados en los componentes. Principalmente tenemos tres fenómenos implicados:
  - Picos o sobretensiones, podemos tener subidas de 10 ó 20% respecto al valor nominal de 220V durante un tiempo
  - Caídas de corta duración: debidos principalmente al arranque de motores, puesto que pueden llegar a consumir varias veces el valor nominal.
  - Caídas de larga duración: provocadas por la sobrecarga de la red

**2.7.1 Transitorios:** son sobretensiones de muy corta duración (del orden de microsegundos) y, por tanto, acarrear energía en muy altas frecuencias. Pueden estar causados por fenómenos naturales (relámpagos), encendido de cargas reactivas (motores), descargas electrostáticas... Son muy importantes pues pueden causar importantes daños físicos.

**2.7.2 Ruido eléctrico:** al igual que los transitorios, implican energía en altas frecuencias (rizados, parásitos, interferencias de radio frecuencia...) pero de más larga duración y mucha menos amplitud. No tienen porqué averiar los equipos, pero sí errores en su funcionamiento y empeoramiento de sus prestaciones.

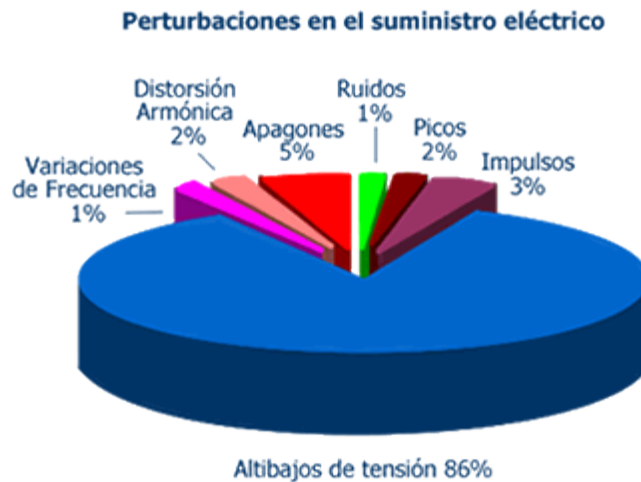
**2.7.3 Armónicos:** presencia de armónicos, normalmente impares, en la señal eléctrica, que conllevan flujos inesperados y sobre corriente en la señal eléctrica. Se solucionan mediante filtros y algunos tipos de transformadores.

**2.7.4 Tierra:** ya hemos comentado su utilidad e importancia al dar unas ideas generales de cómo funciona la corriente alterna de la señal eléctrica.

**2.7.5 Cortes de energía:** pueden ser de dos tipos principales: micro cortes y sostenidos:



- Los micro cortes no llegan a desconectar los aparatos, pero todos aquellos que dispongan de algún tipo de circuito lógico y digital en su interior (reproductor DVD, receptor A/V...) puede tener un error en su funcionamiento y ser necesario reiniciarlos (apagar y volver a encender).



**Fig. 2.12** Perturbaciones eléctricas

## 2.8 LABVIEW



Este programa fue creado por National Instruments (1976) para funcionar sobre máquinas MAC, salió al mercado por primera vez en 1986. Ahora está disponible para las plataformas Windows, UNIX, MAC y Linux. La versión 8.6, publicada en agosto de 2008, cuenta también con soporte para Windows Vista.

Su origen proviene del control de instrumentos, aunque hoy en día se ha expandido ampliamente no sólo al control de todo tipo de electrónica (Instrumentación electrónica) sino también a su programación embebida. Un lema tradicional de LabVIEW es: "La potencia está en el Software", que con la aparición de los sistemas multinúcleo se ha hecho aún más potente. Entre sus objetivos están el reducir el tiempo de desarrollo de aplicaciones de todo tipo (no sólo en ámbitos de Pruebas, Control y Diseño) y el

permitir la entrada a la informática a profesionales de cualquier otro campo. LabVIEW consigue combinarse con todo tipo de software y hardware, del propio fabricante - tarjetas de adquisición de datos, PAC, Visión, instrumentos y otro Hardware de otros fabricantes.

LabVIEW es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico, es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. La diferencia de dichos programas en un importante aspecto es: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa en cambio LabVIEW emplea la programación gráfica para crear programas basados en diagramas de bloques.

Sin embargo, para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales. LabVIEW posee extensas librerías de funciones y subrutinas. Además de las funciones básicas de todo lenguaje de programación, LabVIEW incluye librerías específicas para la adquisición de datos, control de instrumentación VXI, GPIB y comunicación serie, análisis presentación y guardado de datos. LabVIEW también proporciona potentes herramientas que facilitan la depuración de los programas.

Las ventajas que proporciona el empleo de LabVIEW se resumen en las siguientes:

- Se reduce el tiempo de desarrollo de las aplicaciones al menos de 4 a 10 veces, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Da la posibilidad a los usuarios de crear soluciones completas y complejas.
- Con un único sistema de desarrollo se integran las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.

- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

### **2.8.1 ¿Cómo Trabaja Labview?**

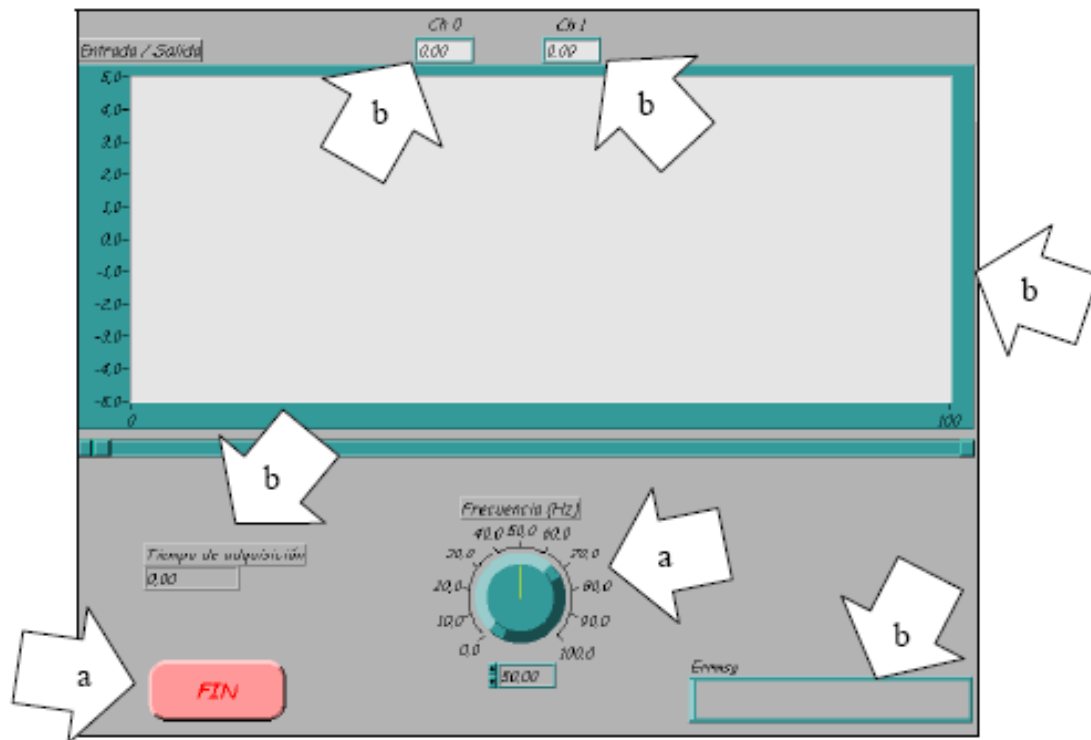
Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan Instrumentos Virtuales (VIs), porque su apariencia y funcionamiento imitan los de un instrumento real. Sin embargo son análogos a las funciones creadas con los lenguajes de programación convencionales. Los VIs tienen una parte interactiva con el usuario y otra parte de código fuente, y aceptan parámetros procedentes de otros VIs.

Todos los VIs tienen un panel frontal y un diagrama de bloques. Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los VIs. A continuación se procederá a realizar una somera descripción de estos conceptos.

#### **2.8.1.1 Panel Frontal**

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno de ellos puede estar definido como un control (a) o un indicador (b). Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.



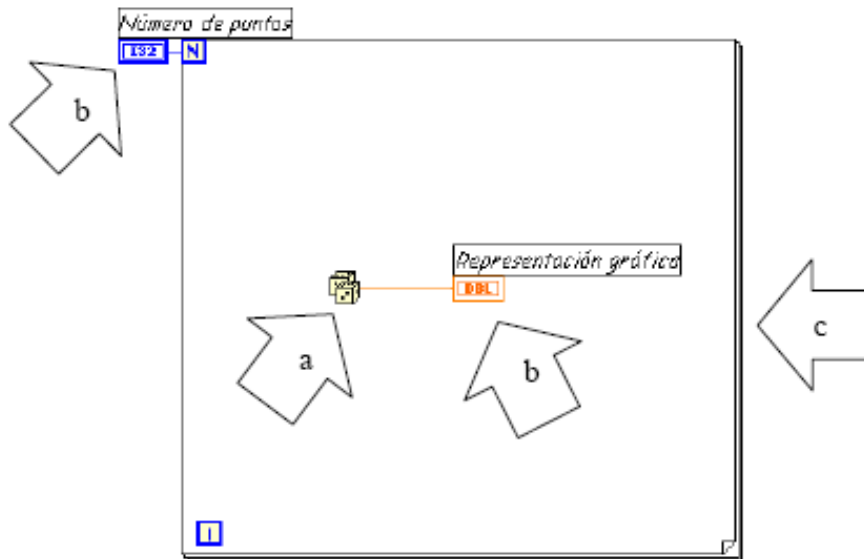
**Fig. 2.13** Panel frontal

### 2.8.1.1.1 Diagrama de bloques

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesamiento de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales.

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales. A continuación se presenta un ejemplo de lo recién citado:



**Fig. 2.14** Diagrama de bloques

- (a) Función.
- (b) Terminales (control e indicador).
- (c) Estructura.

El diagrama de bloques se construye conectando los distintos objetos entre sí, como si de un circuito se tratara. Los cables unen terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos.

LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc.

Las estructuras, similares a las declaraciones causales y a los bucles en lenguajes convencionales, ejecutan el código que contienen de forma condicional o repetitiva (bucle for, while, case,...).

Los cables son las trayectorias que siguen los datos desde su origen hasta su destino, ya sea una función, una estructura, un terminal, etc. Cada cable tiene un color o un estilo diferente, lo que diferencia unos tipos de datos de otros.

### 2.8.1.2 Paletas.

Las paletas de LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear y modificar tanto el panel frontal como el diagrama de bloques. Existen las siguientes paletas:

#### 2.8.1.2.1 Paleta de herramientas (Tools palette)

Se emplea tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.



**Fig. 2.15** Paleta de herramientas

#### 2.8.1.2.2 Paleta de controles (Controls palette)

Se utiliza únicamente en el panel frontal. Contiene todos los controles e indicadores que se emplearán para crear la interfaz del VI con el usuario.



**Fig. 2.16** Paleta de colores

#### 2.8.1.2.3 Paleta de funciones (functions palette)

Se emplea en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa.



**Fig. 2.17** Paleta de funciones

### 2.8.2 Programación en LabVIEW

Con el entorno gráfico de programación de LabVIEW se comienza a programar a partir del panel frontal. En primer lugar se definirán y seleccionarán de la paleta de controles todos los controles (entradas que dará el usuario) e indicadores (salidas que presentará en pantalla el VI) que se emplearán para introducir los datos por parte del usuario y presentar en pantalla los resultados.

Una vez colocados en la ventana correspondiente al panel frontal todos los objetos necesarios, debe pasarse a la ventana Diagram (menú Windows > Show Diagram), que es donde se realiza la programación propiamente dicha (diagrama de bloques). Al abrir esta ventana, en ella se encuentran los terminales correspondientes a los objetos situados en el panel frontal, dispuestos automáticamente por LabVIEW.

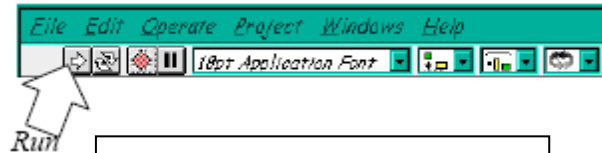
Se deben ir situando las funciones, estructuras, etc. que se requieran para el desarrollo del programa, las cuales se unen a los terminales mediante cables.

Para facilitar la tarea de conexión de todos los terminales, en el menú “Help” puede elegirse la opción “Show Help”, con lo que al colocar el cursor del ratón sobre un elemento aparece una ventana con información relativa a éste (parámetros de entrada y salida). Además, si se tiene seleccionado el cursor de cableado, al situar éste sobre un elemento se muestran los terminales de forma intermitente.

### 2.8.3 Ejecución de un VI

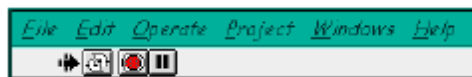
Una vez se ha concluido la programación del VI se debe proceder a su ejecución. Para ello la ventana activa debe ser el panel frontal (si se está en la ventana del diagrama de bloques, se debe seleccionar la opción Show Panel del menú Window).

Una vez situados en el panel frontal, se pulsará el botón de Run, situado en la barra de herramientas.



**Fig. 2.18** Barra de herramientas

El programa comenzará a ejecutarse. Mientras dura la ejecución del mismo, la apariencia del botón de Run es la que se muestra a continuación:



**Fig. 2.19** Botón Run

De este modo el programa se ejecutará una sola vez. Si se desea una ejecución continua, se pulsará el botón situado a la derecha del de Run (Continuous Run). Si durante el funcionamiento continuo del programa se vuelve a pulsar el citado botón, se finalizará la última ejecución del mismo, tras lo cual el programa se parará.

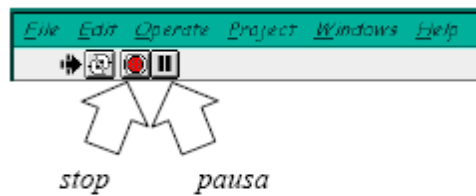


**Fig. 2.20** Continuos Run

Para finalizar la ejecución de un programa se puede operar de dos formas. La primera, y la más aconsejable, es emplear un botón en el panel frontal del VI, cuya pulsación produzca la interrupción del bucle de ejecución de la aplicación. La segunda forma de detener la ejecución del VI es pulsando el botón de pausa o el de stop. La diferencia entre ambos es que si se pulsa stop, la ejecución del programa finaliza inmediatamente,



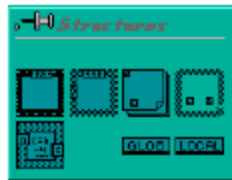
mientras que si se pulsa pausa, se produce una detención en el funcionamiento del programa, retomándose su ejecución una vez se vuelve a pulsar el mismo botón.



**Fig. 2.21** Botón pausa y stop

#### 2.8.4 Estructuras

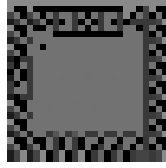
En la paleta de funciones la primera opción es la de las estructuras. Éstas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles, etc.



**Fig. 2.22** Estructuras

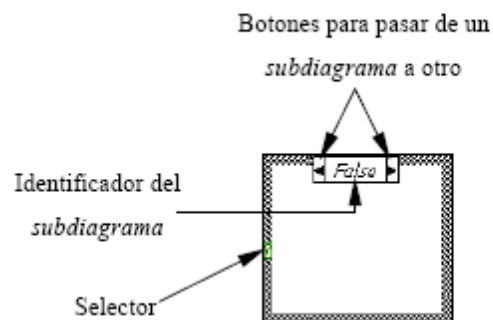
Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que está programada en su interior una vez tiene disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Sin embargo, cada estructura ejecuta su subdiagrama de acuerdo con las reglas específicas que rigen su comportamiento, y que se especifican a continuación.

Un subdiagrama es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El For Loop y el While Loop únicamente tienen un subdiagrama. El Case Structure y el Sequence Structure, sin embargo, pueden tener múltiples subdiagramas, superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar al tiempo uno de ellos. Los subdiagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa. Las siguientes estructuras se hallan disponibles en el lenguaje G.



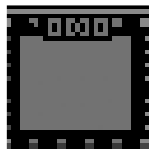
**Fig. 2.23** Case Structure

Al igual que otras estructuras posee varios subdiagramas, que se superponen como si de una baraja de cartas se tratara. En la parte superior del subdiagrama aparece el identificador del que se está representando en pantalla. A ambos lados de este identificador aparecen unas flechas que permiten pasar de un subdiagrama a otro. En este caso el identificador es un valor que selecciona el subdiagrama que se debe ejecutar en cada momento.



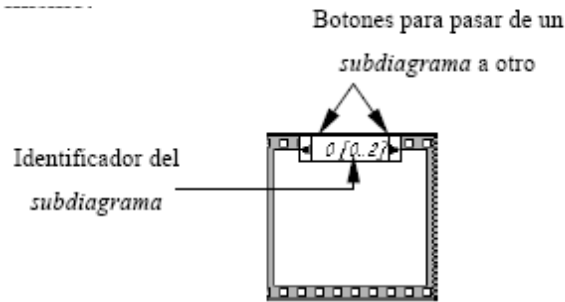
**Fig. 2.24** Subdiagramas

La estructura Case tiene al menos dos subdiagramas (True y False). Únicamente se ejecutará el contenido de uno de ellos, dependiendo del valor de lo que se conecte al selector.



**Fig. 2.25** Sequence Structure

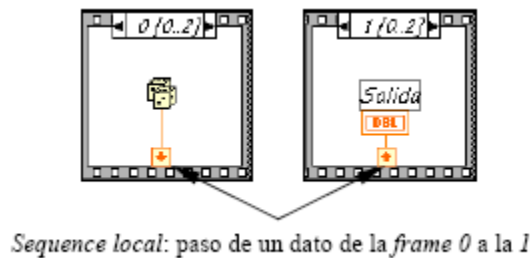
De nuevo, este tipo de estructuras presenta varios subdiagramas, superpuestos como en una baraja de cartas, de modo que únicamente se puede visualizar una en pantalla. También poseen un identificador del sub diagrama mostrado en su parte superior, con posibilidad de avanzar o retroceder a otros subdiagramas gracias a las flechas situadas a ambos lados del mismo



**Fig. 2.26** Varios Subdiagramas

Esta estructura secuencia la ejecución del programa. Primero ejecutará el subdiagrama de la hoja (frame) nº0, después el de la nº 1, y así sucesivamente.

Para pasar datos de una hoja a otra se pulsará el botón derecho del ratón sobre el borde de la estructura, seleccionando la opción Add sequence local.



**Fig. 2.27** Sequence local

## 2.9 ULTRA VNC

### 2.9.1 Definición

UltraVNC es un software libre que permite visualizar la pantalla de otro computador (vía internet o network) en tu propia pantalla. El programa permite el uso del ratón y del teclado para controlar otro computador remotamente. Esto quiere decir que se puede trabajar en un computador remoto como si se estuviese sentado frente a el desde

cualquier ubicación. UVNC funciona bajo Windows™ (95, 98, Me, NT4, 2000, XP, 2003, Vista). Es incrustado en el visor de java, permitiendo la conexión (y transferencia de archivos) desde un simple navegador a cualquier sistema operativo que soporte Java™ (Linux, Mac OS...) a un servidor de UltraVNC.

## 2.10 CORINEX AV200 POWERLINE ETHERNET ADAPTER



**Fig. 2.28** Corinex AV 200

El Corinex AV200 Powerline Adapter es una interfaz de red capaz de usar cableado eléctrico existente, como medio de comunicación. Después de una instalación exitosa el AV200 Powerline puede ser usado como una LAN tradicional con velocidad de transmisión hasta de 200 Mbps

La ventaja de este producto son sus bajos costos de mantenimiento sin necesidad de cableado extra u otros componentes electrónicos externos.

El Corinex AV200 Powerline Adapter:

- Permite a usuarios conectar PC u otros dispositivos a Ethernet, a redes locales a través de cableado eléctrico existente.
- Permite compartir archivos y aplicaciones

- Permite compartir periféricos a través de una red
- Permite compartir accesos de conexión a banda ancha
- Permite compartir banda ancha para transmisión de multimedia.
- Elimina la acumulación de cables en su casa u oficina.
- Es una rentable solución costo/beneficio para comunicaciones a alta velocidad en su casa u oficina

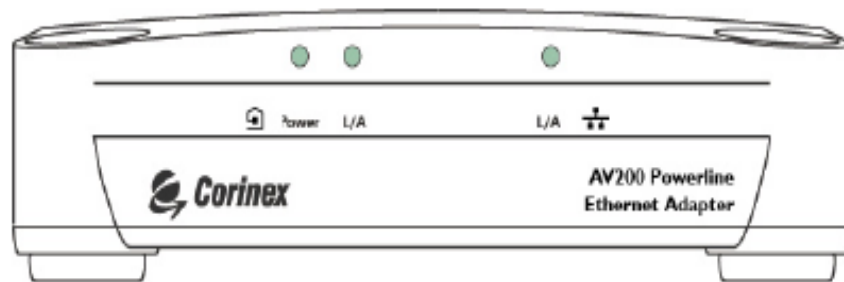
### 2.10.1 Requerimientos del sistema

- IBM compatible PC o a Macintosh
- Un puerto Ethernet10/100 Mbps disponible
- Windows 98/ME/2000/NT/XP, Mac OS X o sistema operativo Linux
- Javascript compatible con el navegador de Internet (Netscape, Internet Explorer, Opera...)

### 2.10.2 Descripción del Panel Frontal

#### 2.10.2.1 Definiciones de la señal de luz led

(LEDs de izquierda a derecha)



**Fig. 2.29** Panel frontal CORINEX AV 200

- **Encendido Verde**  
On: Encendido  
Off: Apagado
- **PLC Verde**  
On: Powerline activity

Off : No hay actividad Powerline

Intermitente: Recibiendo/Transmitiendo datos

- **ETHERNET Verde**

On: Enlace a LAN

Off: No hay enlace a LAN

Intermitente: Recibiendo/Transmitiendo datos

### 2.10.3 Descripción Panel Lateral

#### 2.10.3.1 Definiciones de los conectores

(Conectores de izquierda a derecha)



**Fig.2.30** Panel lateral corinex AV 200

- **Cable eléctrico:** Alimentación de poder y conector Powerline
- **LAN:** Puerto Ethernet 1x RJ-45 LAN10/100

### 2.10.4 Especificaciones técnicas

<b>Estándar</b>	IEEE 802.3u
<b>Velocidad</b>	200 Mbps en nivel físico
<b>AC Enchufe de corriente</b>	USA, EU , UK y Australia
<b>LED Señal de luz</b>	Power, Enlace/Actividad PLC, Enlace Ethernet
<b>Interfase</b>	10/100BaseT Fast Ethernet, Powerline
<b>Rango de alcance</b>	2 – 34 MHz
<b>Entrada de poder</b>	85 a 265 V AC, 50/60 Hz
<b>Dimensiones</b>	148 mm L x 106 mm W x 47 mm H
<b>Densidad espectral de la energía transmitida</b>	-56 dBm/Hz
<b>Consumo de energía</b>	5W
<b>Seguridad y EMI</b>	UL/EN 60950, FCC Part 15, límites EN 55022 EMC

**Tabla 2.1** Especificaciones técnicas del modem AV 200 CORINEX

### 2.10.5 Instalando el AV200 Powerline Adapter

Para conectar el Corinex AV200 Powerline Adapter a su computadora siga los pasos descritos a continuación.

- Conecte un extremo del cable Ethernet al puerto LAN del adaptador y el otro extremo al puerto Ethernet de su computadora.
- Conecte un extremo del cable de poder al puerto Powerline del adaptador y el otro extremo al enchufe de energía.

### 2.10.6 Probando la instalación

Para verificar que su equipo esta conectado y funciona correctamente, use la herramienta Ping. En Windows, presione en menú Inicio -> Ejecutar, luego escriba el comando ping IPADDRESS -t, donde IPADDRESS (es la dirección IP de su computadora a la cual se conecta el AV Powerline Adapter) por ejemplo. Ping 192.168.4.1 -t (el proceso se puede interrumpir presionando CTRL+C).

- Use la herramienta **Ping** para verificar la dirección IP del computado al cual esta conectado el AV200 Powerline Adapter. Si esto falla, debe existir un problema con la tarjeta de red Ethernet o con el protocolo TCP/IP.
- Repita el proceso en otros computadores de su red AV200 Powerline.
- Si los computadores hacen el Ping automáticamente, trate de usar la herramienta Ping con otro computador de su red AV200 Powerline. Si esto falla, debe existir un problema con la conexión en su red AV200 Powerline o con la configuración del adaptador AV. Revise la conexión el enchufe, o conéctelo en uno diferente.
- Verifique la configuración de su adaptador, si tiene problemas con la instalación, trate de desconectar su AV200 Powerline Adapter y reinicie su computadora, algunas veces esto resuelve el problema.

Para poder acceder a las paginas de configuración Web, es necesario conocer la dirección Web del adaptador y estar conectado a ella (a través de un cable de Ethernet).

Los adaptadores que no hayan sido configurados poseen la dirección IP **10.10.1.69**. Abrir un navegador de Internet (Microsoft Internet Explorer v6.0, Mozilla v1.7.2 y Mozilla Firefox v1.0 han sido modificados para su uso con estos productos.), escribir la dirección IP en la barra de direcciones – el URL debe ser **http://10.10.1.69/** a menos que se haya cambiado anteriormente por uno diferente.

Se requiere cambiar la dirección IP que viene por defecto, **10.10.1.69**, para permitir acceso a un adaptador, cuando una o más unidades están activas en la misma red.

La dirección IP es la identificación única de un dispositivo en la red, así que los adaptadores no se podrán identificar en la red si poseen la misma dirección.

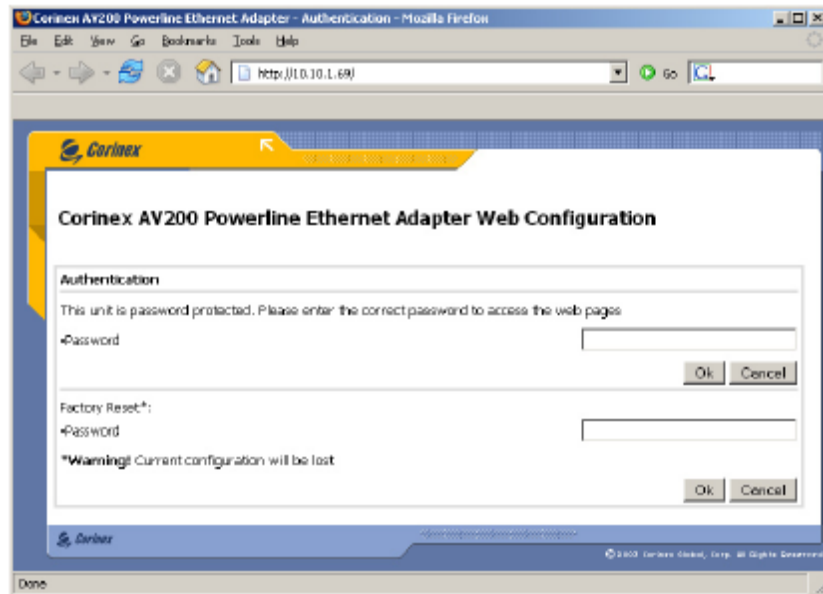
Los pasos para configurar una dirección IP en cada computador son:

- En los ajustes de red de su computadora, digite una dirección con un rango de 10.10.X.X y un valor Netmask 255.255.0.0. Esto es necesario para la compatibilidad con los ajustes por defecto del adaptador. Para más detalles acerca de cómo ajustar una dirección IP en su computadora.
- Enchufe el AV200 Powerline Adapter y conectar al PC a través del cable de Ethernet.
- Abrir el navegador Web y digitar el siguiente URL: **http://10.10.1.69**. Así llegara a la configuración del AV200 Powerline Adapter.

### **2.10.7 Página de autenticación**

Si la contraseña de configuración esta habilitada, usted necesitará registrarse antes de acceder a las páginas Web donde podrá ejecutar cambios a la red. Así mismo será dirigido a una página de autenticación, donde necesitará entrar la contraseña de configuración para acceder a páginas o una contraseña de reinicio total para ajustar la configuración al valor incluido por defecto de fabrica. El servidor tiene un receso de autenticación de 5 minutos, por ejemplo si una página de Internet no se ha descargado en 5 minutos la autenticación expirara y usted necesitará registrarse de nuevo.

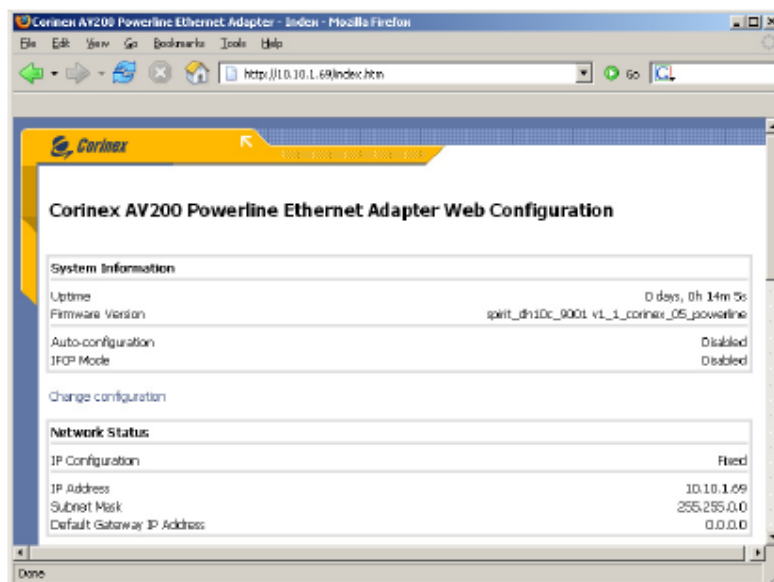




**Fig. 2.31** Pagina de Authentication corinex

### 2.10.8 Página principal

Esta es la segunda página después de registrarse, o la primera si la página de la contraseña de configuración esta deshabilitada. Aquí encontrará los ajustes actuales y alguna información básica acerca del adaptador. Seleccione Change Configuration para cargar la página de cambio de configuración.



**Fig. 2.32** Pagina principal corinex

### 2.10.8.1 Página de información adicional

Esta pagina muestra información detallada de los ajustes del MODEM, tales como las versiones uptime, firmware o información detallada de cada ajuste del MODEM.

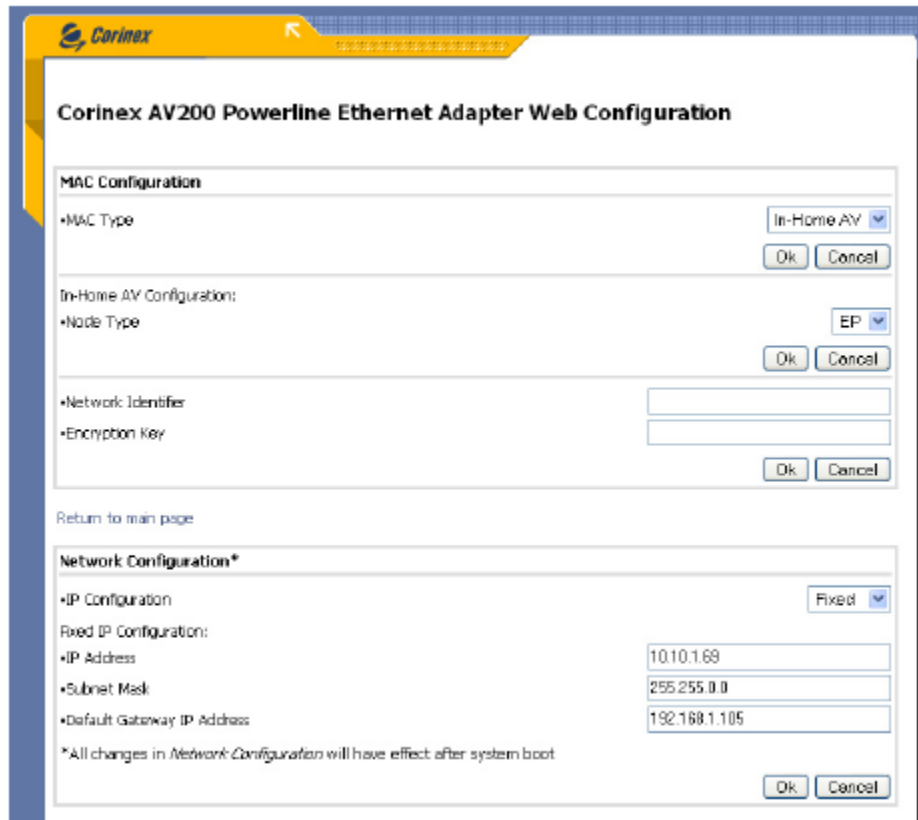
The screenshot displays the web configuration interface for a Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter. The page is titled "Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter Web Configuration" and features a yellow header with the Corinex logo. The content is organized into several sections, each with a "Return to main page" link.

- System Information:**
  - Uptime: 0 days, 0h 2m 16s
  - Firmware Version: spirit\_dh10c\_9001.s1\_1\_40\_vzeib\_corinex
- Network Status:**
  - IP Configuration: Fixed
  - IP Address: 10.10.1.69
  - Subnet Mask: 255.255.0.0
  - Default Gateway IP Address: 192.168.1.105
- MAC Status:**
  - MAC Address: 0050C22CA028
  - MAC Type: In-Home AV
  - Node Type: Automatic AP
- PHY Status:**
  - Notches: Disabled
  - Distortion Control: (status not explicitly shown)
- Spirit VLAN Status:**
  - Spirit VLAN Configuration: Disabled
  - Spirit VLAN Tag: 0
  - Spirit VLAN Priority: 0

**Fig. 2.33** Pagina de información adicional corinex

### 2.10.9 Pagina de cambio de configuración

La página de configuración le permite al usuario cambiar algunos parámetros básicos del MODEM. Cualquier cambio de parámetros, será guardado en la memoria permanente, y se cargará y configurará automáticamente cada vez que inicie el sistema, la mayoría de los cambio tienen efecto inmediato, excepto los ajustes de configuración de Red (Estos requieren que reinicie el sistema).



**Fig. 2.34** Pagina de configuración corinex

## 2.11 COMPACT FIELDPOINT



**Fig. 2.35** Compact FieldPoint

Es un controlador de automatización programable (PAC) fácil de usar y altamente expansible compuesto de módulos de E/S robustos e interfaces de comunicación

inteligentes. Los módulos de E/S de Compact FieldPoint filtran, calibran y escalan señales de sensores sin procesar a unidades de ingeniería así como realizar auto diagnóstico para encontrar problemas como, por ejemplo, un termopar abierto. A través de sus servidores integrados de Web y archivos, la interfaz Compact FieldPoint publica automáticamente medidas en la red Ethernet.

- Con el **FieldPoint** o el **Compact FieldPoint**, se pueden desarrollar sistemas de control o de medición. Tiene aislamiento para 2300Vrms, un rango de tolerancia de temperatura entre -40° C hasta 70° C y montaje en riel. Tiene módulos E/S inteligentes, que se pueden escoger de acuerdo con las necesidades.
- Este controlador tiene un servidor Web y las redes de trabajo entre bancos se comunican a 10 y 100 Mbs en Ethernet.
- Además, a diferencia de la opción anterior, éste tiene una tolerancia a la vibración de 5 g de vibración e inmunidad al ruido eléctrico.

### **2.11.1 Beneficios del Compact FieldPoint**

#### **2.11.1.1 Grado industrial**

Compact FieldPoint cuenta con especificaciones industriales como 50 g de shock, vibración de 5 g y un rango de temperatura de -40 a 70 °C. Compact FieldPoint es compatible con certificaciones norteamericanas y europeas como seguridad, ubicaciones peligrosas, aprobación marítima y compatibilidad con EMC.

#### **2.11.1.2 Fiabilidad**

Compact FieldPoint ejecuta aplicaciones de LabVIEW Real-Time para brindar rendimiento determinístico en tiempo real.

#### **2.11.1.3 Fácil de Usar**

Compact FieldPoint le ayuda a realizar medidas y control industrial rápidamente sin experiencia de programación requerida.

### **2.11.2 Partes y Accesorios del Compact FieldPoint**

### 2.11.2.1 NI cFP-DI-301

Módulo de Entrada Digital Sinking de 16 Canales de 24 VDC para Compact Fieldpoint

---



**Fig. 2.36** Modulo cFP-DI-301

- Dieciséis entradas digitales sinking de 24 VDC
- LED indicador de estado on/off por canal
- Rango de operación de -40 a 70 C
- Operación HotPnP (plug-and-play)

### 2.11.2.2 NI cFP-CB-1

Bloque Conector Integrado para Cablear a la E/S de Compact FieldPoint

---



**Fig. 2.37** Modulo cFP-CB-1

- Se monta al plano trasero en medio de los módulos de E/S
- Se requiere un cFP-CB-1 para cada módulo de E/S Compact FieldPoint
- Liberación de tensión y ranuras integradas para ataduras de cables
- Facilidad de cableado con las terminales con codificación en colores para conexiones de voltaje y conexiones comunes.

### 2.11.2.3 NI cFP-AI-100

Módulo de Entrada Analógica de Voltaje y Corriente con 8 Canales para Compact FieldPoint



**Fig. 2.38** Modulo cFP-AI-100

- 8 entradas de voltaje o corriente
- Mide señales de corriente de milivoltios, bajo voltaje, voltaje medio o miliamperios
- Resolución de 12 bits
- Operación HotPnP (plug-and-play)
- Rango de operación de -40 a 70 °C
- Rango de entrada configurable por software (por canal)

#### 2.11.2.4 NI cFP-RLY-421

Módulo de Relé SPST (Forma A) de 8 Canales para Compact FieldPoint

---



**Fig. 2.39** Modulo cFP-RLY-421

- LED indicador de estado On/Off por canal
- 8 relés electromecánicos -- 120 VDC, 250 VAC
- Rango de operación de -40 a 55 °C
- Hasta 1.5 A por canal
- Relés (SPST, Forma A) abiertos normalmente, de un solo polo y doble tiro

#### 2.11.2.5 NI cFP-DO-400

Módulo de Entrada Digital Tipo Sourcing de 8 Canales para Compact FieldPoint

---



**Fig. 2.40** Modulo cFP-DO-400

- LED indicador de estado on/off por canal
- Operación HotPnP (plug-and-play)
- Voltajes de 5 a 30 VDC
- Rango de operación de -40 a 70 °C
- Hasta 1.5 A por canal, 9 A cuadrados por módulo.

## **2.12 ROBOT**

### **2.12.1 Tipos de configuraciones en los robots.**

La arquitectura, definida por el tipo de configuración general del robot, puede ser metamórfica, el concepto de metamorfismo, de reciente aparición, se ha introducido para incrementar la flexibilidad funcional de un robot a través del cambio de su configuración por el propio robot, el metamorfismo admite diversos niveles, desde los más elementales, hasta los más complejos como el cambio o alteración de algunos de sus elementos o subsistemas estructurales.

Los dispositivos y mecanismos que pueden agruparse bajo la denominación genérica del robot, tal como se ha indicado, son muy diversos y es por tanto difícil establecer una clasificación coherente de los mismos que resista un análisis crítico y riguroso, la subdivisión de los robots, con base en su arquitectura, se hace en los siguientes grupos; poli articulados, móviles, androides, zoomórficos, híbridos y robots industriales.

**2.12.1.1 Poli Articulados.-** Bajo este grupo están los robots de muy diversa forma y configuración, cuya característica común es la de ser básicamente sedentarios (aunque excepcionalmente pueden ser guiados para efectuar desplazamientos limitados) y estar estructurados para mover sus elementos terminales en un determinado espacio de trabajo según uno o más sistemas de coordenadas y con un número limitado de grados de libertad.





**Fig. 2.41 Robot poli-articulado**

**2.12.1.2 Móviles.-** Son robots con gran capacidad de desplazamiento, basados en carros o plataformas y dotados de un sistema locomotor de tipo rodante, siguen su camino por telemando o guiándose por la información recibida de su entorno a través de sus sensores. Estos robots aseguran el transporte de piezas de un punto a otro de una cadena de fabricación, guiados mediante pistas materializadas a través de la radiación electromagnética de circuitos empotrados en el suelo, o a través de bandas detectadas fotoeléctricamente, pueden incluso llegar a sortear obstáculos y están dotados de un nivel relativamente elevado de inteligencia.



**Fig. 2.42 Robot móvil**

**2.12.1.3 Androides.-** Son robots que intentan reproducir total o parcialmente la forma y el comportamiento cinemática del ser humano, actualmente los androides son todavía

dispositivos muy poco evolucionados y sin utilidad práctica, y destinados, fundamentalmente, al estudio y experimentación.

Uno de los aspectos más complejos de estos robots y sobre el que se centra la mayoría de los trabajos, es el de la locomoción bípeda, en este caso, el principal problema es controlar dinámicamente y coordinadamente en el tiempo real el proceso y mantener simultáneamente el equilibrio del robot.



**Fig. 2.43 Androide Asimo**

**2.12.1.4 Zoomórficos.-** Los robots zoomórficos, que considerados en sentido no restrictivo podrían incluir también a los androides, constituyen una clase caracterizada principalmente por sus sistemas de locomoción que imitan a los diversos seres vivos, a pesar de la disparidad morfológica de sus posibles sistemas de locomoción es conveniente agrupar a los robots zoomórficos en dos categorías principales: caminadores y no caminadores.

El grupo de los robots zoomórficos no caminadores está muy poco evolucionado, cabe destacar, entre otros, los experimentos efectuados en Japón basados en segmentos cilíndricos biselados acoplados axialmente entre sí y dotados de un movimiento relativo de rotación, en cambio, los robots zoomórficos caminadores multipedos son muy numerosos y están siendo experimentados en diversos laboratorios con vistas al desarrollo posterior de verdaderos vehículos todo terreno, piloteados o autónomos, capaces de evolucionar en superficies muy accidentadas, las aplicaciones de estos robots serán interesantes en el campo de la exploración espacial y en el estudio de los volcanes.



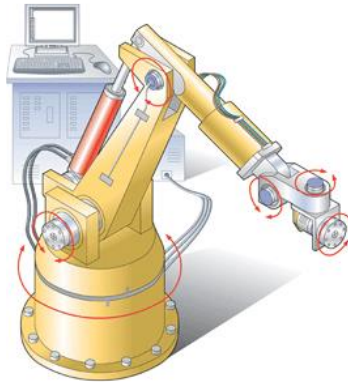
**Fig. 2.44 Robot zoomórfico. El perro AIBO diseñado por Sony**

**2.12.1.5 Híbridos.-** Estos robots corresponden a aquellos de difícil clasificación cuya estructura se sitúa en combinación con alguna de las anteriores ya expuestas, por ejemplo, un dispositivo segmentado articulado y con ruedas, es al mismo tiempo uno de los atributos de los robots móviles y de los robots zoomórficos, de igual forma pueden considerarse híbridos algunos robots formados por la yuxtaposición de un cuerpo formado por un carro móvil y de un brazo semejante al de los robots industriales, en parecida situación se encuentran algunos robots antropomorfos y que no pueden clasificarse ni como móviles ni como androides, tal es el caso de los robots personales.



**Fig. 2.45 Robot híbrido**

**2.12.1.6 Robot Industrial (Robot Manipulador).-** Son máquinas programables de uso general que tiene algunas características antropomórficas o “humanoides”, las características humanoides más típicas de los robots actuales es la de sus brazos móviles, los que se desplazarán por medio de secuencias de movimientos que son programados para la ejecución de tareas de utilidad.



**Fig. 2.46 Robot industrial o Robot manipulador**

Los manipuladores, conocidos también como brazos mecánicos son sistemas mecánicos multifuncionales, con un sencillo sistema de control de los cuales existen 3 tipos:

- Manual: cuando un operario controla directamente al manipulador
- Secuencia fija: cuando se repite de forma invariable el proceso de trabajo preparado previamente
- Secuencia variable: se pueden modificar características del ciclo de trabajo

Una particularidad de estos robots es que mientras las funciones de trabajo sean sencillas y repetitivas son ampliamente usados. Robots de repetición o aprendizaje

#### ✓ *Robots con control por computador*

Manipuladores multifuncionales controlados por una computadora que frecuentemente es un microordenador. En esta clase de robots el operador no necesita mover realmente el elemento de la maquina. El control por computador tiene un lenguaje en específico compuesto por varias órdenes adaptadas al robot con las que se crea un programa de aplicación utilizando solo la terminal de la computadora, a esta clase de programación se le denomina textual y se crea sin la intervención del manipulador. El problema con esta clase de robots es que exige una preparación especial para la programación en la computadora.

#### **2.12.2 Avances de la robótica en otras áreas.**

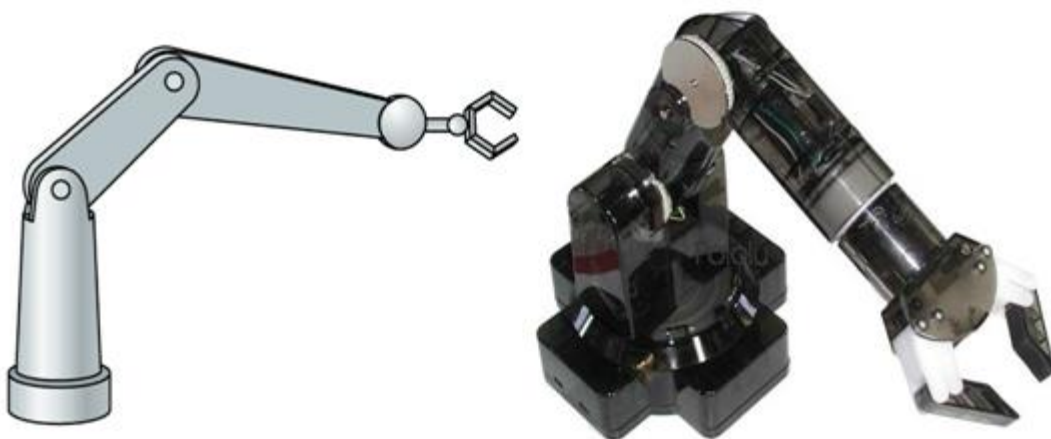
La rama de la medicina es una de las más beneficiadas con la generación y mejoras de los robots, una de las cuales es el robot Da Vinci, lo último en tecnología médica, viene de la mano del robot cirujano al cual sus creadores han bautizado como Da Vinci.



**Fig. 2.47 Robot cirujano Da Vinci**

### 2.12.3 Brazo robótico

Un Robot es un dispositivo generalmente mecánico, que desempeña tareas automáticamente, ya sea de acuerdo a supervisión humana directa, a través de un programa predefinido o siguiendo un conjunto de reglas generales, utilizando técnicas de inteligencia artificial. Generalmente estas tareas reemplazan, asemejan o extienden el trabajo humano, como ensamble en líneas de manufactura, manipulación de objetos pesados o peligrosos, trabajo en el espacio, etc.



**Fig. 2.48 Brazo robótico**

#### **2.12.4 Comparación del brazo humano con el brazo robótico**

En cuanto a los movimientos, el estudio de los mismos en los humanos está mucho más avanzado en los miembros inferiores que en los superiores. Esto se debe a que la principal función de las piernas es el caminar, y el amplio estudio de esta función ha dado como fruto unos patrones de normalidad. Sin embargo, para los miembros superiores, el estudio es mucho más complejo por su gran posibilidad de movimientos, y su capacidad de interactuar con diversos objetos, realizando movimientos con características dinámicas como elevada precisión, fuerza y velocidad adecuadas.

Los robots se modelan a menudo al ser humano, aunque sea en funcionalidad. Los científicos e investigadores han tratado de duplicar el cuerpo humano: creando máquinas con inteligencia, fuerza, movilidad y mecanismos auto sensorial. Quizás esto algún día sea una realidad.

La naturaleza provee un modelo llamativo para los experimentadores a imitarla, y está en nosotros en tomar el desafío. Algunos de los mecanismos de la naturaleza pueden ser duplicados en cierto grado.

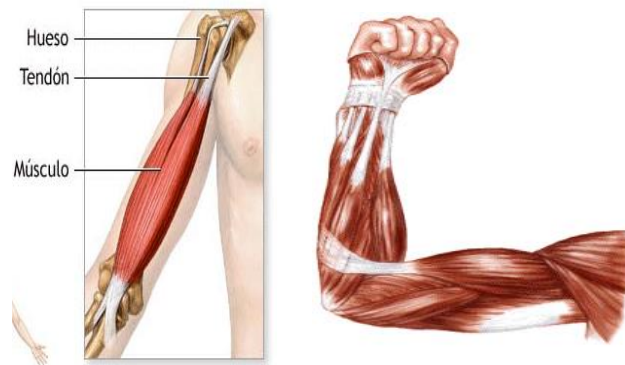
Se pueden construir robots con ojos para ver, oídos para escuchar, una boca para hablar y accesorios y sistemas de locomoción para manipular el ambiente y explorar los alrededores.

Al mover la mano, una compleja maquinaria, de huesos, músculos, tendones, nervios y articulaciones, empieza a funcionar.

La mano es el “Instrumento de los instrumentos” como la calificaba Aristóteles que permite al ser humano medir sensaciones de presión, temperatura, forma y posición de los objetos.

Por estas funciones siempre fue difícil para los ingenieros electrónicos emular sus características, mediante un aparato mecánico.

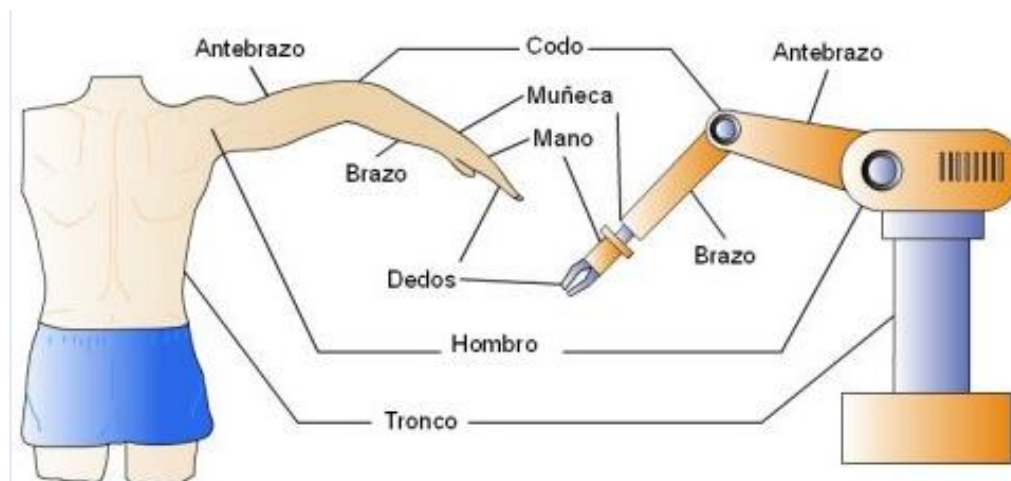
Los músculos del brazo humano son los motores del movimiento. Un músculo, es un haz de fibras, cuya propiedad más destacada es la contractilidad. Gracias a esta facultad, el paquete de fibras musculares se contrae cuando recibe orden adecuada. Al contraerse, se acorta y se tira del hueso o de la estructura sujeta. Acabado el trabajo, recupera su posición de reposo.



**Fig. 2.49** Brazo humano

La constitución física de la mayor parte de los robots industriales guarda cierta similitud con la anatomía de las extremidades superiores del cuerpo humano, por lo que, en ocasiones, para hacer referencia a los distintos elementos que componen el robot, se usan términos como cintura, hombro, brazo, codo, muñeca, etc.

El Brazo Robótico simula la locomoción humana también prueba las habilidades motoras como el agarre, lanzamientos, levantar, bajar y girar la muñeca. Se puede observar los mecanismos a través de la estructura transparente del brazo de plástico.



**Fig. 2.50** Brazo humano vs brazo robótico

#### 2.12.4.1 Características del brazo humano:

- La habilidad de manipular objetos es un rasgo que tienen los humanos y algunos animales.
- Puede levantar cargas pesadas.
- Puede moverse por sí mismo.
- Los movimientos que realiza no son tan bruscos como en el caso de los robots
- El brazo humano no tiene características específicas por que puede adaptarse tanto en fuerza como en flexibilidad, pero si tiene limitaciones.

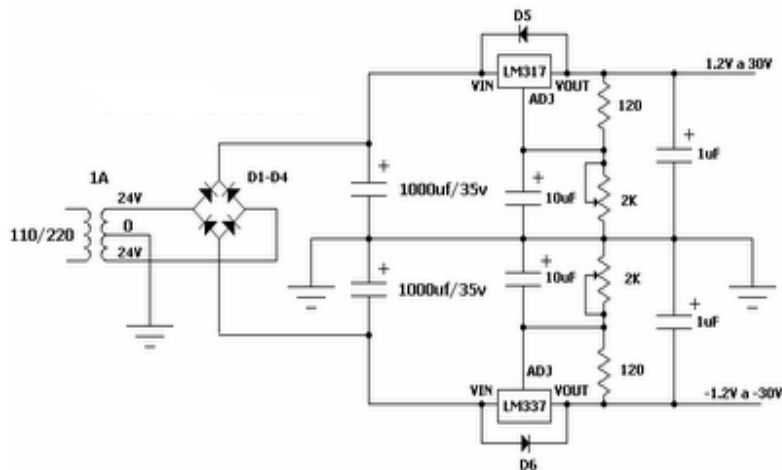
#### 2.12.4.2 Características del brazo robótico:

##### Cinco ejes de movimiento:

- La base puede girar a izquierda y derecha - 350 °.
- Hombro rango móvil - 120 °.
- Codo rango móvil - 135 °.
- Muñeca rota 340 °.
- Abrir y cerrar la pinza-55 mm (2,2 pulgadas).
- Máxima altura hacia arriba-510 mm (20,1 pulgadas).
- Capacidad máxima de elevación 130 G-(4,6 oz.)

### 2.13 FUENTE DUAL

Esta fuente es regulada, lo que indica que puede mantener un voltaje estable en la salida ante variaciones del voltaje de entrada y las condiciones de la carga. La regulación se hace a través de los circuitos integrados LM317 y LM337 que pueden manejar corrientes de hasta 1 Amperio.



**Fig. 2.51** Circuito de fuente de brazo robótico



## 2.14 SENSOR DE FUERZA FLEXIFORCE



**Fig. 2.52** FlexiForce A201

### 2.14.1 Especificaciones Flexiforce® A201

#### 2.14.1.1 Construcción

- Ultra delgado circuito impreso flexible.
- Un adhesivo lamina dos capas diferentes de sustrato (polyester/polyimide). En cada capa se aplica un material conductor (plata) y un material sensible a la presión

#### 2.14.1.2 Principio físico (Bases del funcionamiento)

- Piezoresistividad. Cuando se ejerce una fuerza se afectan las propiedades conductoras del material.
- Actúa como una resistencia de sentido de fuerza en un circuito eléctrico. Cuando está sin carga su resistencia es muy alta, cuando una fuerza es aplicada al sensor, su resistencia disminuye.

#### 2.14.1.3 Características de la señal que entrega (Características estáticas)

- Variable eléctrica que cambia: resistencia.
- Rango de la señal: Cuando no tiene carga  $>50M_{\Omega}$ , al máximo de carga  $20K_{\Omega}$ .
- Resolución: Produce una señal analógica y la resolución depende de la instrumentación.
- Linealidad:  $< +/- 5\%$
- Respuesta en frecuencia:  $> 200KHz$
- Reproducibilidad:  $< +/- 2.5\%$
- Histéresis:  $< 4.5\%$

#### 2.14.1.4 Especificaciones técnicas-eléctricas

- Corriente directa (DC).

- Durabilidad: Depende de las condiciones a las cuales esté expuesto.
- Rangos de medición:
  - 0-1Lb (4,4N)
  - 0-25Lb (110N)
  - 0-100Lb (440N)<sup>1</sup>
- Capacidad de voltaje: de 0.1V a 18V. Pero puede ir hasta 24V dependiendo de la habilidad para disipar el calor.
- Condicionamiento: Probar el sensor unas 8-10 veces al 110% de su carga máxima antes de la calibración.
- Conectores: 3 pines cuadrados machos.
- Dimensiones Físicas:
  1. Espesor: 0.208mm
  2. Longitud: 203mm, 152mm, 102mm, 51mm.
  3. Ancho: 14mm
- Área a sensar: 9.53mm de diámetro.

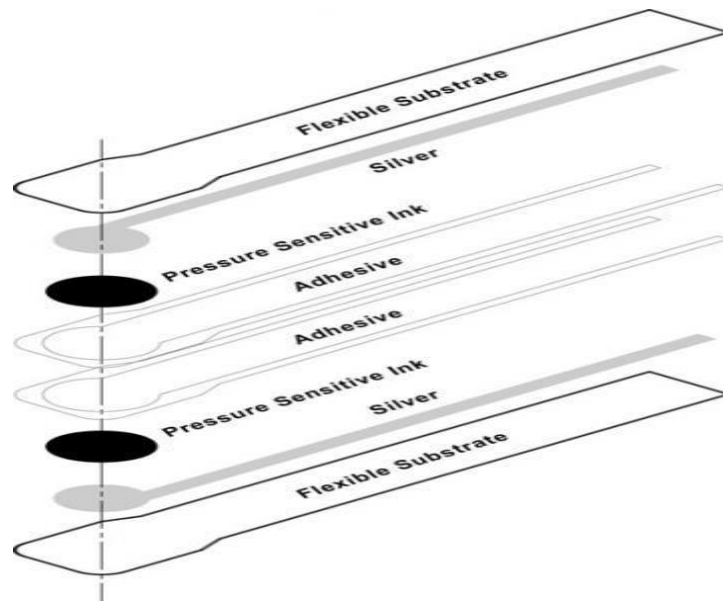
#### **2.14.1.5 Condiciones de trabajo**

- Temperatura: Opera de -9 a 60°C con una variación en la salida arriba del 0.36%/°C
- Humedad: En condiciones de alta humedad el sensor responde en los límites normales.
- Campos magnéticos: No se ve afectado.

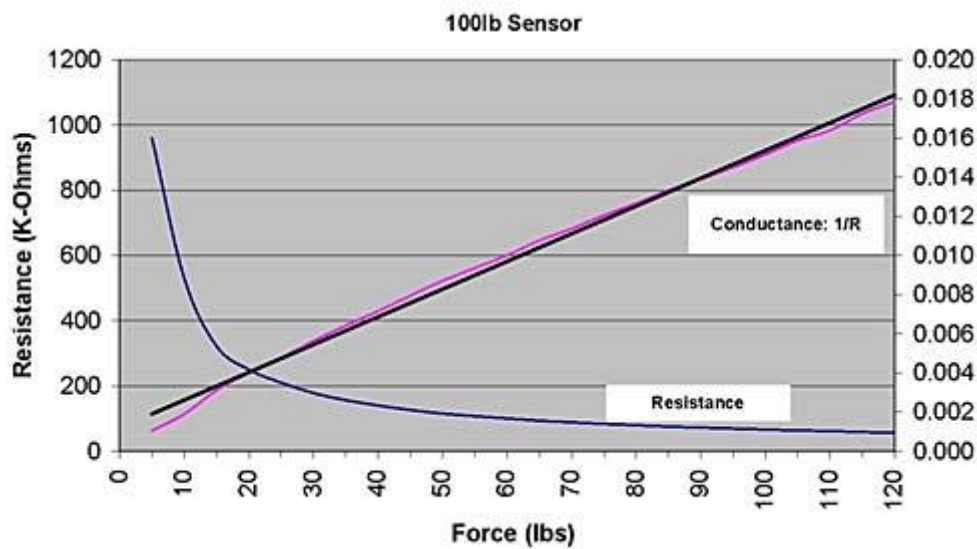
#### **2.14.1.6 Principio Físico**

El sensor de presión no es una galga extensiométrica, ni una celda de carga ni un transductor de presión, Son sensores que miden fuerza (presión). Tiene una resistencia variable en función de la presión aplicada y se rige por el principio piezoresistivo. Estos dispositivos se fabrican con un material elástico en cuatro capas, consistiendo en:

- Una capa de plástico eléctricamente aislador
- Un área activa que consiste en una serie de conductores
- Un espaciador plástico
- Un substrato flexible



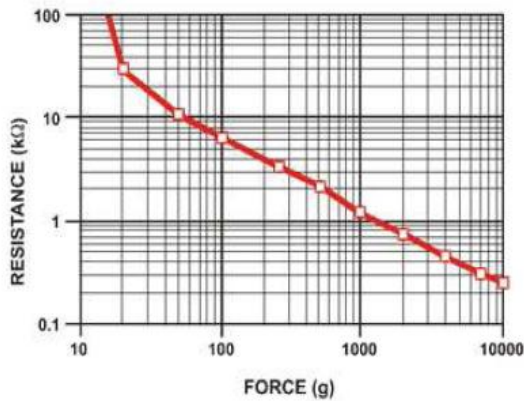
**Fig. 2.53** Composición física de Flexiforce A201



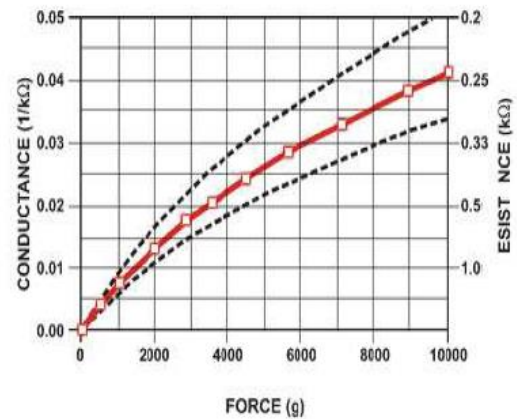
**Fig. 2.54** Curva característica de Flexiforce A201

#### 2.14.1.7 Características de la señal

La gama usable de la señal de salida de un FSR es casi lineal. Si se aplica bastante fuerza, su respuesta se convierte en no lineal debido a la saturación del sensor. Tiene una baja exactitud, con errores de hasta un 25% de salida. Sin embargo, es excelente para aplicaciones donde se necesita una medición cualitativa.

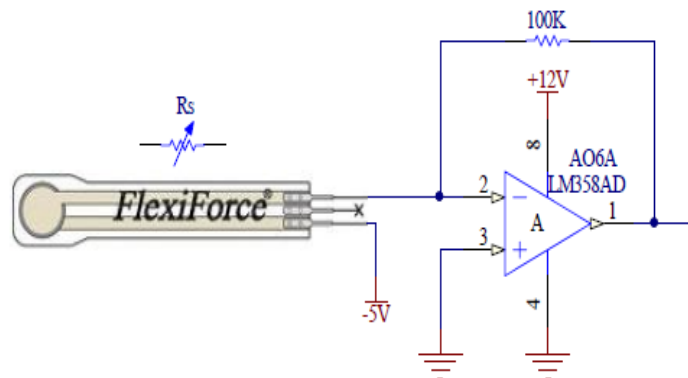


**Fig. 2.55** Fuerza vs. Resistencia



**Fig. 2.56** Fuerza vs. Conductancia

- La conductancia equivale a  $1/R$
- La exactitud de la fuerza se extiende de aproximadamente del  $\pm 5\%$  al  $\pm 25\%$  dependiendo de la consistencia de la medida y la actuación del sistema, de la tolerancia de la capacidad de repetición llevada a cabo en la fabricación, y de la calibración.
- La resolución de la fuerza de los dispositivos de FSR es mejor que el  $\pm 0.5\%$  de la fuerza completa del uso.



**Fig. 2.57** Diagrama de conexión

PARAMETRO	VALOR	NOTAS
Rango de sensibilidad de la Fuerza	<100 g hasta> 10 kg	Depende de la mecánica
Rango de sensibilidad de la Presión	<1,5 psi hasta> 150 psi <0,1 kg/cm <sup>2</sup> hasta> 10 kg/cm <sup>2</sup>	Depende de la mecánica
Parte-a-Parte Repetibilidad de la Fuerza	± 15% a ± 25% de la resistencia nominal establecida	Con un sistema de accionamiento repetible
Parte individual Repetibilidad de la Fuerza	± 2% a ± 5% de la resistencia nominal establecida	Con un sistema de accionamiento repetible
Resolución de la Fuerza	mejor que 0,5% (Full escala)	
Resistencia sin aplicar fuerza	> 1MΩ	Descargado, sin doblar
Rango de temperatura	-30 ° C a +70 ° C	
Máxima Corriente	1 mA/cm <sup>2</sup> de la fuerza aplicada	

**Tabla. 2.2** Características generales del sensor de fuerza

## 2.15 CARACTERÍSTICAS DEL SWICH D-LINK PARA CONEXION EN RED

### 2.15.1 Estándares

- Ieee 802.3 10base-t ethernet repeater,
- Ieee 802u 100base-tx class ii fast
- Ethernet repeater y ansi/ieec std
- 802.3 nway auto-negotiation

### 2.15.2 Conectores

- Rj-45

### 2.15.3 Transferencia

- 10/100 mbps full duplex, autodetect

#### 2.15.4 Método de acceso

- Csma/cd

#### 2.15.4 Método de transmisión

- Store-and-forward

#### 2.15.5 Topología

- Estrella

#### 2.15.6 Filtering address table

- 8 k por dispositivo

#### 2.15.7 Packet filtering/ forwarding rates

- 148.800 pps por puerta (en full duplex)

#### 2.15.8 Leds indicadores

- Por puerta: link/activity, velocidad 100mbps, full-duplex collision.
- Por switch: power
- Fuente de poder
- Externa.

#### 2.15.9 Consumo

- 8 watts máximo modelo rev. C2
- 12 watts máximo modelo rev. D1



**Fig. 2.58** Switch D-link para conexión en red

## CAPITULO III

### 3. METODOLOGIA

La investigación se ha desarrollado en función del cronograma de trabajo, planificado para cubrir los objetivos planteados. Empezando con el análisis de la red eléctrica.

Los resultados se obtuvieron a través experimentación y recolección de muestras y ensayos, describiendo los fenómenos que se van presentando a medida que avanza el proceso.

#### 3.1 INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Verificación física de la instalación, desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación. Esta permite hacerse una idea global de la instalación y de sus condiciones técnicas, revisando los siguientes aspectos:

##### 3.1.1 Circuitos

Para la revisión de los circuitos se siguió el siguiente procedimiento:

- Que todos los cables conductores estén correctamente atornillados en cada uno de los tomacorrientes, tanto de pared como de piso
- La sección de los conductores.
- El tipo de canalización.

#### 3.2 PRUEBAS UTILIZANDO LOS EQUIPOS PLT

Para la realización de este proyecto se prevé la utilización los módulos PLT Corinex Av200 Powerline Ethernet Adapter, que funcionan como Bridges (Puentes), son utilizados para aplicaciones comerciales que brindan los operadores de telecomunicaciones, con varias características de manejo y configuración, como se describe en la Tabla 3.1

TIPO	DESCRIPCION
HE	Head End (Master)
TDR	Repetidor
CPE	Costumer Premise Equipment (Esclavo)

**Tabla 3.1** Descripción de conexión del modem AV 200 corinex



**Fig. 3.1** Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter

Estos equipos son configurables en algunos modos de transmisión, de los cuáles se escogió el Modo 6 (TDM), que va desde los 4 MHz hasta los 34 MHz, con la cual se dispone de mejor velocidad de transmisión. El AV200 se configura como Maestro HE (Head End), ubicándolo en el laboratorio de PLT, con esto se logra la conexión de varios de estos dispositivos configurados como esclavos (CPE) sin inconvenientes.

La velocidad nominal de estos equipos es de 200 Mbps pero no siempre los equipos trabajan en estas velocidades sino por debajo ya que poseen un margen de tolerancia. Sin embargo hay que considerar la velocidad de las tarjetas de red de las maquinas que estamos utilizando que son de 100 Mbps (10/100 Mbps) por lo que la conexión que tenemos trabajara a esta velocidad.

### **3.2.1 Pruebas de Red LAN**

Para estas pruebas se utiliza los módem AV200 que comunicaran las dos computadoras que estarán conectadas al brazo robótico y al Compact FieldPoint, respectivamente, uno de los modem tiene que estar configurado como Máster, desde donde se podría distribuir los servicios generados por la red LAN PLT.

Las pruebas iniciales de conexión se establecen mediante el envío de paquetes de datos de diferente tamaño, utilizando el símbolo de sistema de los accesorios de Windows para hacer ping con los otros dispositivos.

Este modem se puede configurar ya sea como máster o como esclavo como se muestra en la Tabla 3.1

## **3.3 ELABORACION DEL PROGRAMA DE CONTROL DEL BRAZO ROBOTICO EN LABVIEW**

Para la elaboración del programa en labview se basa en los siguientes puntos:



- Panel frontal
- Diagrama de bloque
- Rangos de movimiento del brazo robótico
- Salidas de control
- Monitoreo del brazo robótico
- Control en tiempo real
- Control automatizado
- Automatización cerrada
- Programación del sensor de fuerza
- Configuración del compact Fieldpoint

### 3.3.1 Panel Frontal

La interfaz gráfica del VI recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador.

- Controles = entradas
- Indicadores = salidas

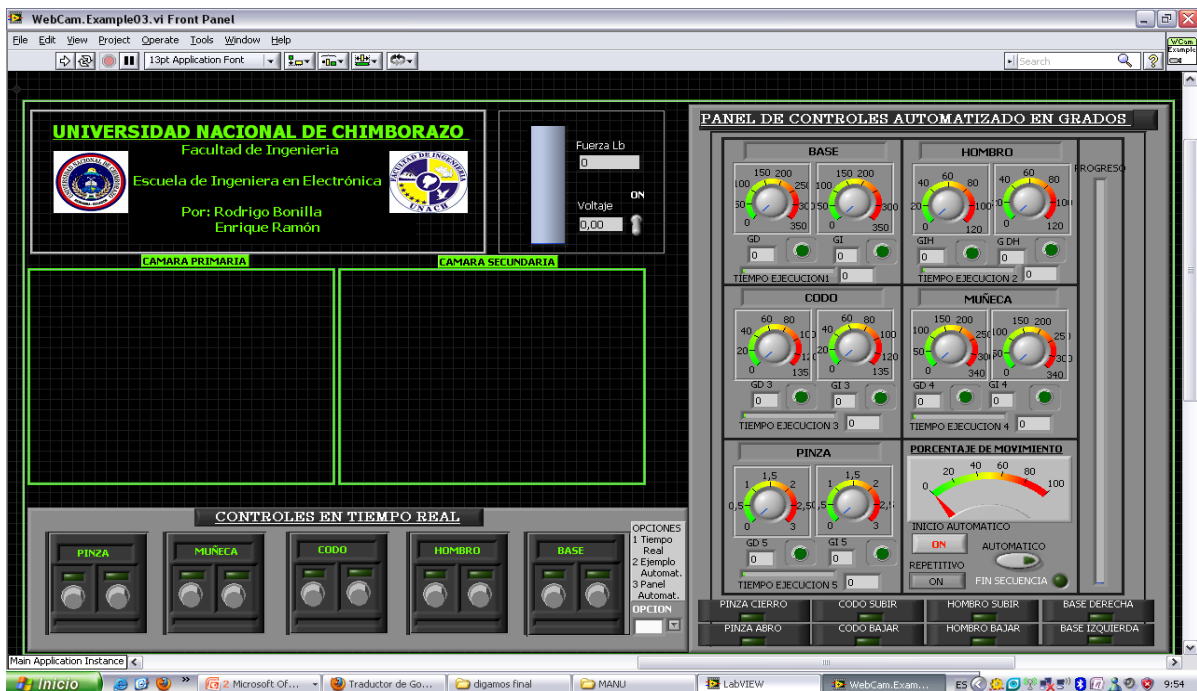
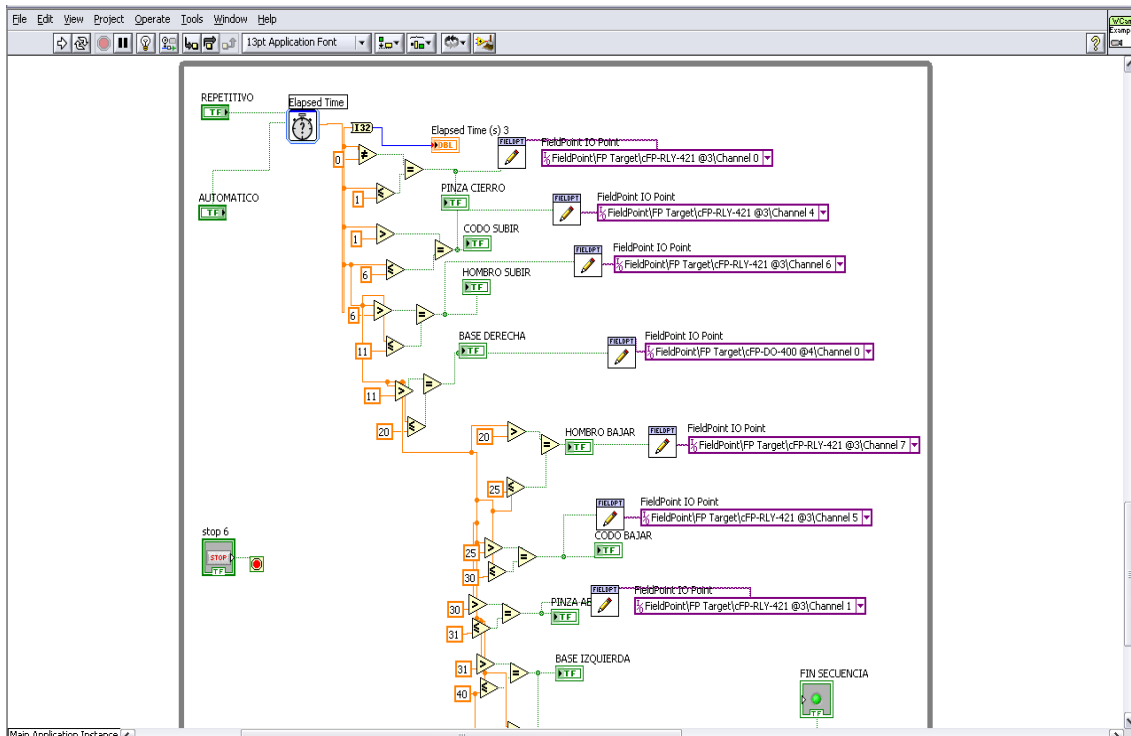


Fig. 3.2 Panel del programa en LabVIEW

### 3.3.2 Diagrama de Bloques del Programa

Contiene el código fuente gráfico de VI, posee funciones y estructuras que relacionan las entradas con las salidas creadas en el panel frontal.

- Programa de acompañamiento para el panel frontal
- Componentes “cableados” entre si



**Fig.3.3** Diagrama de bloque de la programación en LabVIEW

### 3.3.3 Rangos de Movimiento del Brazo Robótico

Para la programación en labview lo primero es establecer los datos de movimiento y grados de libertad de cada uno de los cinco motores que se implementa en el brazo robótico. Estos datos ayudaran en la programación y también para dar límites en los movimientos de tal manera que no sobrepase los límites de cada articulación del brazo y así de este modo proteger tanto los motores y las piezas de dicho brazo.

Los rangos de movimientos de cada uno de las partes del brazo son las siguientes:

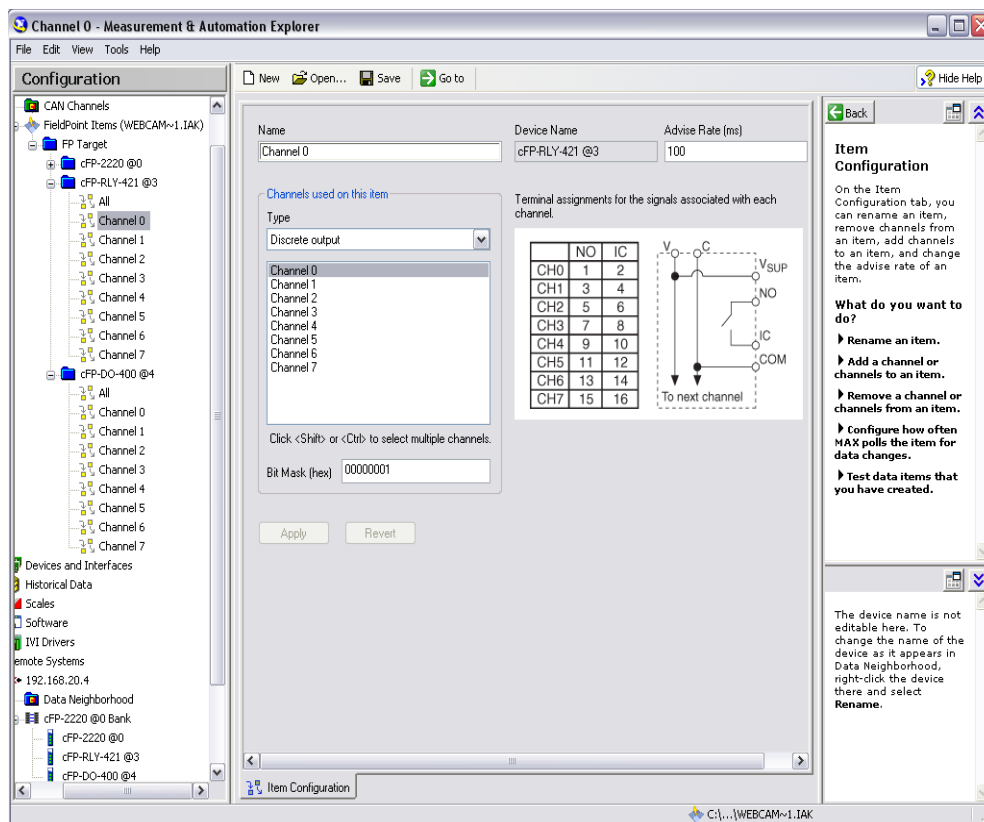
- La base puede girar de izquierda a derecha 350 °.
- El Hombro tiene un rango móvil de 120 °.

- El codo tiene un rango móvil de 135 °.
- La Muñeca puede rotar 340 °.
- Puede Abrir y cerrar la pinza 55 mm (2,2 pulgadas).

### 3.3.4 Salidas de Control

Para utilizar las salidas del compact FieldPoint tenemos que utilizarse el programa Measurement & Automation (Medida y Automatización) que se encuentra ya instalado con LabVIEW. Al conectar el compact a la computadora automáticamente es reconocido pero se tiene que ingresar la dirección IP, que en este caso es 10.10.1.40 de esta manera que se podrá ingresar a configurar internamente el compact FieldPoint.

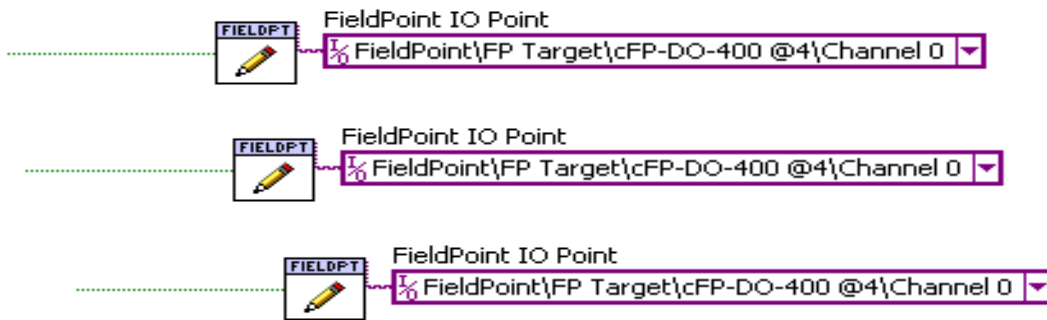
Ya en el menú aparecen todos los módulos con los que cuenta el compact y los cuales se podría utilizar, en este se utilizara los módulos CFP – DO- 400 y CFP – AI- 100 que permiten tener salidas digitales y analógicas como se muestra en la Figura 3.4



**Fig. 3.4** Configuración de las salidas del compact FieldPoint

Para tener estas salidas en el diagrama de bloques donde se va a programar se debe seleccionar un canal o salida el cual se arrastrara hacia el diagrama de bloques donde se encuentre el programa.

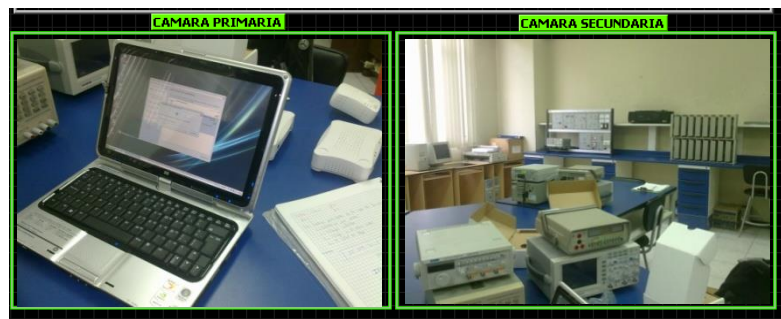
En el diagrama de bloques se muestra en la Figura 3.5



**Fig. 3.5** Salidas del compact FieldPoint

Como se indica en la grafica las salidas de programa son enviadas y asignadas a un puerto en el Compact FieldPoint de las cuales se utilizara diez salidas para poder enviar pulsos las cuales controlaran los movimientos de los motores del brazo robótico.

### 3.3.5 Monitoreo del Brazo Robótico



**Fig. 3.6** Visualización de las cámaras

Para el monitoreo del brazo robótico se utiliza dos cámaras de las cuales una se encontrara en la parte superior del brazo para tener una mejor perspectiva de los objetos que el brazo sostendrá o manipulara, con la segunda cámara obtendremos un plano completo del objeto, con esto se busca que cualquier persona pueda monitorear y manipular el brazo desde un punto dentro del laboratorio sin tener que tener al brazo en frente esto para que los estudiantes puedan aprender y monitorear desde sus computadoras al brazo.

Para el monitoreo remoto del brazo se utilizara VNC ,esta aplicación permite acceder desde un ordenador llamado cliente, a otro ordenador llamado servidor, separados físicamente pero sin embargo, conectados mediante una red.

### 3.3.6 Selección de Controles

El programa cuenta con un selector el cual permite seleccionar la programación en tiempo real, automatización cerrada o control automatizado.



**Fig. 3.7** Menú de opciones del programa

### 3.3.7 Control en Tiempo Real



**Fig. 3.8** Controles de manipulación del brazo robótico

En esta parte de la programación se puede controlar o mover el brazo en tiempo real, el cual podrá mover cualquier parte del brazo dependiendo de sus limitaciones, estos controles están diseñados y programados de tal manera que el usuario no puede forzar los motores y de esta manera proteger de que el brazo sufra daños al ser manejado por personas ajenas al programador.

La programación de tiempo real se encuentra en case structure opción 1 ya que existen tres opciones como se muestra a continuación.

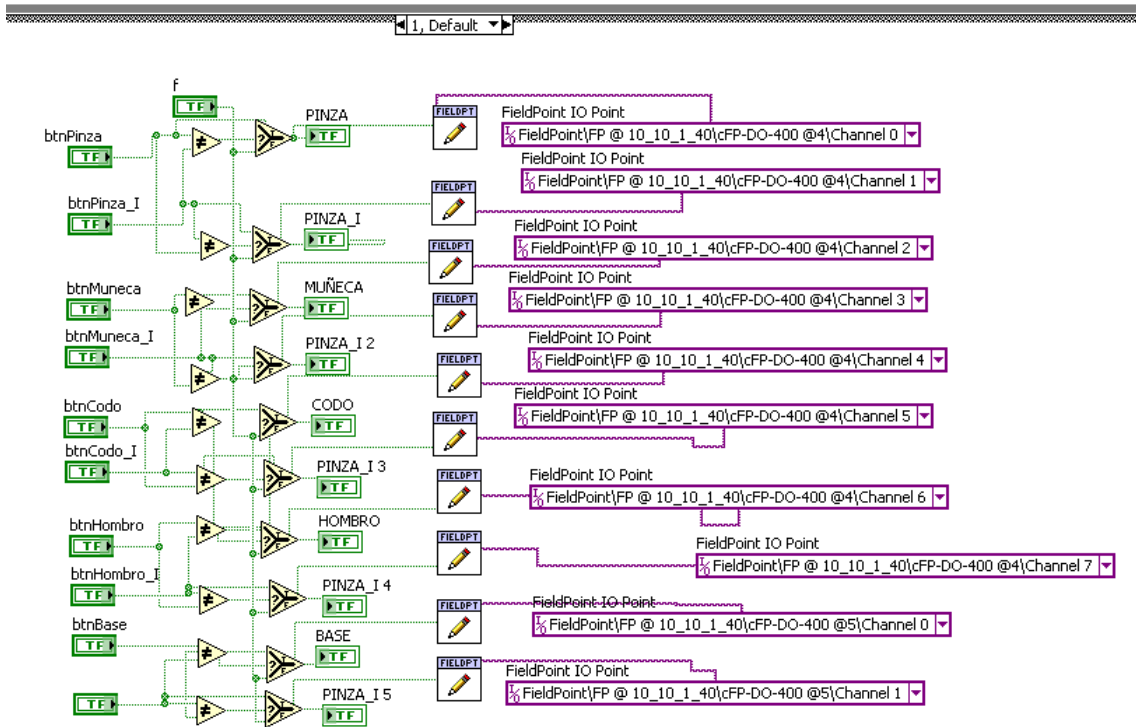


Fig. 3.9 Diagrama de bloque del control del brazo

### 3.3.8 Control Automatizado

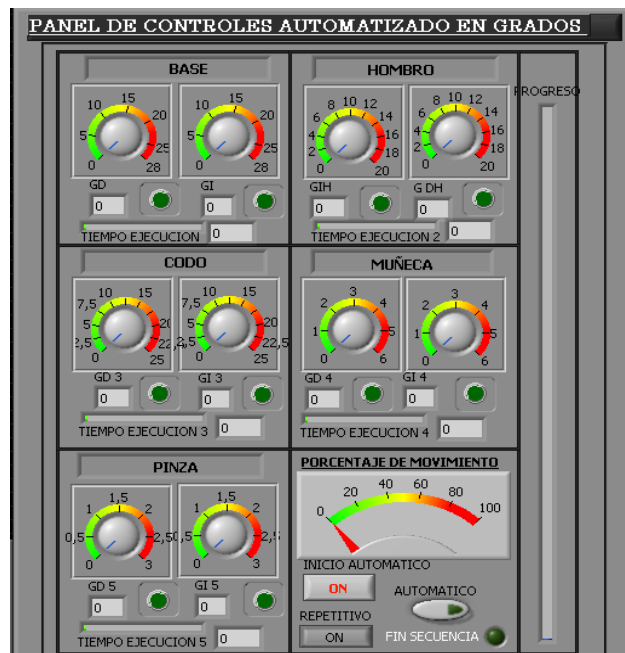


Fig. 3.10 Panel de controles automatizados

En esta parte es donde se programa una rutina para el brazo robótico, en el cual se da rangos de movilidad dependiendo de los grados de libertad, por cada articulación se dan ciertos grados de movilidad pero siempre teniendo un rango de protección, también se indica el tiempo y porcentajes de movimiento.

Esta rutina solo se puede hacer en solo sentido ya que si se lo hace en forma de ciclo repetitivo no se podrá volver a reescribir las salidas ya que crea conflictos y falla del programa especialmente con el compact FieldPoint.

Esta parte de la programación es mas para familiarizar al estudiante con movimientos temporizados que se le puede dar al brazo.

La programación de los controles automatizados se encuentra en case structure opción 3 como se muestra en el ANEXO C.

### 3.3.9 Automatización Cerrada



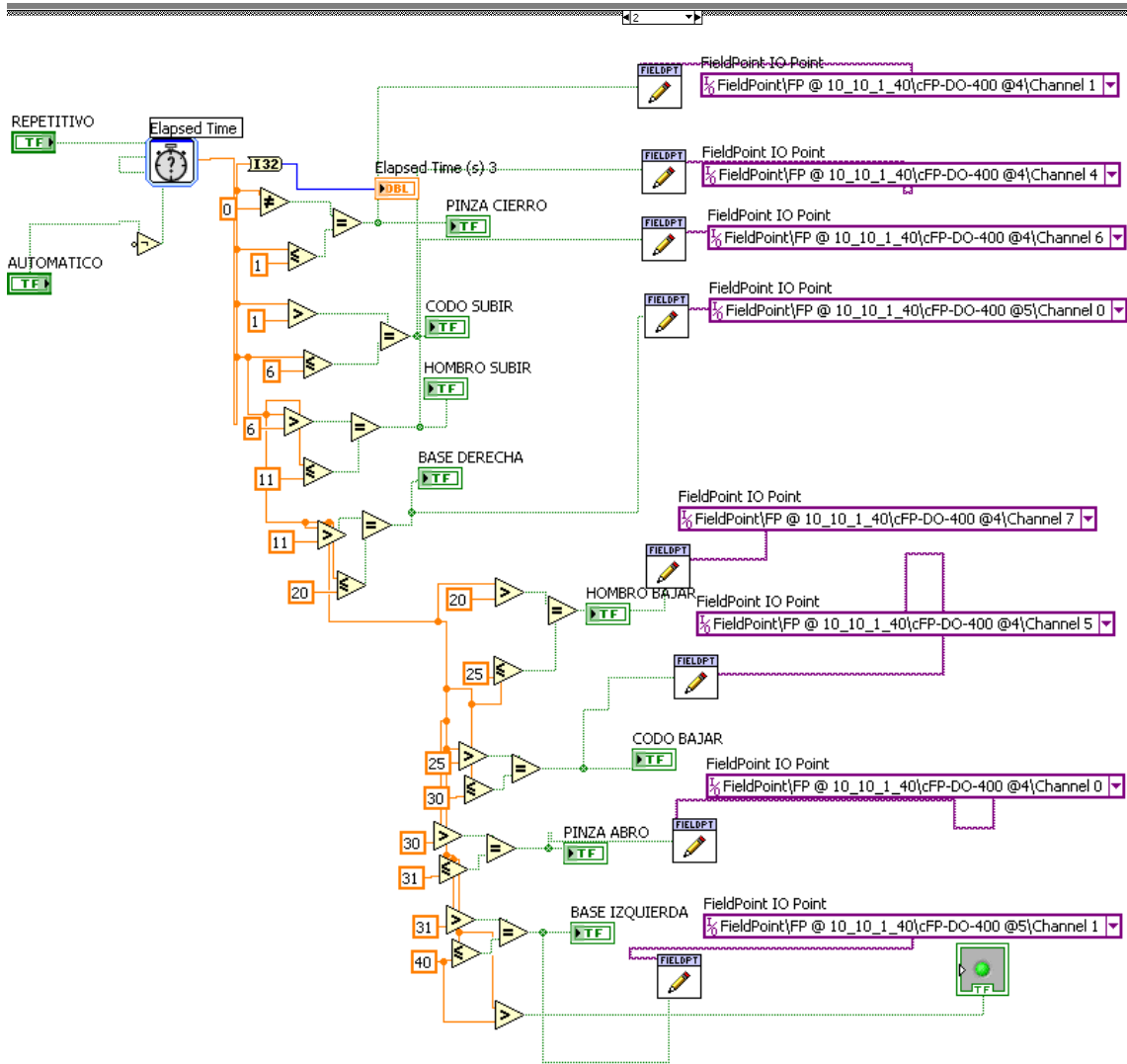
**Fig. 3.11** Sistema de estado de automatización

Uno de las aplicaciones más utilizadas del programa labview es el control de procesos en empresas que en algunos casos tienen que cumplir ciclos repetitivos para realizar automatizaciones en la producción de productos a gran escala.

En esta parte se realiza un programa ejemplo en el cual se explica la programación en ciclos cerrados o repetitivos, este tipo de aplicaciones se programa tomando en cuenta todas las variables y acciones que se desearía que realice la maquinaria que en este caso es el brazo robótico.

El brazo realizara una rutina en donde se maneja todos los movimientos que puede realizar de esta manera se observa cómo trabaja en la vida real automatizaciones de ciclos repetitivos.

La programación del ejemplo de automatización se encuentra en case structure opción 2 como se muestra a continuación.



**Fig. 3.12** Diagrama de bloques de automatización repetitivo del brazo robótico

### 3.3.10 Programación del Sensor de Fuerza

Para poder obtener la fuerza que aplica el brazo robótico sobre los objetos que manipula se coloca un sensor de presión en la pinza de este mismo de tal manera que se obtiene datos que sirve para que el sistema logre adaptarse a objetos frágiles, hay una gran variedad de sensores pero se utiliza el sensor tipo membrana de tal manera que no se logre distinguir en la estructura del brazo robótico, la marca de este sensor es FlexiForce.



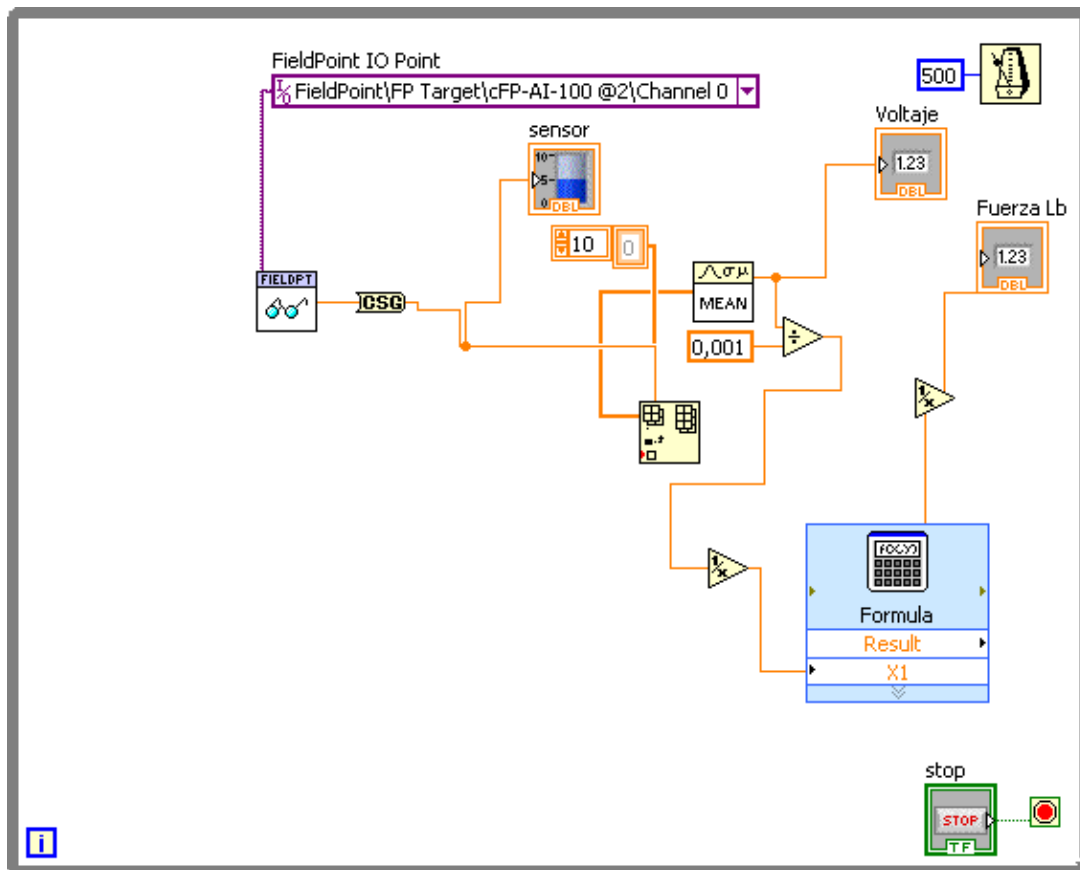


Fig. 3.13 Diagrama de bloques de la programación del sensor de fuerza

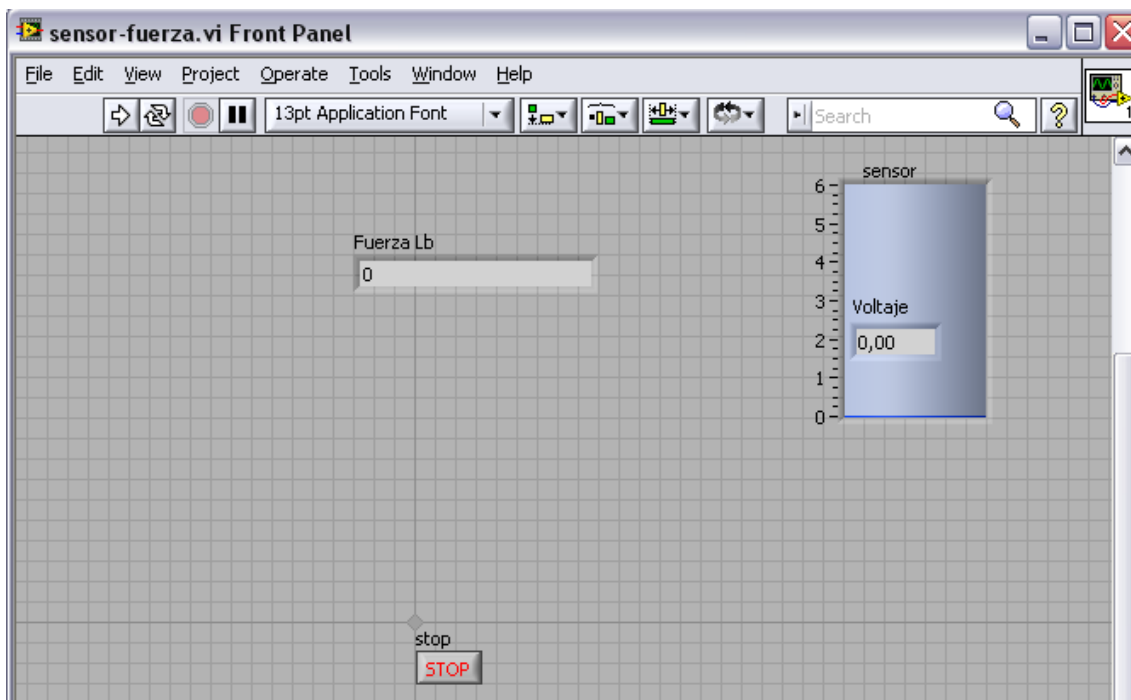


Fig. 3.14 Esquema del sensor de fuerza

### 3.4 CONFIGURACIÓN DEL COMPACT FIELDPOINT

Existen dos configuraciones principales de red:

#### 3.4.1 Configuración 1: Red Aislada

- No hay servidor DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) para asignar direcciones IP.
- Conexión directa entre un FieldPoint y una computadora cliente mediante un cable cruzado.
- Conexión indirecta entre un FieldPoint y una computadora con un hub o switch al centro. Se usan los cables típicos de Ethernet.

En una red aislada, se debe asignar una dirección IP estática que corresponda con la subred de la computadora.

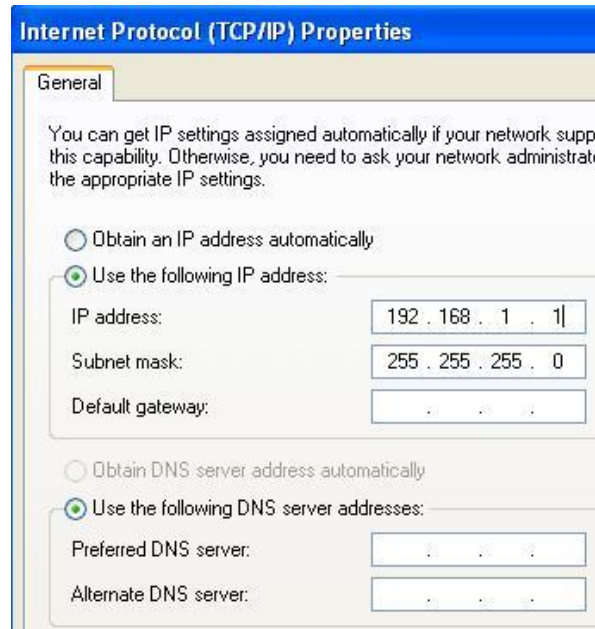
Para establecer la dirección IP en la computadora cliente en Windows XP:

- Vaya a Menú Inicio »Panel de Control »Conexiones de red.
- Haga clic derecho en la Conexión de Área Local relacionada con el FieldPoint y seleccione Propiedades.
- En la ventana de Propiedades de Conexión de Área Local haga clic en Protocolo de Internet (TCP/IP), y luego en el botón de Propiedades.



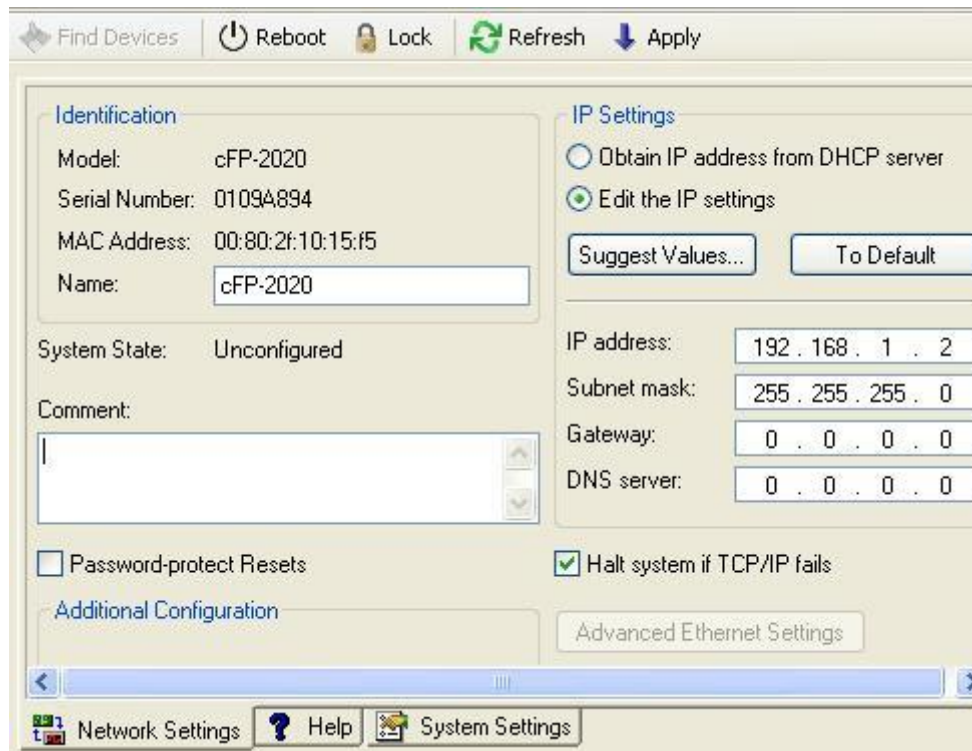
**Fig. 3.15** Ventana de conexión de área local

Seleccione Usar la siguiente dirección IP y escriba la dirección IP y la máscara de subred. Deje los demás espacios en blanco y haga clic en OK.



**Fig. 3.16** Ventana de protocolo (TCP/IP)

- Abrir Measurement and Automation Explorer en Menu Inicio» Archivos de Programa» National Instruments » Measurement and Automation.
- Expanda Remote Systems. El FieldPoint debe aparecer como 0.0.0.0.
- Haga un clic sobre remote systems, y seleccione la pestaña de Configuraciones de Red en la parte central inferior de la ventana.
- Seleccione Edit the IP Settings bajo IP Settings, y escriba la dirección IP y la máscara de subred.



**Fig. 3.17** Ventana de conexión de compact FieldPoint y la computadora

### 3.4.2 Configuración 2: Red Expuesta

- Hay un servidor DHCP.
- La unidad de FieldPoint y la computadora cliente se conectan a un punto de acceso de red, como un ruteador, en la misma red con un cable standard de red (No crossover).

En una red expuesta, el DHCP asigna automáticamente direcciones IP a ambos, la computadora cliente y el FieldPoint. Con las siguientes excepciones.

- En la ventana de propiedades de Protocolo de Internet (TCP/IP), seleccione obtener una dirección IP automáticamente. Esta opción por lo general esta seleccionada si se ha usado el puerto de red previamente para una conexión a Internet.
- En el paso de la sección de Fieldpoint, seleccione Obtener una dirección IP del servidor DHCP.

### 3.5 TIPS PARA CIERTAS PROBLEMÁTICAS:

#### 3.5.1 No se puede ver la tarjeta en Max.

- El driver del FieldPoint debe estar instalado.
- Asegúrese que el Firewall o el anti-virus de la computadora no estén bloqueando la comunicación, y los puertos deben estar abiertos para las aplicaciones de National Instruments.
- Existe un problema conocido con la versión MAX 4.2.0 en donde los aparatos no configurados no se muestran en sistemas remotos. Para determinar la versión de MAX que se tiene, navegue a menú Ayuda»Acerca de.
- Si la computadora cliente tiene más de una tarjeta de red, use la principal.

#### 3.5.2 Pérdida intermitente de comunicación.

- Generalmente es causada por una dirección IP duplicada. Cuando a un FieldPoint se le asigna una dirección IP estática en una red expuesta, el servidor de DHCP pudo haber asignado la misma dirección IP a otro aparato. Para confirmar que la dirección IP está duplicada, desconecte el FieldPoint e intente hacer un ping hacia esa dirección. Si hay respuesta quiere decir que la dirección ya existe.
- Temperaturas Extremas.
- Incompatibilidad con el Firmware.



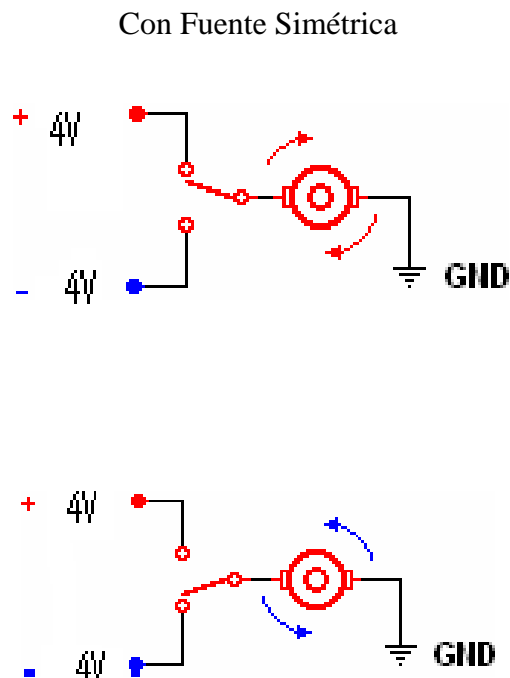
**Fig. 3.18** Ventana de estado de configuración en red

- Energía insuficiente.

### 3.6 CONEXIÓN DE MOTORES Y PARTES DEL BRAZO ROBOTICO

La característica de los motores de corriente directa es la de transformar la energía eléctrica a una forma mecánica, utilizando bobinas e imanes, los que al ser activados generan un rechazo entre ellos y eso es lo que hace que se mueva el rotor, este se mueve ya sea en el sentido de las manecillas del reloj o en contra de ellas solo es necesario aplicar la tensión de alimentación entre sus bornes y para invertir el sentido de giro basta con invertir la alimentación y el motor comenzará a girar en sentido opuesto.

Con el fin de realizar los movimientos esperados para el brazo robótico, que son abrir y cerrar la pinza, girar a la derecha e izquierda la muñeca, subir y bajar el codo, subir y bajar el hombro y girar a la derecha e izquierda la base del brazo robótico se realiza una inversión de voltaje en todos los motores que manipularan y darán la acción del mismo como se muestra en la Figura 3.19.



**Fig. 3.19** Conexión de los motores del brazo robótico

Los motores en DC por lo general tienen muchas revoluciones por minuto RPM (velocidad), pero bajo torque (fuerza), pero esto se soluciona poniendo engranajes reductores que bajarán la velocidad pero aumentarán la fuerza.

Por este motivo todos nuestros motores se utilizan en el movimiento de cada eje del brazo robótico utilizan este tipo de engranes reductores para aumentar la capacidad de carga del mismo.

### 3.6.1 Partes del Brazo Robótico

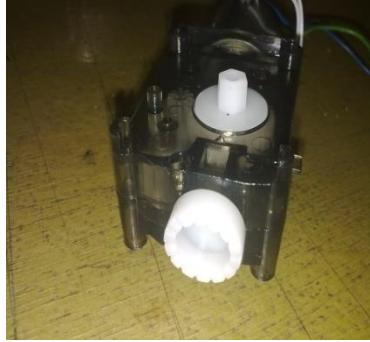
El brazo robótico es en su totalidad de plástico muy resistente y transparente, de esta manera el operador puede ver el interior de su estructura y el respectivo movimiento de los motores y engranajes en su interior cuando el brazo robótico este operando.

A continuación se detalla todas las partes que conforman el brazo robótico:



**Fig. 3.20** Pinza del brazo robótico

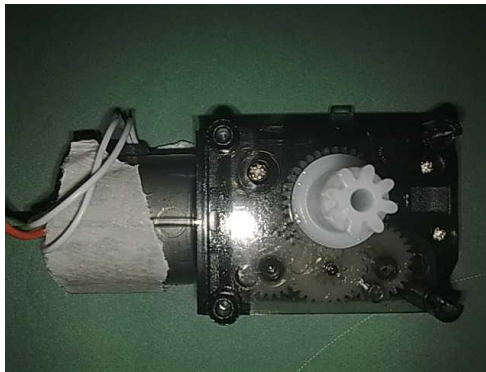
- La pinza del brazo robótico puede realizar dos movimientos capacidad de Abrir y cerrar la pinza 55 mm (2,2 pulgadas).



**Fig. 3.21** Motor DC con caja de engranes de la muñeca del brazo robótico



**Fig. 3.22** Motor DC con caja de engranes del codo del brazo robótico



**Fig. 3.23** Motor DC con caja de engranes del hombro del brazo robótico





**Fig. 3.24** Motor DC con caja de engranes de la base del brazo robótico



**Fig. 3.25** Estructura plástica de la muñeca y el codo del brazo robótico



**Fig. 3.26** Estructura plástica del hombro del brazo robótico



**Fig. 3.27** Eje y engranaje del codo de rango móvil 135 ° del brazo robótico



**Fig. 3.28** Estructura plástica de la unión base hombro con rango móvil 120 °. Del brazo robótico



**Fig. 3.29** Estructura plástica base giratoria de 350 grados de libertad del brazo robótico

### 3.6.2 Montaje del Sensor de Fuerza en la Pinza Del Brazo Robótico

Para la instalación del sensor de fuerza se desarma la pinza del brazo robótico y se lo coloca justo en los dientes de la misma para que de este modo obtenga la información de la fuerza aplicada, se realiza algunas pruebas para ver en qué posición nos da una buena recepción de la fuerza que se está aplicando, por la estructura delgada y flexible del sensor no puede ser detectada a simple de este modo no causa cambios en su estructura.

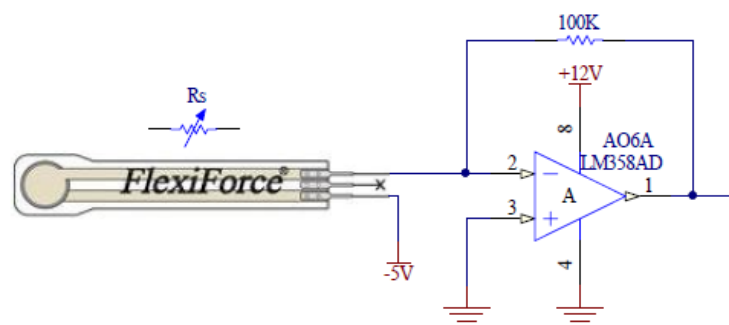


**Fig. 3.30** Montaje del sensor de fuerza en la pinza del brazo robótico

#### 3.6.2.1 Circuito del Sensor de Fuerza

Para este circuito se utiliza un operacional LM 358 AD en configuración no inversor, de esta manera la variación de la resistencia que envía el sensor de fuerza cuando está presionando un objeto es ingresada a la entrada del operacional obteniendo una salida de voltaje variable de 0 a 6 voltios, esto depende de la polarización del operacional.

La conexión es muy sencilla como se muestra en la figura 3.31



**Fig. 3.31** Circuito del sensor de fuerza

### 3.7 MONTAJE DE LAS CÁMARAS PARA EL MONITOREO

El monitoreo se realiza con cámaras web ya que son fáciles de instalar y tienen un costo accesible.

Al probar las cámaras web dio problemas en el ancho de banda de los puertos de la computadora, cada uno de estos puertos tienen un ancho de banda asignado que en si es el mismo ancho de banda para los puertos USB

Estos puertos solo soporta una sola cámara web ya que del 100% del ancho de banda ocupa el 80%, esta es la razón para no poder conectar más de 2 cámaras web.

El porcentaje del ancho de banda depende del modelo y la resolución de la cámara

Se realiza varias pruebas alternativas para la solución de este problema como ampliar el ancho de banda del puerto USB y también re direccionar los puertos USB cambiando las IRQ del sistema entrando al BIOS de la computadora.

Este último es peligroso para la computadora ya que el cambio de esto podría dejar inservible a la misma.

Luego de ver varias soluciones a dicho problema se encuentra que la única solución es utilizar un Hub USB para solucionar inconvenientes en el ancho de banda de los puertos USB, este modulo posee alimentación propia que brinda la suficiente energía para la utilización de las cámaras dando punto final y solución ha dicho problema.



**Fig. 3.32** Hub USB con alimentación propia

Se instalan dos cámaras web una de marca Omega de resolución de 5MP que visualiza en entorno del brazo robótico y la secundaria de marca Genius que se encontrara sobre el brazo robótico de resolución VGA para la visualización de los objetos que serán manipulados por el brazo robótico.

La utilización de cámaras de diferente resolución se debe a que no debemos sobrepasar el ancho de banda para poder visualizar con normalidad las imágenes.



CÁMARA OMEGA DE 5MP

CÁMARA GENIUS VGA

**Fig. 3.33** Webcams instaladas

Nota: La utilización de cámaras que contengan la misma marca de chipset integrado puede causar conflictos en el sistema operativo de las computadoras.

La visualización de las imágenes de las distintas cámaras se las realiza a través del programa realizado en LabVIEW que es el mismo que manipulara el brazo robótico.



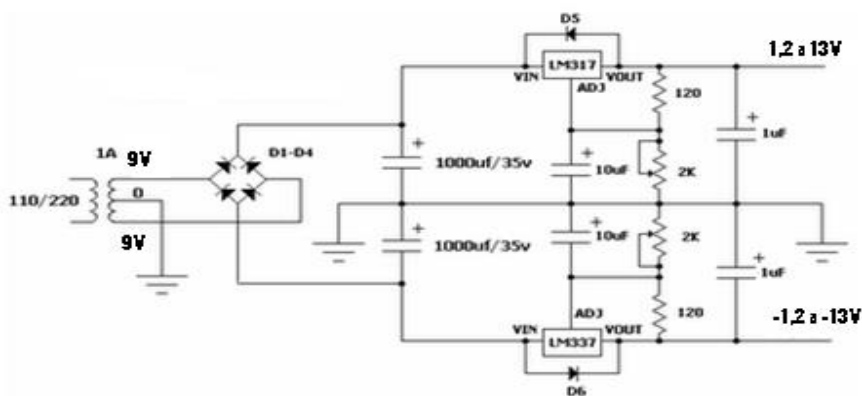




**Fig. 3.34** Panel principal con el monitoreo de las 2 cámaras

### 3.8 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL BRAZO ROBÓTICO

Esta fuente es regulada, lo que indica que puede mantener un voltaje estable en la salida ante variaciones del voltaje de entrada y las condiciones de la carga. La regulación se hace a través de los circuitos integrados LM317 y LM337 que pueden manejar corrientes de hasta 1 Amperio.



**Fig. 3.35** Diagrama de la fuente de alimentación del brazo robótico

Se utiliza esta fuente para la alimentación en el brazo robótico porque se necesita voltajes DC de +4.2 V y -4,2 V que se utiliza para encender los motores e invertir su sentido de giro para sus respectivos movimientos que se encontraran en el programa de control.

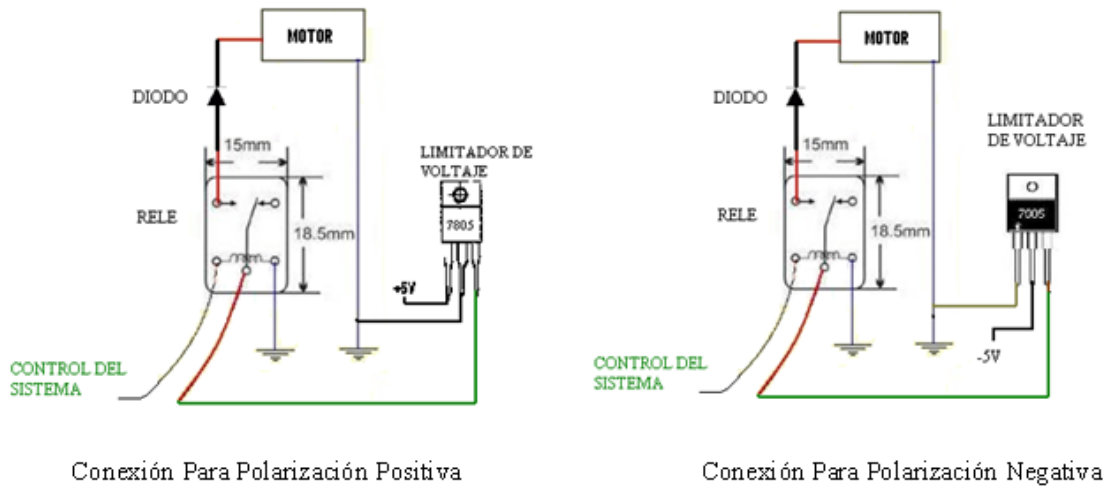


**Fig. 3.36** Fuente de alimentación para el brazo robótico

### **3.9 INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE COMPACT FIELDPOINT Y EL BRAZO**

Las salidas del compact FieldPoint no permite el envío de un voltaje negativo y positivo por una sola salida, por este motivo se tiene un inconveniente en la manipulación de los motores por lo cual se soluciona en parte al enviar 10 salidas del compact FieldPoint las cuales 5 serán utilizadas para la polarización positiva y las 5 restantes para la polarización negativa, la otra parte es la fabricación de una interfaz de conmutación que habilitaran los motores tanto en giro horario como en anti horario mediante la conmutación de relés que se encuentran polarizados según la necesidad del brazo robótico, se conmuta 5 relés con voltaje positivo que se encargaran del giro en sentido horario de los motores y otros 5 relés conmutados con voltaje negativo que se encargaran del sentido anti horario de los motores, las salidas de cada relé están conectadas a un diodo que permite un único sentido de circulación de la corriente para protección del brazo robótico, lo cual permitirá la conexión de una salida de un relé de

voltaje positivo con una de voltaje negativo como se muestra en la Figura 3.37.



**Fig. 3.37** Conexión de los relés de la interfaz compact-brazo



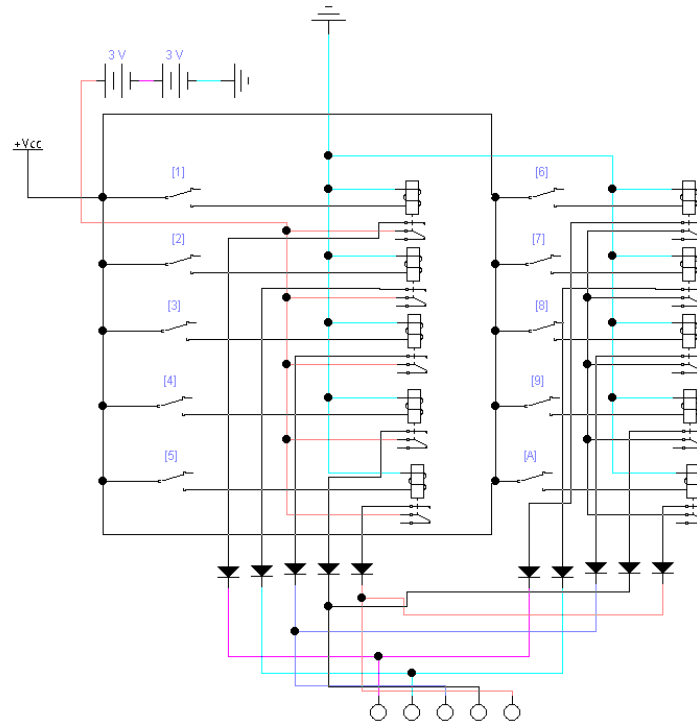
**Fig. 3.38** Materiales usados en la interfaz compact-brazo

En el interior de la interfaz se realiza una limitación de voltaje de  $\pm 5V$ , (7805) limitador de +5V, (7905) limitador de -5V que se encontraran conectados a la entrada de la conexión con la fuente de voltaje anteriormente descrita que permitirá proteger a los motores de un sobre voltaje.

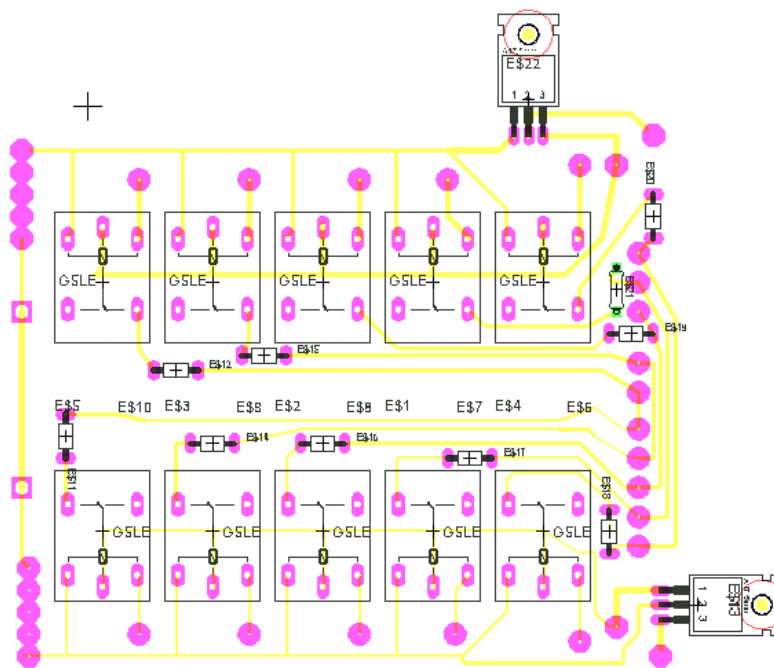
Este circuito de la interfaz se simulo principalmente en el programa Workbench de esta manera se facilito la revisión de errores posibles.



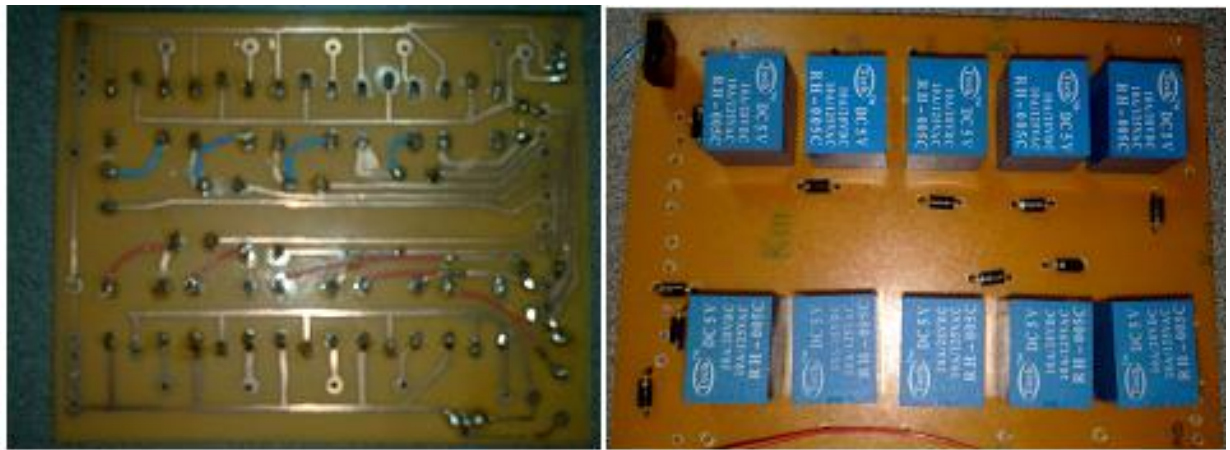
Luego se procedió a la ejecución del circuito, el primer paso fue realizar el ruteo de dicho circuito con el programa EAGLE, el segundo paso fue pasar en circuito impreso en la placa de cobre y el tercer y último paso fue la implementación del mismo.



**Fig. 3.39** Circuito de conexiones simulada en el programa workbench



**Fig. 3.40** Circuito impreso de la interfaz brazo-compact

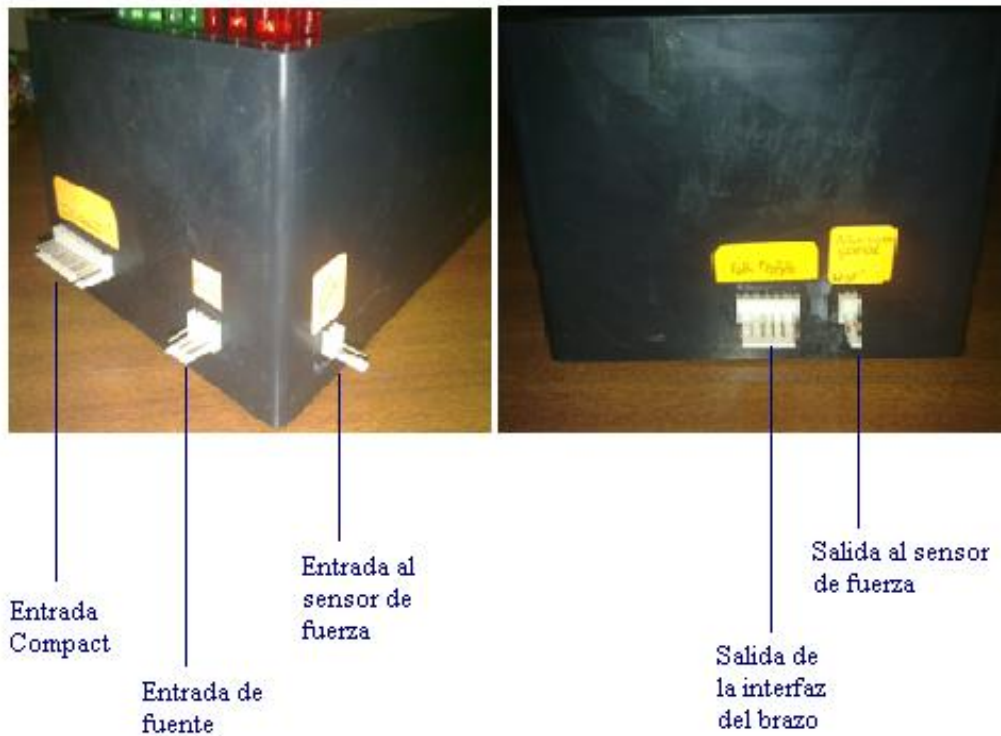


Placa impresa de la interfaz

Conexiones de elementos

**Fig. 3.41** Conexiones en la placa impresa de la interfaz brazo-compact

Luego de armar el circuito y después de su respectiva prueba se integra dicho circuito a una caja para su fácil conexión mediante bus de datos como se muestra en la siguiente Figura 3.42.



**Fig. 3.42** Interfaz brazo-compact

### 3.10 CONEXION DEL SWITCH PARA COMUNICACIÓN DE LOS EQUIPOS

Se utiliza un conmutador Ethernet (switch) para la conexión de los diferentes dispositivos que integran este proyecto, que son: los módulos PLT, compact FieldPoint, y computadores como se muestra en el diagrama final de conexiones ya que los conmutadores se utilizan cuando se desea conectar múltiples redes, fusionándolas en una sola. Al igual que los puentes, dado que funcionan como un filtro en la red, mejoran el rendimiento y la seguridad de las LANs (Local Area Network- Red de Área Local). El se conectara en un mismo grupo de trabajo para la compartición de documentos.

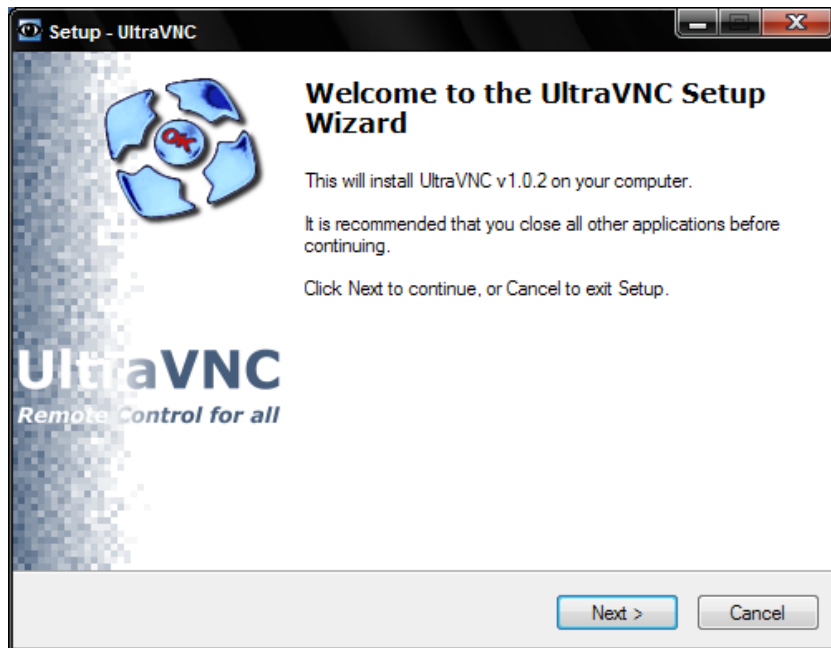


**Fig. 3.43** Swich D-link para conexión en red

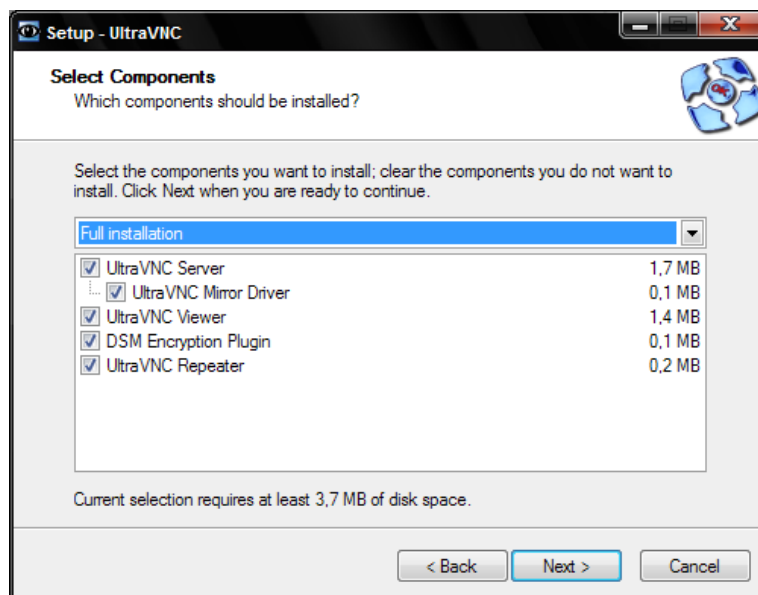
### 3.11 CONFIGURACION DE UVNC PARA MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL

#### 3.11.1 Como Instalar Ultra VNC:

Para monitorear el brazo robótico se utiliza el programa Ultra VNC, este programa ofrece mayor velocidad que sus otras versiones similares, la instalación de este programa es muy fácil como se muestra a continuación.



**Fig. 3.44** Pagina principal de la instalación de UVNC



**Fig. 3.45** Pagina de elección de instalación UVNC

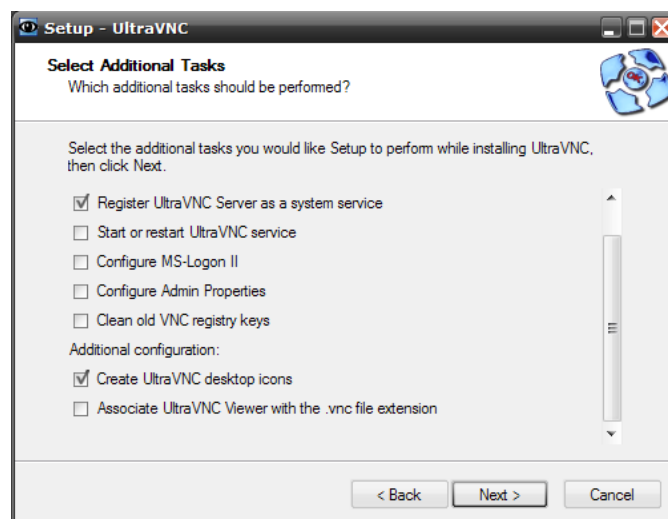
Una vez aceptadas las típicas pantallas de licencia se tiene varias opciones de instalación:

- UltraVNC Server: Hay que instalarlo sólo en el ordenador a controlar.

- UltraVNC Mirror Driver: Muy recomendable. Reduce el consumo de CPU y mejora la velocidad de conexión (sobre todo en una red local).
- UltraVNC Viewer: Hay que instalarlo en el ordenador desde el cual queremos controlar otro/s ordenadores.
- DSM Encrription Plugin: Se utiliza para asegurar la comunicación. Dudo que la mayoría necesitéis esta utilidad.
- UltraVNC Repeater: Con su ayuda puedes utilizar el UltraVNC Viewer detrás de la NAT de un router. A priori se recomienda, es más simple abrir puertos en el router para conectarnos a nuestro ordenador desde Internet. No afecta y por lo tanto no es necesario en las conexiones de red local (LAN).

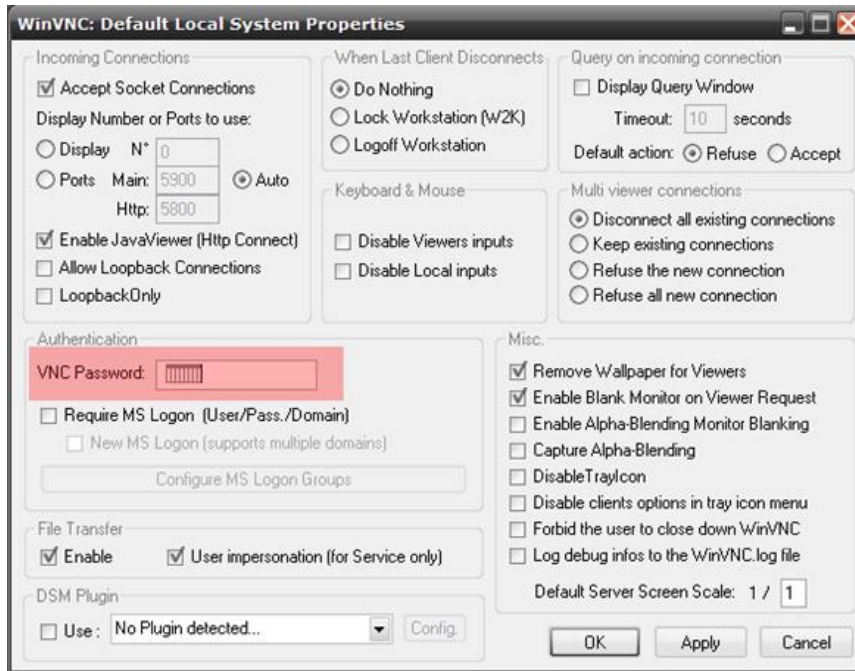
Donde pone FULL INSTALLATION seleccionamos SERVER ONLY en el PC a controlar y VIEWER ONLY desde el PC que vamos a controlarlo.

A continuación aparece una pantalla con un montón de opciones para poder marcar. Se las deja como aparece en la imagen (si no hemos instalado el SERVER la imagen diferirá)



**Fig. 3.46** Pagina de registro de UVNC

La forma de utilizar el programa es muy simple pese al montón de opciones que aparecen en la imagen. Lo único a rellenar es el VNC PASSWORD. Evidentemente esto sólo hay que hacerlo en el UltraVNC Server (instalado en el PC a controlar).

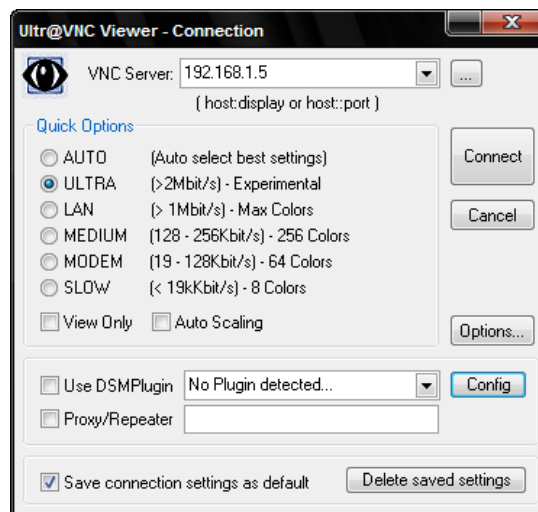


**Fig. 3.47** Pagina de configuración de UVNC

Se puede ponerle por ejemplo: 12345 y darle a Apply. Una vez hecho todo esto ya se tiene ambos PC's preparados. Lo único que se haría para acceder es pinchar en el icono del UltraVNC Viewer.

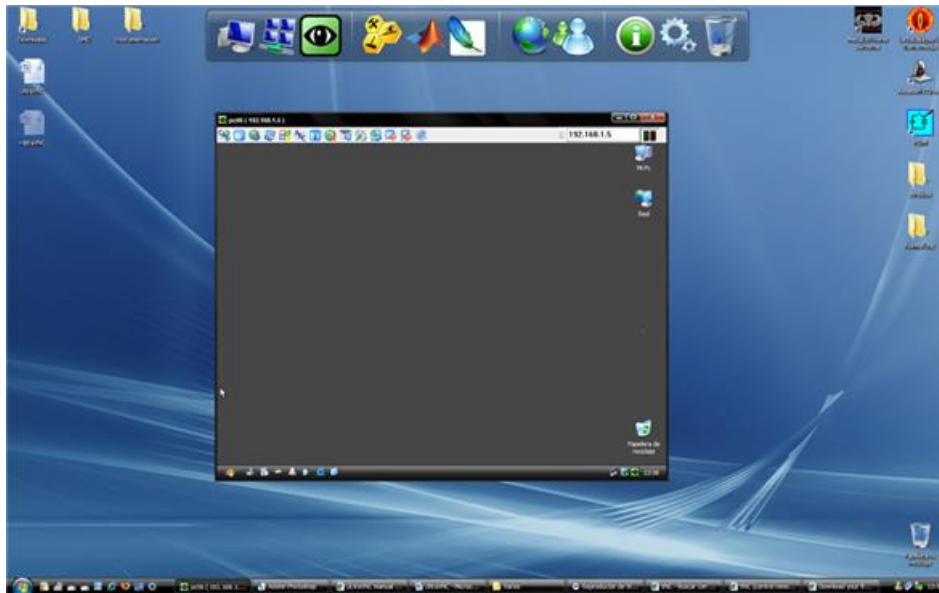


**Fig. 3.48** Icono UVNC

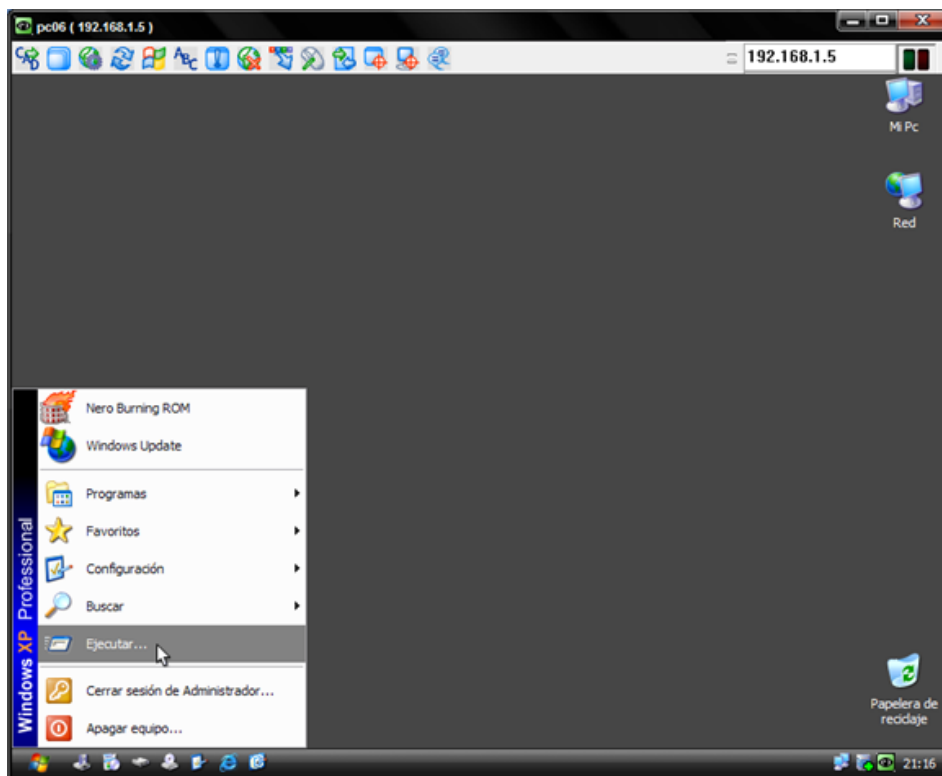


**Fig. 3.49** Pagina de conexión UVNC

Para la conexión remota se escribe la dirección IP del PC a controlar, seleccionamos la opción ULTRA (es la más rápida, desde Internet lo más normal es elegir una opción más ligera) y pinchamos en CONNECT donde pedirá la clave. Una vez introducida aparece la pantalla del PC a controlar.



**Fig. 3.50** Pantalla del computador a controlar



**Fig. 3.51** Pantalla maximizada del computador a controlar



Existe una forma alternativa de conexión mediante Java. Esto nos evita tener que instalar el VIEWER y además se puede utilizar desde cualquier sistema operativo con un navegador y Java instalado. No se ha descrito la opción porque para las aplicaciones aquí comentadas la opción del VIEWER es más rápida, nos da más opciones y no da errores. Para aquellos que se vaya a utilizar vía internet es una opción muy interesante.

Para la conexión lo mejor es el cable. Si tenemos los PC's separados por bastantes metros y tenemos intención de dejar el PC descargando la mejor opción es poner el router WiFi con el PC a descargar y conectar el otro PC mediante un adaptador inalámbrico u otro router WiFi conectado al primero mediante WDS.

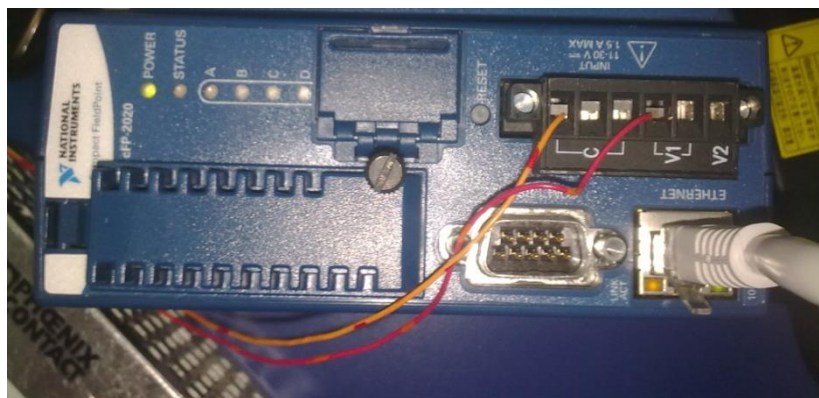
Una de las mayores ventajas al utilizar este sistema es que el PC a controlar NO necesita ni monitor, ni teclado, ni ratón. Simplemente con conectar un cable de red y la alimentación ya nos vale (evidentemente si queremos usarlo con la TV necesitaremos un cable de video y otro de audio).

### 3.12 CONEXION DEL COMPACT FIELDPOINT

Para la conexión del compact se lo explicara parte por parte:

Lo primero que se conecta es la fuente del compact, en el modulo total del compact tenemos un conector en donde se ingresa los voltajes que van desde 11 hasta 30 voltios en corriente directa y hasta 15 amperios.

Como se muestra en la Figura 3.52 el primer cable va conectado en el sócalo "C" lo que nos indica que es el común y el otro cable en V1, de esta manera se estará polarizando el compact.



**Fig. 3.52** Compact FieldPoint conectada la fuente y cable Ethernet



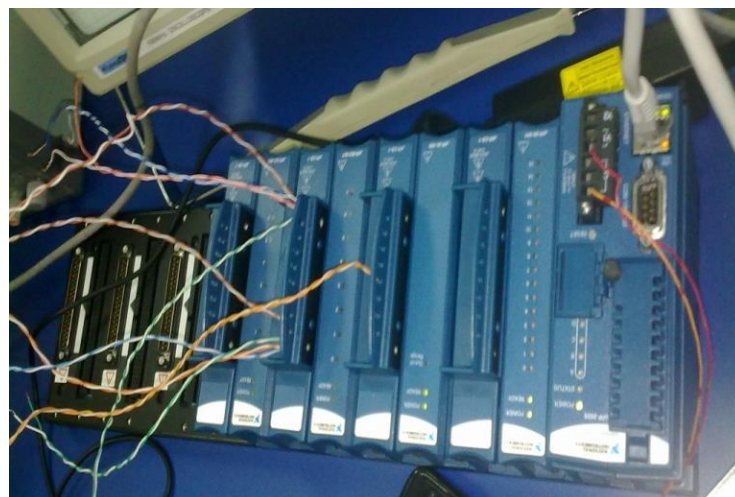
Luego se procede a conectar el cable red en el sócalo RJ45 que se encuentra en el modulo, este cable se conecta con el switch ya que como se había explicado anteriormente las computadoras no tiene suficientes puertos RJ45.



**Fig. 3.53** Puerto Ethernet del Compact FieldPoint

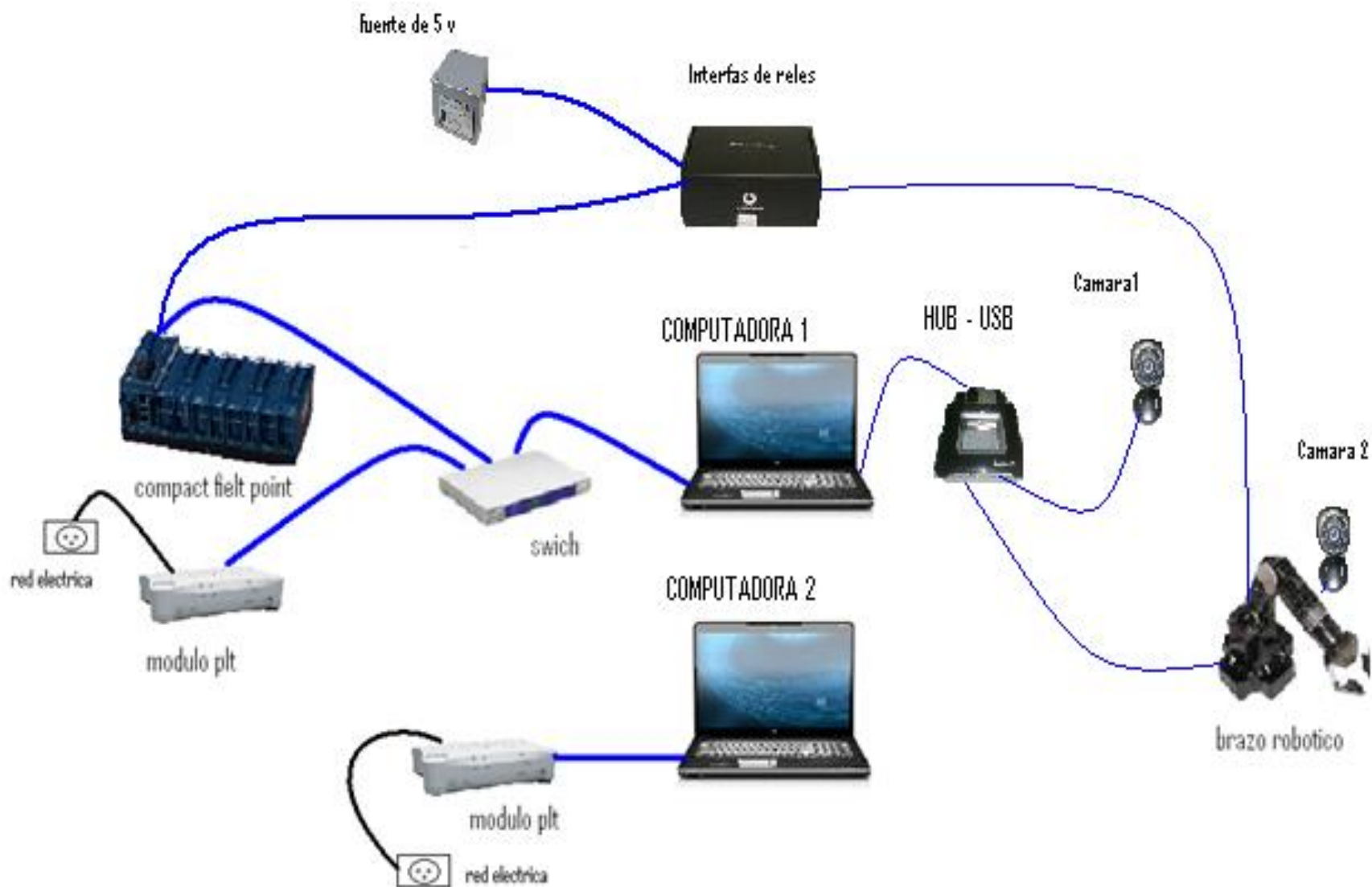
Se saca los cables de los módulos de relés, del primer modulo1 CFP-DO-400 saldrán las ocho salidas y del modulo2 CFP-DO-400 las dos salidas que faltantes de esta manera se obtendrá las diez salidas mas GND.

Y por ultimo obtenemos la señal del sensor por el modulo CFP-AI-100 que es una entrada analógica de voltaje.

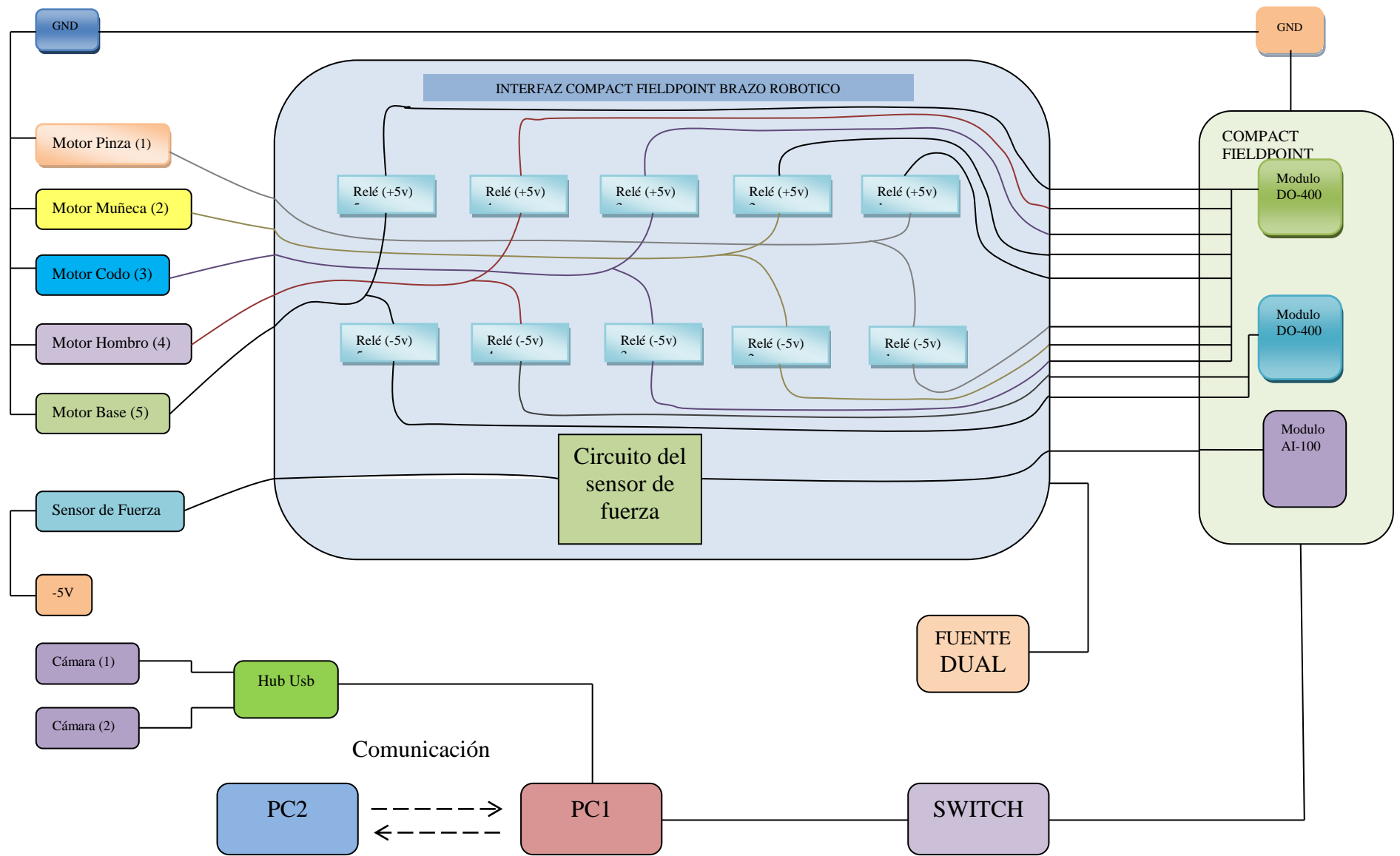


**Fig. 3.54** Conexión de las salidas del Compact FieldPoint

### 3.13 DIAGRAMA TOTAL DEL SISTEMA



**FIG. 3.55 DIAGRAMA ESQUEMATICO DE TODO EL SISTEMA**



**Fig. 3.56 DIAGRAMA TOTAL DEL SISTEMA EN BLOQUES**

## **CAPITULO IV**

### **4. RESULTADOS**

Los resultados obtenidos se los planteara en el mismo orden como se describe el procedimiento en el capitulo anterior.

#### **4.1 PRELIMINARES**

##### **4.1.1 Verificación Física de la Red Eléctrica**

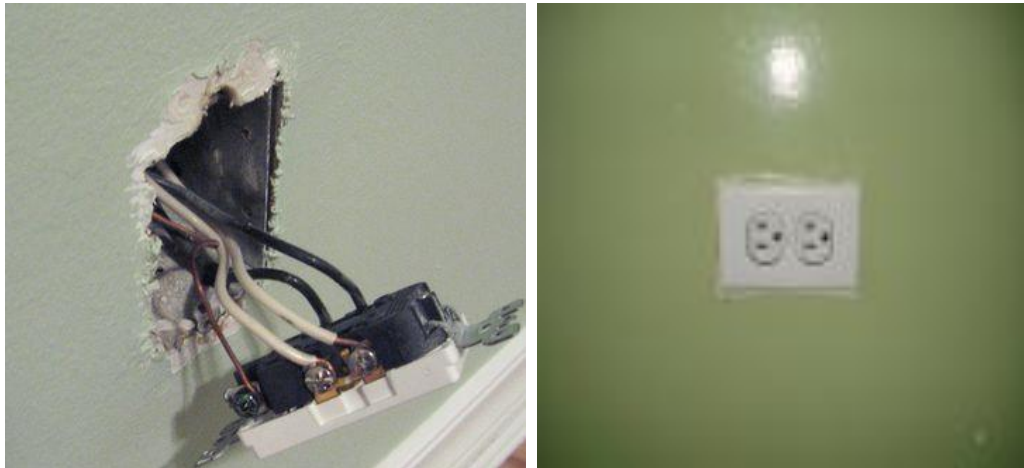
La verificación de la red eléctrica es importante para comprobar lo que está en los planos que anterior mente se realizo por estudiantes y personal del CITIC en los laboratorios de la universidad.

Dejando como recurso para investigaciones posteriores planos y archivos que se utilizaron en el presente trabajo.

De esta manera no es necesario realizar el estudio de las redes eléctricas por motivo que ya existe un estudio sobre las redes existentes en el laboratorio y dando como resultado que si se pude utilizar las conexiones e infraestructura de las redes eléctricas existentes, pero si realizaremos reconocimiento de la red eléctrica, tomas, tableros del laboratorio y puestas a tierra especificadas en el plano.

En este reconocimiento se pudo observar lo siguiente:

- Las fases observadas en el laboratorio son distribuidas desde los tableros pero no tienen nomenclatura dentro de dicho tablero.
- Las fases que nos interesan que están dentro del laboratorio de control funcionan con normalidad, en estas tomas se realizaron las pruebas como se muestra en la Figura 4.1.



**Fig. 4.1** Estado de las tomas de corriente del Lab de control

Se revisa los tomacorrientes del laboratorio en donde no se encontró ninguna novedad, también se comprueba el voltaje de salida de los tomas dando como resultado un valor dentro de los rangos permisibles para el funcionamiento de los equipos eléctricos.

Los cables que se encontraron en la conexión de la red eléctrica en el laboratorio son los siguientes.

TOMA	FASE AWG	NEUTRO AWG	TIERRA AWG
PISO	# 10	# 10	# 12
PARED	#10	# 10	# 12

**Tabla 4.1** Conductores existente en el laboratorio de control

#### 4.1.2 Pruebas Utilizando los Equipos PLT

Las pruebas que se realizaron a los equipos CORINEX AV200 nos dieron como resultado un buen funcionamiento y desempeño en el momento de compartir información entre dos puntos remotos claro está que las pruebas se las realizo dentro del laboratorio de control porque es ahí donde se va a instalar y probar el brazo robótico.

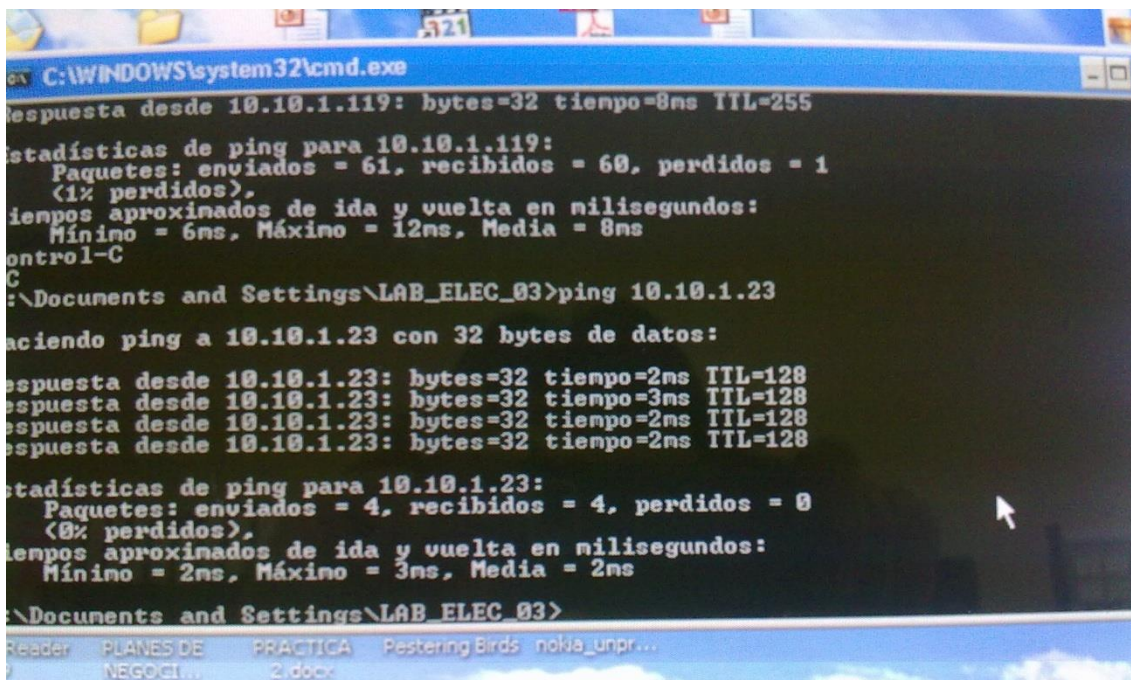
- Para la comunicación de los módulos fue necesario configurarlos internamente pero con un detalle que a uno de los módulos teníamos que hacerlo maestro

(HE), de esta forma todos los módulos que se conecten a la red se podrán comunicar entre sí.

#### 4.1.3 Pruebas de la Red LAN

La red que se diseñó que incluye tanto los computadores como los módulos PLT funciona perfectamente claro que tenemos que tomar en cuenta que la transmisión depende en gran parte del estado de las instalaciones eléctricas.

- Para verificar que todos los elementos de la red estén conectados se utilizó el símbolo del sistema que es una herramienta de Windows, ingresamos el comando **ping** y la dirección ip del módulo o de la computadora de esta manera se puede comprobar si el dispositivo está conectado a la red.
- En la Figura 4.2 se muestra cuando se realizó el ping al módulo PLT, el comando que se introdujo es **ping 10.10.1.119** una vez que se recibió respuesta del dispositivo se puede decir que el dispositivo está en red.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Respuesta desde 10.10.1.119: bytes=32 tiempo=8ms TTL=255

Estadísticas de ping para 10.10.1.119:
Paquetes: enviados = 61, recibidos = 60, perdidos = 1
(1% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 6ms, Máximo = 12ms, Media = 8ms
Control-C
C:\Documents and Settings\LAB_ELEC_03>ping 10.10.1.23

haciendo ping a 10.10.1.23 con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 10.10.1.23: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.1.23: bytes=32 tiempo=3ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.1.23: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128
Respuesta desde 10.10.1.23: bytes=32 tiempo=2ms TTL=128

Estadísticas de ping para 10.10.1.23:
Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
(0% perdidos),
Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
Mínimo = 2ms, Máximo = 3ms, Media = 2ms

C:\Documents and Settings\LAB_ELEC_03>
```

Fig. 4.2 Prueba de conexión en red de los módulos PLT

#### **4.1.4 Elaboración del programa de control del brazo Robótico en labview**

Para el manejo del brazo robótico era necesario diseñar una interfaz que permita manejarlo, por esta razón se escogió LabVIEW 2009 ya que brinda una programación más orientada al ambiente grafico y su facilidad de conexión con dispositivos, de esta manera se resolvió el problema de manejo del brazo.

##### **4.1.4.1 Panel Frontal**

Para la programación del panel frontal del programa se utilizaron indicadores y controladores que sean fáciles de manejar para que de esta manera no sea complicado para el estudiante el manejo del equipo.

Se utilizaron dos cámaras para tener una mejor perspectiva de los movimientos del brazo de esta manera el estudiante se podrá conectar dentro de la red y manejarlo solo guiándose por las cámaras.

##### **4.1.4.2 Diagrama de Bloque**

En el diagrama de bloques contiene el código fuente gráfico de VI, posee funciones y estructuras que relacionan las entradas con las salidas creadas en el panel frontal.

- Se pudo acoplar las entradas y salidas del compact FieldPoint al programa y de esta manera se pudo manejar los pulsos que se envía por medio del programa para poder mover el brazo robótico.

##### **4.1.4.3 Rangos de Movimiento del Brazo Robótico**

Al brazo se le dio movimientos más parecidos al de un humano por esta razón se utilizo cinco motores para dar los movimientos básicos como es la base del brazo, el hombro, el codo, la muñeca y la pinza que simula a la mano humana.

Con este tipo de brazo se puede hacer un sinnúmero de movimientos al igual que puede levantar cosas pero con un peso limitado siendo muy útil para la explicación de maquinas automatizadas en el laboratorio de control.

##### **4.1.4.4 Salidas de Control**

El compact FieldPoint cuenta con varios módulos de los cuales se utilizo dos tipos uno que nos permite tener salidas analógicas y otro que nos permite tener salidas digitales.



Como se explica en el capítulo anterior es muy fácil de utilizar los módulos, son encapsulados que en su interior tienen relés que son accionados por pulsos que en este caso se les envía por medio del programa.

El compact FieldPoint tiene una interfaz en donde se ve el módulo virtualmente al igual que sus salidas aquí podemos utilizar cada una de las 7 salidas con las que cuenta cada módulo también nos permite cambiar los nombres de las salidas.

En la Figura 4.3 se ve como se obtuvo las salidas del compact.



**Fig. 4.3** Salidas de control del compact FieldPoint

#### **4.1.4.5 Monitoreo del Brazo Robótico**

Con la instalación de las cámaras se busca tener una mejor vista del objetivo a manipular y también de los movimientos que realiza el brazo.

De esta manera se podrá manejar el brazo desde cualquier punto del laboratorio de control sin tener al brazo a la vista pero teniendo en cuenta que el computador que maneja el brazo debe encontrarse en red.

Para el monitoreo se utilizó la aplicación VNC esta aplicación permite acceder desde un ordenador llamado cliente, a otro ordenador llamado servidor, separados físicamente



pero sin embargo, conectados mediante una red, esta herramienta es muy útil ya que se puede monitorear desde cualquier lugar dentro de la red del laboratorio

#### **4.1.4.6 Controles del Programa**

En esta parte de controles hemos querido diseñar tres tipos de programas:

- Control en tiempo real
- Control automatizado
- Automatización cerrada

Cada uno de estos programas tienen funcionamientos distintos y de cierta manera se ha tratado de simular lo que se puede encontrar en las empresas en donde manejan máquinas que automatizan la producción.

El primero es el más sencillo es el control en tiempo real que permite manejar el brazo al instante, el segundo programa es el de control automatizado en donde se ha tomado en cuenta tiempos, grados, porcentajes, límites de funcionamiento y automatización en un solo sentido y el tercero es un ejemplo más cercano al que se podrá encontrar en las empresas por la razón que realiza ciclos repetitivos sin descansar, para poder automatizar una máquina como en este caso se tomó en cuenta lo que serán los rangos de movimiento.

#### **4.1.5 Configuración del Compact FieldPoint**

Para la configuración de compact FieldPoint se utilizó la configuración de red aislada lo que quiere decir que el compact estará conectado con la computadora mediante un switch, esto quiere decir que se utilizará cables directos para conectar los equipos.

#### **4.1.6 Conexión de Motores y Partes del Brazo Robótico**

Las conexiones del brazo robótico se las realizaron con gran éxito, los motores que utiliza en cada extremidad del brazo son motores de bajo torque pero con un sistema de engranes se aumenta en gran medida el torque que inicialmente tenían.

Cada motor tiene dos sentidos de giro los cuales funcionan cuando los voltajes con los que se alimenta son invertidos.



**Fig. 4.4** Ensamblaje del brazo robótico

#### **4.1.7 Montaje de las Cámaras para el Monitoreo**

Para el monitoreo del brazo robótico es necesario instalar una cámara pero después de algunas pruebas se decidió que serian dos cámaras la una que estaría ubicada en la parte superior del brazo robótico y la otra que enfocaría al brazo desde una vista panorámica, de esta forma se tendría dos tomas diferentes.

El gran problema que se tuvo que resolver fue como instalar dos cámaras web en la misma computadora ya que cada computadora tiene un ancho de banda que solo soporta una sola cámara web, claro está que si son VGA las dos cámaras si soportaría los puertos USB ya que no consumen mucho ancho de banda, para solucionar este problema se probó con un hub USB con alimentación propia, de este modo se pudo conectar las dos cámaras y dando solución al problema de ancho de banda.

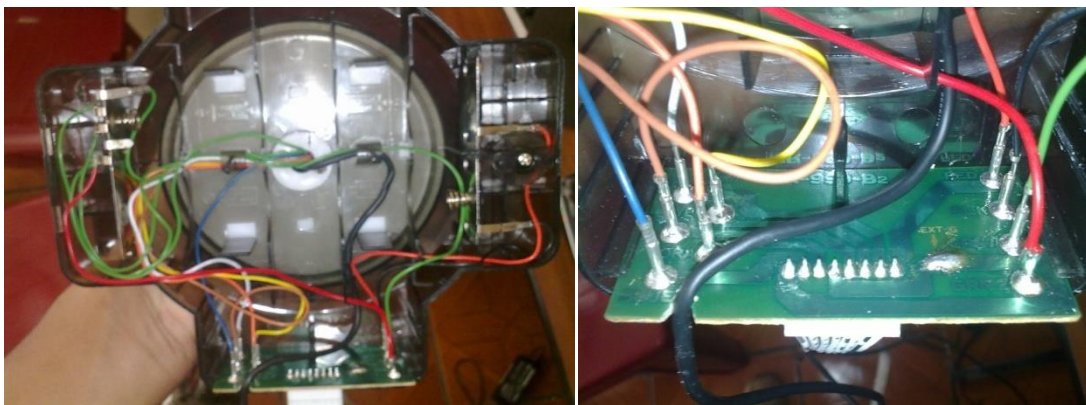


**Fig. 4.5** Cámaras para el monitoreo del brazo robótico

#### 4.1.8 Fuente de Alimentación del Brazo Robótico

En esta parte se tuvo que realizar una gran modificación y adaptación al brazo.

En la base del brazo es donde se realizó todo el cableado de los motores que provienen de cada extremidad, todas estas salidas de los motores son enviadas a una placa impresa para que de este modo se pueda obtener por medio de un bus de datos, sin afectar la estética del brazo robótico como se pueden ver en la Figura 4.6



**Fig. 4.6** Conexión interna de las salidas del brazo robótico

La fuente simétrica no se pudo implementar en la base del brazo robótico por este motivo se fabricó un circuito independiente al brazo pero que mediante un bus de datos

alimentaria al brazo a través de la interfaz brazo-compact para su funcionamiento como se muestra en Figura 4.7



**Fig. 4.7** Fuente de alimentación del brazo robótico

#### 4.1.9 Interfaz de Comunicación entre el Compact FieldPoint y el Brazo robótico

La interfaz fue creada como respuesta a un problema el mismo que no se podía enviar las diez salidas del compact FieldPoint directamente al brazo ya que se tiene solo 5 salidas de los motores, por esta razón se diseño esta interfaz para que me permita enviar dos pulsos uno negativo y otro positivo por el mis cable que alimenta al motor para que de esta manera el motor se pueda mover en ambos sentidos y al mismo tiempo esta interfaz protege a los motores ya que en su interior tiene limitadores de voltaje para que el voltaje no exceda lo recomendado.



**Fig. 4.8** Interfaz de conexión compact-brazo

#### 4.1.10 Conexión del Switch para Comunicación de los Equipos

Como se sabe una computadora tiene un solo puerto Ethernet o de red que en este caso no es suficiente porque los dispositivos que se están utilizando como el modem PLT el compact FieldPoint y las computadoras se comunican por medio de cables que tienen conectores RJ45. La solución a este problema es de utilizar un switch para la conexión de todos estos dispositivos, de esta manera se obtiene un acople perfecto de todos los mismos.



**Fig. 4.9** Switch Ethernet para la conexión de todo el proyecto

#### 4.1.11 Configuración de Ultra VNC para monitoreo remoto en tiempo real

Como objetivo se propuso el monitoreo del brazo robótico, es aquí en donde entra Ultra VNC que es el programa utilizado para administrar equipos remotos. Un solo administrador puede gestionar muchos ordenadores, evitándose muchos desplazamientos. También, es muy utilizado en la educación. Todos los equipos de un aula, muestran en sus pantallas una copia de la pantalla del profesor a medida que este desarrolla una clase y esta sería una herramienta muy buena para que los estudiantes puedan manejar y ver en su computadora el programa del brazo robótico claro que solo sería posible dentro del laboratorio de control pero conectado a un mismo circuito.



**Fig. 4.10** Visualización del programa en las dos computadoras por el programa VNC



#### 4.1.12 Conexión Del Compact FieldPoint

En la conexión del compact FieldPoint no se obtuvo mayores problemas, pero si se tiene que explicar cuantos cables se sacan de los módulos de relés.

Se utiliza dos módulos uno analógico y uno digital en total se obtienen diez salidas mas la tierra como se muestra en la Figura 4.11.

Todas estas salidas serán conectadas a la interfaz de relés.



**Fig. 4.11** Salidas de los cables de conexión de los módulos del compact FieldPoint

#### 4.1.13 Conexión Del Sensor De Fuerza

En la conexión del sensor de fuerza se tuvo algunos inconvenientes ya que se tenía que buscar un sensor que se acople a la estructura del brazo y que no afecte de manera visual la estructura del mismo.

En el mercado hay algunos sensores de presión pero muy grandes para la estructura del brazo, se logro conseguir un sensor de última generación utilizado en robótica, de esta manera se pudo cumplir con el requerimiento.



**Fig. 4.12** Montaje del sensor FlexiForce en la pinza del brazo robótico

## CAPITULO V

### 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Las redes eléctricas del laboratorio de control fueron diseñadas para transmisión de energía eléctrica pero no para la transmisión de datos pero sin embargo se logro la transmisión de datos por este medio.
- ✓ El programa LabVIEW nos facilito en la programación del brazo robótico ya que este programa utiliza lenguaje G (grafico), que es igual o parecido a los que usan las empresas industrializadas, la programación en bloques y ambientes gráficos son los más utilizados para el manejo de maquinaria en grandes empresas y donde necesitan precisión y confiabilidad como nos ofrece LabVIEW.
- ✓ La gran facilidad de los módems PLT para conectarse y comunicarse entre si y permitiendo que nuevos equipos puedan trabajar en red dan pruebas de que esta tecnología es muy viable para ser implementada y enfocada al usuario final de esta manera facilitando la forma de vida de las personas que en este caso se podría decir buen canal de comunicación de datos.
- ✓ La transmisión de datos se puede realizar siempre y cuando no existan muchos aparatos eléctricos conectados a la misma red eléctrica ya que estos inyectan una gran cantidad de ruido produciendo pérdida de datos en la transmisión.
- ✓ Los electrodomésticos y demás aparatos que se conecten a la red eléctrica no cuentan con filtros especiales para eliminar el ruido y por consiguiente este es un gran problema a solucionar para que la tecnología PLT se desarrolle.
- ✓ Con la implementación del brazo robótico se pretende crear un laboratorio de control para que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica puedan familiarizarse con las maquinas y programas que son utilizados en la automatización en grandes fabricas.
- ✓ Gracias a la adquisición por parte de autoridades de la UNACH en la adquisición de equipos de ultima tecnología como lo es el compact

FieldPoint nos ayudo en la automatización del brazo robótico ya que estos equipos ofrecen un gran campo de aplicación, pero el que más demanda tiene es el de control automático como el que se utiliza en este proyecto.

- ✓ Para poder acoplar los dispositivos se diseño y construyó la interfaz para que el brazo robótico se pueda comunicar entre sí con todo el sistema implementado, y de esta manera aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Para que PLT pueda ser implementada en pequeña o gran escala se debe tener una red eléctrica de calidad y siempre siguiendo todas las normas que rigen a la misma para que esta tecnología tenga el éxito esperado.
- ✓ La tecnología PLT crecerá abrumadoramente, es aquí donde se recomienda a las empresas eléctricas mejorar la calidad de las redes de distribución eléctrica.
- ✓ Para el manejo de los módems PLT es recomendable seguir los pasos de los manuales que cada dispositivo tiene, de esta forma el usuario podrá manejarlos con facilidad y seguridad para aprovechar al máximo la capacidad de operación de los equipos.
- ✓ Para el manejo y conexión de dispositivos que intervienen en este proyecto recomendamos seguir paso a paso los puntos descritos en el manual de usuario, en donde se describe todo sobre los equipos y la programación utilizada, esto es muy importante tomar en cuenta ya que si no son conectados correctamente todo el proyecto no podría funcionar en su totalidad.
- ✓ No utilizar la interfaz y la fuente con otros dispositivos ajenos puesto que estos equipos fueron diseñados y construidos exclusivamente para este proyecto.
- ✓ Se debe tener conocimiento en programación enfocada a la automatización en LabVIEW, para que de esta manera se pueda ingresar o modificar la programación que controla el brazo robótico.



- ✓ Antes de conectar los modem PLT tenemos que asegurarnos que se encuentre en el mismo circuito ya que si no se encuentra en el mismo circuito no se podrán comunicar entre sí.

## **BIBLIOGRAFÍA**

IEEE Guide for Power- Line Carrier Applications, IEEE Standard 643-1980

Bilal, Osama. Broadband Characterization of Indoor Powerline Chanel.

## **BIBLIOGRAFÍA INTERNET**

<http://www.corinex.com/products>

<http://es.wikipedia.org/wiki/VNC>

<http://es.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Robot>

<http://www.ni.com/labview/esa/>

<http://www.ni.com/compactfieldpoint/esa/>

<http://www.monografias.com/trabajos68/controlador-motores-dc/controlador-motores-dc.shtml>

<http://vnc.softonic.com/descargar>

<http://www.dlinkla.com/home/productos/producto.jsp?idp=70>

[http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores\\_electricos.pdf](http://www.procobre.org/archivos/peru/conductores_electricos.pdf)

<http://search.ni.com/nisearch/app/main/p/bot/no/ap/global/lang/es/pg/1/q/AI%20-%20100/>

<http://search.ni.com/nisearch/app/main/p/bot/no/ap/global/lang/es/pg/1/q/DO-%20400/scope/en%20Ces/>

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/5D2D45026C77E72286256F550074DBEB>

<http://joule.ni.com/nidu/cds/view/p/id/2247/lang/es>

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/5C80E80C937FDED88625740400072C61>

<http://www.5hz-electronica.com/sensordepresinflexiforce-100lbs.aspx>

# **ANEXOS**

