



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y
TELECOMUNICACIONES

TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO
ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL
DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO
DE FÍSICA GENERAL

AUTOR:
TLG. SANTIAGO JAVIER ALVARO

TUTOR:
MSc. ARMANDO MENDEZ

QUITO – ECUADOR
2014

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor de graduación certifico:

Que el trabajo de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL**” presentado por Santiago Javier Álvaro Pillalaza, estudiante de la carrera de electrónica, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, Agosto 2014

TUTOR

MSc. ARMANDO MÉNDEZ GARCÍA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

El abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica, declaro que los contenidos de este trabajo de Graduación, requisito previo a la obtención de Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Agosto 2014

TLG. SANTIAGO JAVIER ÁLVARO PILLALAZA
C.I. 1713899647

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del tribunal de Grado, aprueban el trabajo de titulación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica ISRAEL para títulos de pregrado.

Quito, Agosto 2014

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

PRESIDENTE

MIEMBRO 1

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Mi mayor agradecimiento a Dios, por darme la perseverancia y sabiduría, para poder hacer realidad este objetivo en mi vida.

A mí querida esposa e hija con mucho amor, por su comprensión y paciencia para poder cumplir este sueño.

Agradecimiento especial al MSC. Armando Méndez García, por su confianza y apoyo en la realización de este proyecto.

Finalmente a todas las personas que conocí en el transcurso de mi diario vivir y que de alguna u otra manera a través de sus consejos y experiencias han fortalecido mi vida y han hecho de mí una persona de bien.

Gracias

DEDICATORIA

A mi Dios, por su amor y comprensión a lo largo de los años porque tú me mostraste un mundo nuevo y diferente, también porque me acompañaste en los momentos más difíciles y me has dado luz para tomar las decisiones.

A mis queridos padres, a quien estoy eternamente agradecido porque gracias a ellos pude empezar este sueño que hoy se hace realidad.

Y en especial a mi esposa y mis hijos, quienes fueron la razón en la realización de este proyecto, ellos han llenado mi corazón de amor, que basta con un abrazo y una sonrisa me cambia la vida.

Santiago

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Introducción	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Antecedentes	2
1.2.2 Diagnóstico.....	3
1.2.3 Problema principal	5
1.2.3.1 Problemas secundarios.....	5
1.3 Delimitación del problema de investigación.....	5
1.3.1 Límites teóricos	5
1.3.2 Límites temporales	6
1.3.3 Límites espaciales.....	6
1.4 Justificación.....	6
1.4.1 Justificación Teórica.....	6
1.4.2 Justificación Metodológica.....	6
1.4.3 Justificación Práctica	7
1.5 Objetivos	7
1.5.1 Objetivo General	7
1.5.2 Objetivos específicos.....	8
1.6 Metodología	8

CAPÍTULO II	9
2. ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL.	9
2.1 Introducción	9
2.2 Práctica de Laboratorio tradicional	9
2.3 Evolución del desarrollo de prácticas de laboratorio convencional.....	10
2.4 Laboratorios remotos	11
2.5 Tecnología de Laboratorios remotos.....	13
2.5.1 Internet.....	13
2.5.2 Intranet.....	14
2.5.3 Protocolos TCP/IP	14
2.5.4 Modelo OSI	15
2.5.5 Modelo TCP	16
2.6 Protocolo Cliente – Servidor.....	17
2.6.1 Cliente	18
2.6.2 Servidor	18
2.6.3 Servidor Local	19
2.7 Comunicación serial.....	20
2.8 Consideraciones en la comunicación serial.....	21
2.8.1 Sincronización	22
2.8.2 Sincronización de carácter.....	22
2.8.3 Sincronización de mensaje	22
2.9 Canales de comunicación serial	22
2.9.1 Simplex.....	22
2.9.2 Semi duplex.....	23
2.9.3 Full duplex.....	23
2.10 Modos de transmisión	23
2.10.1 Modo de transmisión síncrono	24
2.10.2 Modo de transmisión asíncrono	24
2.11 Estándar RS-232	24
2.12 LabVIEW	25

2.12.1	Como trabaja LabVIEW	26
2.13	Elementos electrónicos.....	30
2.13.1	Microcontrolador pic16F877a	30
2.13.2	Diagrama de bloques DEL PIC16F877A	33
2.13.3	Adaptador de niveles MAX232.....	34
2.13.4	Interfaz TTL-RS232	35
2.13.5	Optoacoplador	36
2.13.6	Motor de corriente continua (DC)	37
2.13.6.1	Motor CF6003.....	39
2.13.7	Integrado L293D	39
2.13.8	Servomotor	40
2.13.9	Cámara Networking	41
2.13.10	Módulo de Relé	42
CAPÍTULO III		43
3.	DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL, QUE CONTROLA UN SISTEMA DE CAIDA LIBRE PARA EL CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD.....	43
3.1	Introducción	43
3.1.1	Hardware	43
3.1.2	Software.....	44
3.2	Diseño del módulo electrónico.....	48
3.2.1	Diseño de fuente de voltaje para el PIC	48
3.2.2	Diseño del brazo magnético	51
3.2.2.1	Control de giro para el brazo magnético.....	51
3.2.2.2	Activación del electroimán	55
3.2.2.3	Control de desplazamiento brazo magnético	55
3.2.3	Diseño de la comunicación serial	58
3.2.4	Diseño del circuito de control	59
3.2.5	Diseño del programa de control en LabVIEW	60
3.2.5.1	Lectura del puerto serial	60
3.2.5.2	Escritura en el puerto serial	65

3.2.5.3	Adquisición de video a través de LabVIEW	66
3.2.6	Diseño del programa de control para el microcontrolador	69
3.2.7	Grabación del programa en el Microcontrolador	70
CAPÍTULO IV		73
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL, QUE CONTROLA UN SISTEMA CAÍDA LIBRE PARA EL CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD.	73
4.1	Implementación del tablero electrónico	73
CAPÍTULO V		82
5.	PRUEBAS, VALIDACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO Y ANALISIS FINANCIERO	82
5.1	Validación del módulo	82
5.2	Validación de la red	84
5.3	Control del módulo desde el Servidor.....	85
5.4	Control del módulo desde el cliente.....	85
5.5	Análisis Financiero.....	86
5.5.1	Análisis económico del proyecto	87
5.5.1.1	Alcance	87
5.5.1.2	Costo de inversión en el desarrollo del proyecto.....	87
5.5.1.3	(CMU) Costo de materiales utilizados (Costo variable – CV)	87
5.5.1.4	(CMO) Costo mano de obra (Costo Variable – CV)	89
5.5.1.5	(CAF) Costo activo fijo	89
5.5.1.6	(OCI) Otros costos de inversión	91
5.5.1.7	Inversión total	91
5.5.1.8	Matriz FODA	92
Conclusiones		93
Recomendaciones.....		94
ANEXOS.....		95
GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS.....		136
BIBLIOGRAFÍA.....		137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características generales PIC16F877A.....	32
Tabla 2. Características PIC16F877A	34
Tabla 3. Valores Máximos del LM293D	40
Tabla 4. Reguladores de Voltaje	49
Tabla 5. Control de conectividad	84
Tabla 6. Control del módulo desde el Servidor.....	85
Tabla 7. Control del módulo desde el cliente.....	86
Tabla 8. CCM - Costo de componentes mecánicos (Costo variable).....	87
Tabla 9. CCE - Costo de componentes electrónicos (Costo variable)	88
Tabla 10. CIF - Costo indirecto fabricación (Costo variable).....	88
Tabla 11. CMO - Costo mano de obra (Costo variable)	89
Tabla 12. CAF - Costo activo fijo	90
Tabla 13. OCI - Otros costos de inversión	91
Tabla 14. Inversión Total	91
Tabla 15. Matriz FODA	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Laboratorio remoto	12
Figura 2. Arquitectura Laboratorio remoto	12
Figura 3. Red de Conectividad Mundial	13
Figura 4. Estructura de la Intranet	14
Figura 5. Estructura Cliente - Servidor	17
Figura 6. Arquitectura servidor local	19
Figura 7. Puerto serial	20
Figura 8. Comunicación serial PC1 – PC2.....	21
Figura 9. Pines importantes del conector serial.....	21
Figura 10. Pantalla Bienvenida LabVIEW.....	26
Figura 11. Panel frontal LabVIEW	27
Figura 12. Panel de diagrama de bloques.....	28
Figura 13. Sumadora de dos número en LabVIEW	29
Figura 14. Conexión de elementos.....	29
Figura 15. Diseño complejo utilizando LabVIEW.....	30
Figura 16. PIC16F877A	31
Figura 17. Diagrama de bloques PIC16F877A	33
Figura 18. Conexión Interna del MAX232	35
Figura 19. Conexión MAX232.....	36
Figura 20. Diagrama circuital Optoacoplador.....	36
Figura 21. Vista interna Motor DC	38
Figura 22. Motor DC CF6003	39
Figura 23. Integrado L293D.....	39
Figura 24. Servomotor.....	40
Figura 25. Cámara IP	41
Figura 26. Módulo de relés	42
Figura 27. Aspectos del sistema.....	43
Figura 28. Esquema general del sistema	46
Figura 29. Diagrama de flujo	47
Figura 30. Diagrama general del módulo electrónico	48

Figura 31. Diagrama de bloques fuente alimentación.....	48
Figura 32. Distribución de pines L78XX	50
Figura 33. Diagrama circuital de la fuente de voltaje	50
Figura 34. Diseño PCB para la fuente de voltaje	51
Figura 35. Giro del brazo	52
Figura 36. Conexión del servomotor.....	52
Figura 37. Angulo de giro del servomotor	53
Figura 38. Circuito lógico control servomotor.....	54
Figura 39. Diagrama circuital para activación del electroimán.....	55
Figura 40. Desplazamiento brazo móvil	56
Figura 41. Circuito de control de giro	56
Figura 42. Fuente de poder ST-2406-2AQ.....	57
Figura 43. Distribución de pines ST-2406-2AQ	58
Figura 44. Diagrama circuital MAX232	59
Figura 45. Circuito de control	60
Figura 46. Papeleta de funciones visa	61
Figura 47. Configuración puerto serial	61
Figura 48. Visa Read	62
Figura 49. Configuración del Property Node	63
Figura 50. Simple error Handler	64
Figura 51. Puerto serial con sesión VISA para lectura	64
Figura 52. VISA escritura	65
Figura 53. Puerto serial con una sesión VISA	66
Figura 54. Ventana de exploración WEB en LabVIEW	67
Figura 55. Declaración WebBrowser2 y apertura de puerto de cámara IP	67
Figura 56. Configuración del bloque Web	68
Figura 57. Bloque de IWebBrowser2 para Cámara IP	68
Figura 58. Bloque de comunicación entre la PC y Cámara IP	68
Figura 59. Captura de video a través de la WEB LabVIEW.....	69
Figura 60. Pantalla principal MicroCode	69
Figura 61. Primeras líneas de comando en PBP.....	70
Figura 62. Ventana principal IC-Prog	70

Figura 63. Ajustes de Hardware IC-Prog	71
Figura 64. Deshabilitar verificación de programación	72
Figura 65. Habilitar Driver IC-Prog	72
Figura 66. Fuente de voltaje 5VDC - 12VDC	73
Figura 67. Fuente de voltaje con alto amperaje	73
Figura 68. Circuito de control	74
Figura 69. Circuito de Relés	74
Figura 70. Tablero electrónico	74
Figura 71. Ensamblado de tablero	75
Figura 72. Ensamblado brazo magnético	75
Figura 73. Ensamblado del receptor de masa	75
Figura 74. Modulo electrónico Vista frontal	76
Figura 75. Módulo electrónico vista posterior y lateral	76
Figura 76. Módulo electrónico completo	77
Figura 77. Pantalla de acceso al sistema	77
Figura 78. Pantalla de control del sistema	78
Figura 79. Pantalla de habilitación	78
Figura 80. Cámara habilitada para la captura de video	79
Figura 81. Muestra de tiempos en la ventana de control	79
Figura 82. Graficas Altura y Velocidad vs tiempo	80
Figura 83. Grafica de aceleración vs tiempo	81
Figura 84. Tabla de tiempo en cero	82
Figura 85. Interruptor para escoger la esfera	82
Figura 86. Botón empezar	83
Figura 87. Brazo magnético atrae la esfera	83
Figura 88. Desplazamiento de la esfera	83
Figura 89. Configuración red LAN	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Características eléctricas 2N3904	98
Anexos 2. Características cámara IP	100
Anexos 3. Características eléctricas Diodo 1N4007	103
Anexos 4. Características eléctricas LM7805	106
Anexos 5. Características eléctricas MAX232	109
Anexos 6. Características eléctricas SERVO	111
Anexos 7. Características eléctricas Fotosensores	114
Anexos 8. Programación LabVIEW	119
Anexos 9. Programa de control PIC	133
Anexos 10. Diagrama circuital del módulo	135

RESUMEN

Los diferentes modelos de educación y las nuevas aplicaciones de los laboratorios han generado un impacto que ha llevado a un entorno de revolución educativa, esto sumado a las nuevas generaciones de estudiantes formados en un mundo digital, ha derivado en la creación de nuevos enfoques y métodos de enseñanza, donde la pedagogía y la tecnología tienen un acercamiento y articulación.

Hoy en día es necesario que en el aprendizaje del estudiante actual se incluya a las tecnologías, para que el individuo pueda afrontar y solucionar los problemas del futuro, el aprendizaje debe estar enmarcado en una gestión y construcción de su propio conocimiento.

De esta manera ingresan variables al detalle del aula en si, como el establecimiento de horarios flexibles de estudios y que exista una disposición de tiempo y espacio para una favorable realización de prácticas y/o laboratorios.

Los laboratorios remotos (LR) son herramientas tecnológicas compuestas por software y hardware que les permite a los estudiantes de manera remota realizar sus prácticas como si estuvieran en un laboratorio tradicional, generalmente el acceso se realiza a través de la red académica de alta velocidad. Los LR son producto del desarrollo de las TIC que contribuyen con el mejoramiento de los procesos educativos, son considerados como sistemas que no están basados en prácticas simuladas, si no en acciones que permiten al estudiante realizar actividades de laboratorio con dispositivos o instrumentación real.

ABSTRACT

The different models of education and new applications of laboratories have generated an impact that has led to a revolution in education environment , this added to the new generations of students trained in a digital world , has led to the creation of new approaches and methods teaching , where pedagogy and technology have an approach and articulation.

Today it is necessary that the current student learning technologies are included, so that the individual can face and solve the problems of the future, learning must be framed in a management and construction of their own knowledge.

Thus variables enter the classroom to detail itself, as establishing flexible schedules of studies and there is a time and space available for pro work experience and / or laboratories.

The remote laboratories (LR) are composed of software technology tools and hardware that allows remote students to do their internship as they would in a traditional lab access is usually through high-speed academic network. The LR are the product of ICT development that contribute to the improvement of educational processes are considered as systems that are not based on simulated practice , if not in actions that allow the student laboratory activities or real instrumentation devices .

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se establece la problematización del trabajo de titulación y se expone datos sobre el problema conjuntamente con la solución, además se detalla la metodología a seguir para obtener el resultado esperado.

1.1 Introducción

Los cambios experimentados en los últimos años en la tecnología utilizada en la educación, ha llevado a evolucionar constantemente el uso y manejo de las herramientas tecnológicas. Así, en el ámbito de la electrónica, al igual que otras muchas disciplinas, a medida que la asignatura adquiere carácter tecnológico y de especialidad se ha convertido en una potente herramienta en el campo de la educación.

Las tecnologías de la información y las comunicaciones se han venido aplicando en los últimos tiempos de forma exitosa a la educación. Una de las posibles aplicaciones son los laboratorios remotos, entornos distribuidos que permiten a los alumnos acceder remotamente a través de la red a los equipos disponibles en el laboratorio.

En este trabajo se presenta un laboratorio remoto que ha sido desarrollado con el objetivo de que los alumnos puedan hacer uso del laboratorio “cálculo de la aceleración de la gravedad” a través de la red.

El laboratorio remoto se presenta como una nueva solución didáctica, pero hay que tener en cuenta que las prácticas de laboratorios no solamente debe ser una innovación tecnológica y educativa, las prácticas de laboratorios remotos deben

estar integradas a la programación y preparación de la clase que realiza el profesor, obteniendo de esta manera mejores resultados en la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes.

El nuevo sistema se centra en el aprendizaje del alumno, potenciando su autonomía y disminuyendo el tiempo dedicado a la exposición de conocimientos conceptuales por parte del profesor en un sistema menos rígido en cuanto a clases y horarios.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Antecedentes

El 4 de noviembre de 1946 se funda la Universidad Católica del Ecuador. El Arzobispo de Quito, Monseñor Carlos María de la Torre, celebra una misa en la Basílica y bendice la sede de la calle Bolívar No.343, en un establecimiento donado por el Colegio de los Sagrados Corazones.

Al día siguiente empieza el primer ciclo académico con la facultad de Jurisprudencia. En los años siguientes se crean las facultades de Economía (1949), Ciencias de la Educación (1953) e Ingeniería Civil (1961).

El 24 de enero de 1957 en la ciudad de Quito, se realiza la inauguración y bendición del nuevo campus, ubicado en la avenida 12 de Octubre, entre Patria y Veintimilla, donde comienza la conformación de la universidad como hoy la conocemos.

En el año 1963 se confía la dirección de la universidad a la Compañía de Jesús y además el Papa Juan XXIII le otorga el título de Pontificia. Desde ese tiempo, la PUCE ha crecido como un pilar fundamental en la formación de la juventud ecuatoriana.

En la actualidad la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Matriz Quito está formada por las siguientes unidades académicas:

- Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes
- Facultad de Ciencias Administrativas y Contables
- Facultad de Ciencias de la Educación
- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
- Facultad de Ciencias Filosófico-Teológica
- Facultad de Ciencias Humanas
- Facultad de Comunicación, Lingüística y Literatura
- Facultad de Economía
- Facultad de Enfermería
- Facultad de Ingeniería
- Facultad de Jurisprudencia
- Facultad de Medicina
- Facultad de Psicología
- Escuela de Bioanálisis
- Escuela de Trabajo Social

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador cuenta también con sedes en las ciudades de Santo Domingo de los Sachilas, Ibarra, Esmeraldas, Ambato.

1.2.2 Diagnóstico

En la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la PUCE se encuentra la Escuela de Ciencias Física y Matemáticas, la escuela con el fin de proporcionar las prácticas necesarias a sus estudiantes cuenta con tres laboratorios destinados al análisis de la Mecánica, Electricidad y Óptica.

El Laboratorio de mecánica mantiene una espaciosa aula con mesas de trabajo y el formal instrumental, la cual se encuentra al servicio de los estudiantes, las

prácticas de laboratorio que se realizan durante el periodo académico son los siguientes:

- Uso del calibrador
- Uso del tornillo micrométrico
- Cálculo de la densidad de masa
- Movimiento rectilíneo uniforme
- Movimiento rectilíneo variado
- Cálculo de aceleración de la gravedad
- Tiro semiparabólico
- Tiro parabólico
- Movimiento circular uniforme
- Segunda ley de Newton
- Descomposición de una fuerza
- Mesa de fuerzas
- Rozamiento en el plano inclinado
- Péndulo simple
- Momento de una fuerza o torque
- Choque elástico e inelástico
- Rozamiento en el plano inclinado
- Fuerza centrípeta
- Trabajo y energía
- Momento de torsión o torque
- Módulo de torsión
- Principio de Arquímedes
- Presión hidrostática

Para la realización de la práctica “Cálculo de la aceleración de la gravedad” se forma grupos de trabajo con al menos siete estudiantes por mesa, los elementos que utilizan cada grupo de trabajo es una esfera metálica la cual ayuda a recrear el fenómeno físico y un cronómetro que ayuda a cuantificar las características del fenómeno.

1.2.3 Problema principal

La Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas de la PUCE no cuenta con un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general que controla un sistema de caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

1.2.3.1 Problemas secundarios

No existe un estudio sobre el módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general que controle un sistema de caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

No existe un diseño sobre el módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema de caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

No existe una implementación sobre el módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema de caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

No se ha realizado pruebas de validación de un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

1.3 Delimitación del problema de investigación

1.3.1 Limites teóricos

Los temas a citar durante el proceso de elaboración del proyecto está relacionado con las nuevas tecnologías basadas en la intranet, procesamiento de señales, algoritmos de control, servidores, adquisición de datos, comunicación IP,

servomotores, motores de corriente continua, elementos electrónicos, funciones y aplicaciones del microcontrolador PIC.

1.3.2 Límites temporales

El desarrollo y ejecución del proyecto se llevará a cabo a partir del día lunes 3 de Agosto del 2013 hasta el lunes 3 de Diciembre de 2013.

1.3.3 Límites espaciales

El presente trabajo de investigación se lo realiza en el laboratorio de Mecánica situada en la Escuela de Física y Matemáticas perteneciente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Quito, ubicada en la Av. 12 de Octubre y Ramón Roca.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Teórica

Los diferentes modelos de educación y las nuevas aplicaciones de los laboratorios compartidos en la red han generado un impacto formativo que ha llevado a un entorno de revolución educativa, esto sumado a las nuevas generaciones de estudiantes formados en un mundo digital, ha derivado en la creación de nuevos enfoques y métodos de enseñanza, donde la pedagogía y la tecnología tienen un acercamiento y articulación, es así que el trabajo de titulación de pregrado se desarrolla en el marco de la investigación en el contorno tecnológico dentro del campo de la ingeniería electrónica, para poder brindar una nueva propuesta en el desarrollo de módulos electrónicos al servicio de las prácticas de laboratorio de física general.

1.4.2 Justificación Metodológica

Para el desarrollo del proyecto se aplicó varios métodos de investigación de acuerdo a las diferentes etapas.

En la parte inicial de la investigación se aplica el método de la observación científica, el cual nos permite discernir la esencia de las prácticas de cinemática que realizan los estudiantes posteriormente el método analítico nos permitirá el estudio de laboratorios remotos actuales utilizados para la realización de prácticas de cinemática, además se efectúa una síntesis de los fundamentos teóricos, asimismo se elige los elementos de hardware y software, al ejecutar el método deductivo se elabora el pseudocódigo que controla la funcionalidad del microcontrolador.

El método de modelación se aplica en la implementación de diseño del prototipo, posterior a ello se ejecuta las pruebas y resultados realizados al proyecto con sus respectivas observaciones, finalmente se establece las conclusiones y recomendaciones que se han logrado extraer del proyecto.

1.4.3 Justificación Práctica

La creación de un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de Física general que controla un sistema caída libre, brinda a los estudiantes la posibilidad de realizar la práctica de laboratorio con flexibilidad de horario sin restricción de espacio y desde cualquier sitio que disponga de una conexión a la red interna del campus universitario.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Diseñar e implementar de un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

1.5.2 Objetivos específicos

Estudiar las tecnologías utilizadas en el módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

Diseñar un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

Implementar un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

Realizar pruebas y validación de un módulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, que controla un sistema caída libre para el cálculo de la aceleración de la gravedad.

1.6 Metodología

El trabajo de titulación de pregrado se basa en una investigación teórico-práctico mediante la cual se elabora el marco teórico conceptual que sirve como base para el desarrollo del diseño e implementación del proyecto. Para el desarrollo del marco teórico se utiliza el método de análisis, por medio del cual se realiza la recopilación de la información necesaria, disponible en los diferentes medios como los libros, portales de internet, apuntes de materias, entre otros.

Aplicando el método deductivo e inductivo se desarrolla el diseño del proyecto, de esta forma se establece el estudio para la implementación del prototipo. Por último se utiliza el método experimental para la validación de los resultados, luego de realizar las pruebas respectivas del módulo electrónico se establece las respectivas conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL.

2.1 Introducción

El presente capítulo tiene como finalidad realizar una descripción teórica de los aspectos principales de un laboratorio remoto, además se realiza una visión global de los diferentes elementos que constituyen el laboratorio remoto.

2.2 Práctica de Laboratorio tradicional (Práctico et al., 1986)

La práctica de laboratorio se introduce en la educación, al entender la necesidad de realización de trabajos prácticos experimentales en la formación de los alumnos, a finales del siglo XIX ya formaba parte integral del currículo de las ciencias en Estados Unidos, extendiéndose con posterioridad a los sistemas educacionales del resto de los países.

La práctica de laboratorio es considerada tradicionalmente un tipo de clase dentro de la tipología de clases para el proceso de enseñanza-aprendizaje cuando este tiene un carácter académico. Las prácticas de laboratorio constituyen un complemento de la enseñanza-aprendizaje verbal, donde se persigue ante todo la oportunidad para el desarrollo de habilidades manipulativas y de medición, para la verificación del sistema de conocimientos, para aprender diversas técnicas de laboratorios y para la aplicación de la teoría de errores empleada para el procesamiento de la base de datos experimental y posterior interpretación de los resultados.

Las prácticas de laboratorio de Física pueden ayudar al alumno, además de desarrollar destrezas básicas y herramientas de la Física experimental y del

tratamiento de datos, a manejar conceptos básicos, a entender el papel de la observación directa en Física y distinguir entre las inferencias que se realizan a partir de la teoría y las que se realizan a partir de la práctica, a destacar el proceso observación del fenómeno - obtención de una data experimental – análisis de los resultados – conclusiones.

2.3 Evolución del desarrollo de prácticas de laboratorio convencional

A pesar de las grandes prestaciones que ofrece los laboratorios presenciales, desde hace casi una década, la mayor parte de las instituciones académicas, tanto a nivel nacional como internacional, se enfrentan al desafío de adaptar las formas tradicionales de impartir educación a estos nuevos tiempos en los que la utilización de Internet se ha convertido en el paradigma por excelencia para la transmisión de información de cualquier naturaleza y temática (Vargas, Sánchez, Jara, Reinoso, & Díez, 2010)

La razón de ello es que en este nuevo modelo educativo pretende fomentar el trabajo individual pero participativo del estudiante, por lo que presta especial atención a la utilización de las diferentes herramientas que brinda Internet para abordar este reto.

Sin embargo, este desafío académico choca con la dificultad que entraña la transformación de los laboratorios presenciales de prácticas de disciplinas científico-técnicas en laboratorios virtuales y remotos basados en el uso de Internet o acceso a red. Esta adaptación conlleva la resolución de varias dificultades. Primero, hay que desarrollar toda la infraestructura software y hardware necesaria para poder experimentar con un sistema dinámico a través de la red, sistema que puede ser simulado (laboratorio virtual) y/o tratarse de un recurso real (laboratorio remoto).

Segundo, hay que tener muy en cuenta que, si se opta por desarrollar un laboratorio remoto, el recurso no es accesible más que por un usuario durante un

cierto tiempo; esto implica la necesidad de proporcionar un sistema de reserva de experimentos.

Tercero, la disponibilidad de un laboratorio remoto durante 24 horas al día, conlleva la necesidad de contar con un sistema de iluminación artificial para poder visualizar el recurso físico en periodos nocturnos o con escasa luz natural, y por último, la necesidad de disponer de entornos de trabajo colaborativo adaptados a las necesidades que surgen durante la realización de las prácticas.

2.4 Laboratorios remotos

Existen numerosas áreas de la educación, la ciencia, la industria y el comercio que requieren de amplia cooperación para su desarrollo.

Muchos de los problemas derivados de estas áreas requieren de equipamiento sofisticado y de personal con formación especializada, lo cual no siempre está localmente disponible. Por lo tanto el desarrollo y masificación de técnicas y tecnologías que permitan el acceso remoto y compartido a instrumentos científicos o industriales es esencial para el progreso social.

Por citar un ejemplo de Laboratorio remoto de Física, el Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos de la Universidad de Zaragoza en España ha diseñado un sistema real de polea, péndulo y muelle con la finalidad de que los alumnos asimilen mejor los conceptos físicos que estudian en clase.

“El sistema lo constituyen un conjunto de motores y sistemas eléctricos acoplados al servidor del portal web que permiten que el usuario controle su experimento. El control del experimento por parte del alumno se hace a través de la web, donde se visualiza un sistema físico real de péndulo, muelle y polea”.

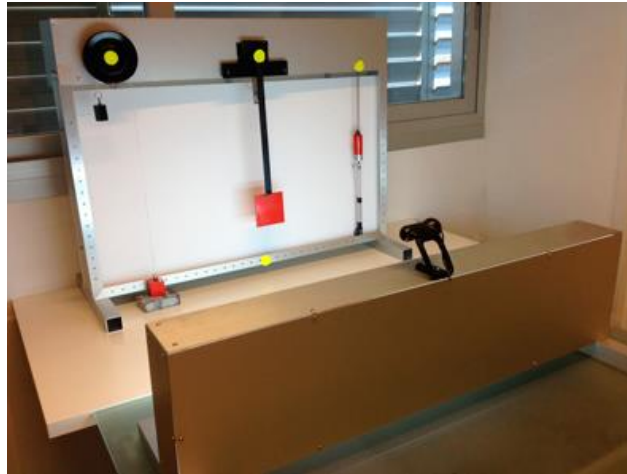


Figura 1. Laboratorio remoto (King, 1972)

Por otro lado, el desarrollo científico está estrechamente ligado con la infraestructura para hacer ciencia, de otra manera sería muy difícil tener una visión más allá de la que nos provee nuestra sola capacidad individual y la forma como obtenemos y calculamos soluciones para los problemas científicos, educativos, sociales, caracterizados por una alta complejidad.

En este escenario, las redes avanzadas y las herramientas que ellas proveen juegan un papel clave lo cual confirma que estamos en un momento en que hacer ciencia, investigación y educación se reviste de nuevas formas, donde el conocimiento solo pueda tener como límite nuestra imaginación (Vargas et al., 2010).

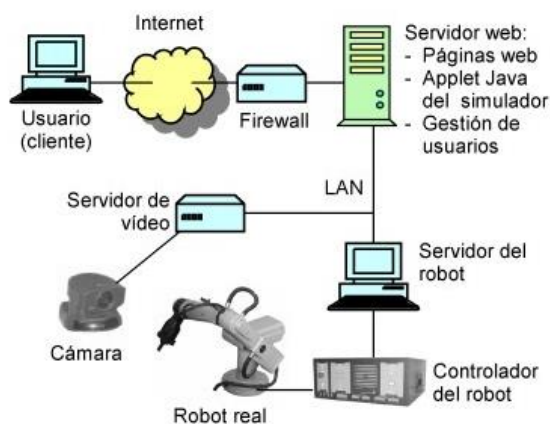


Figura 2. Arquitectura Laboratorio remoto (“arquitectura,” n.d.)

Los laboratorios remotos permiten operar remotamente cierto equipamiento, bien sea didáctico como maquetas específicas, o industrial. En general, estos laboratorios requieren de equipos servidores específicos que les den acceso a las máquinas a operar de forma remota. Así un usuario desde su computador con acceso a la red podrá acceder a un laboratorio remoto, en el momento que lo requiera, obteniendo resultados veraces.

2.5 Tecnología de Laboratorios remotos

2.5.1 Internet



Figura 3. Red de Conectividad Mundial (Utilidad, 2014)

En 1969 el departamento de defensa de los Estados Unidos creó la ARPA (Agencia para Proyectos Avanzados de Investigación). El departamento de defensa aspiraba crear una red de comunicación de tal manera que si una parte de la misma sufría un colapso total, los mensajes pudieran encontrar el camino hasta su destino de cualquier manera, el resultado fue ARPAnet. Internet fue creada con fines para la comunicación militar.

El internet es el conjunto de redes de comunicación interconectados a nivel mundial que tienen como terminales a los computadores, equipos móviles, portátiles, utilizando un medio alámbrico, inalámbrico y óptico que se encuentran dispersas alrededor de todo el planeta, que muestran información usando la World Wide Web como principal aplicación, por medio de la ejecución de protocolos de

TCP/IP, además de otras herramientas y protocolos(“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

2.5.2 Intranet



Figura 4. Estructura de la Intranet (Utilidad, 2014)

Una intranet es una red de ordenadores privados que utiliza tecnología Internet para compartir dentro de una organización parte de sus sistemas de información y sistemas operacionales, el término intranet se utiliza en oposición a Internet, una red entre organizaciones, haciendo referencia por contra a una red comprendida en el ámbito de una organización (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

2.5.3 Protocolos TCP/IP

La sigla TCP/IP significa "Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet". En algunos aspectos TCP/IP representa todas las reglas de comunicación para Internet y se basa en la noción de dirección IP, es decir, en la idea de brindar una dirección IP a cada equipo de la red para poder enrutar paquetes de datos.

Debido a que el conjunto de protocolos TCP/IP originalmente se creó con fines militares, está diseñado para cumplir con una cierta cantidad de criterios, entre ellos:

- Dividir mensajes en paquetes
- Usar un sistema de direcciones
- Enrutar datos por la red
- Detectar errores en las transmisiones de datos.

Para poder aplicar el modelo TCP/IP en cualquier equipo, es decir, independientemente del sistema operativo, el sistema de protocolos TCP/IP se ha dividido en diversos módulos, cada uno de éstos realiza una tarea específica.

El término capa se utiliza para reflejar el hecho de que los datos que viajan por la red atraviesan distintos niveles de protocolos. Por lo tanto, cada capa procesa sucesivamente los datos (paquetes de información) que circulan por la red, les agrega un elemento de información (llamado *encabezado*) y los envía a la capa siguiente.

El modelo TCP/IP es muy similar al modelo OSI (modelo de 7 capas) que fue desarrollado por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) de las comunicaciones entre equipos.

2.5.4 Modelo OSI

El modelo OSI es un modelo que comprende siete capas, mientras que el modelo TCP/IP tiene sólo 4, en realidad, el modelo TCP/IP se desarrolló casi a la par que el modelo OSI (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

Las capas del modelo OSI son las siguientes:

- **La capa física** define la manera en la que los datos se convierten físicamente en señales digitales en los medios de comunicación (pulsos eléctricos, modulación de luz, etc.).

- **La capa de enlace de datos** define la interfaz con la tarjeta de interfaz de red y cómo se comparte el medio de transmisión.
- **La capa de red** permite administrar las direcciones y el enrutamiento de datos, es decir, su ruta a través de la red.
- **La capa de transporte** se encarga del transporte de datos, su división en paquetes y la administración de potenciales errores de transmisión.
- **La capa de sesión** define el inicio y la finalización de las sesiones de comunicación entre los equipos de la red.
- **La capa de presentación** define el formato de los datos que maneja la capa de aplicación (su representación y, potencialmente, su compresión y cifrado) independientemente del sistema.
- **La capa de aplicación** le brinda aplicaciones a la interfaz. Por lo tanto, es el nivel más cercano a los usuarios, administrado directamente por el software (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

2.5.5 Modelo TCP

El modelo TCP/IP, influenciado por el modelo OSI, también utiliza el enfoque modular, pero sólo contiene cuatro, las funciones de las diferentes capas son las siguientes:

- **Capa de acceso a la red:** especifica la forma en la que los datos deben viajar, sea cual sea el tipo de red utilizado;
- **Capa de Internet:** es responsable de proporcionar el paquete de datos (datagrama);
- **Capa de transporte:** brinda los datos de enrutamiento, junto con los mecanismos que permiten conocer el estado de la transmisión;
- **Capa de aplicación:** incorpora aplicaciones de red estándar (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

2.6 Protocolo Cliente – Servidor

En el mundo de TCP/IP las comunicaciones entre computadoras se rigen básicamente por lo que se llama modelo Cliente-Servidor, éste es un modelo que intenta proveer flexibilidad, interoperabilidad y escalabilidad en las comunicaciones.

El término Cliente/Servidor fue usado por primera vez en 1980 para referirse a PC's en red. Este modelo Cliente/Servidor empezó a ser aceptado a finales de los 80's. Su funcionamiento es sencillo, se tiene una máquina cliente, que requiere un servicio de una máquina servidor, y éste realiza la función para la que está programado. Desde el punto de vista funcional, se puede definir la computación Cliente/Servidor como una arquitectura distribuida que permite a los usuarios finales obtener acceso a la información en forma transparente aún en entornos multiplataforma.



Figura 5. Estructura Cliente – Servidor (Cliente-servidor, 1980)

En el modelo cliente servidor, el cliente envía un mensaje solicitando un determinado servicio a un servidor (hace una petición), y este envía uno o varios mensajes con la respuesta (provee el servicio).

Esta arquitectura permite distribuir físicamente los procesos y los datos en forma más eficiente lo que en computación distribuida afecta directamente el tráfico de la red, reduciéndolo grandemente.

2.6.1 Cliente

El cliente es el proceso que permite al usuario formular los requerimientos y pasarlos al servidor, se le conoce con el término front-end.

El Cliente normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la manipulación y despliegue de datos, por lo que están desarrollados sobre plataformas que permiten construir interfaces gráficas de usuario (GUI), además de acceder a los servicios distribuidos en cualquier parte de una red.

Las funciones que lleva a cabo el proceso cliente se resumen en los siguientes puntos:

- Administrar la interfaz de usuario.
- Interactuar con el usuario.
- Procesar la lógica de la aplicación y hacer validaciones locales.
- Recibir resultados del servidor.
- Formatear resultados.

2.6.2 Servidor

Es el proceso encargado de atender a múltiples clientes que hacen peticiones de algún recurso administrado por él. Al proceso servidor se le conoce con el término back-end. El servidor normalmente maneja todas las funciones relacionadas con la mayoría de las reglas del negocio y los recursos de datos.

Las funciones que lleva a cabo el proceso servidor se resumen en los siguientes puntos:

- Aceptar los requerimientos de bases de datos que hacen los clientes.
- Formatear datos para transmitirlos a los clientes.
- Procesar la lógica de la aplicación y realizar validaciones a nivel de bases de datos.

2.6.3 Servidor Local

Un Servidor local es aquel servidor que reside en una red local al equipo de referencia, puede estar instalado en cualquiera de los equipos que forman parte de una red local. Es por tanto obvio, que todos los servidores, son locales a la red local en la que se encuentran, o como mínimo, locales al sistema en el que están instalados.

Un servidor local ejecuta continuamente un programa en un computador, manteniéndose a la espera de peticiones de ejecución que le hará un cliente o un usuario de la red, el servidor se encarga de contestar a estas peticiones de forma adecuada, entregando como resultado una página web o información de todo tipo de acuerdo a los comandos solicitados.



Figura 6. Arquitectura servidor local (Cliente-servidor, 1980)

Los sistemas web son interfaces de usuario parecidas a las aplicaciones de escritorio, que dan servicio a procesos de negociación de considerable envergadura y estableciéndose sobre ellas requisitos estrictos de accesibilidad y respuesta.

2.7 Comunicación serial

Un puerto serie es una interfaz de comunicación de datos digitales, frecuentemente utilizado por computadoras y periféricos, donde la información es transmitida bit a bit enviando un solo bit a la vez. La comunicación serial es también un protocolo común utilizado por varios dispositivos para instrumentación.

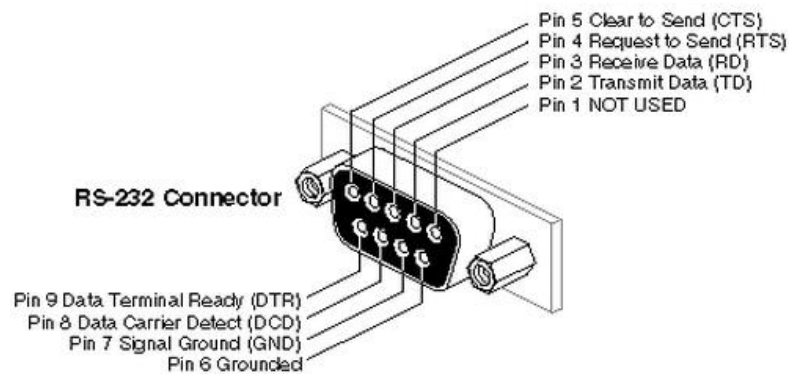


Figura 7. Puerto serial ("RS232-schematic-276x300," n.d.)

El concepto de comunicación serial es sencillo, el puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez, aun y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo (Reyes, n.d.).

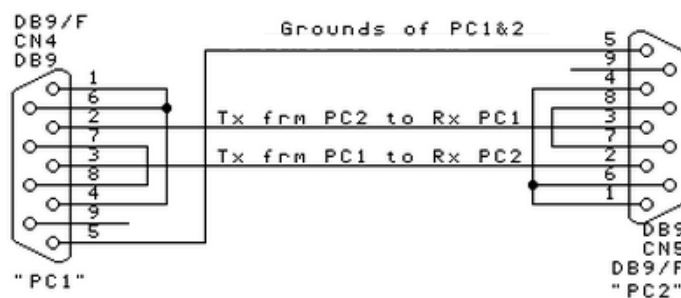


Figura 8. Comunicación serial PC1 – PC (“RS232-schematic-276x300,” n.d.)

La comunicación realizada con el puerto serial es una comunicación asíncrona, para la sincronización de una comunicación se precisa siempre de un bit adicional a través del cual el emisor y el receptor intercambian la señal del pulso.

2.8 Consideraciones en la comunicación serial

Los protocolos proporcionan las reglas de cómo las computadoras deben comunicarse. Un protocolo puede incluir el uso de líneas de estado y control. Estas líneas pueden indicar cuando un trasmisor está listo para enviar o un receptor es capaz de aceptar nuevos datos.

#	Pin	E/S	Función	Conector DB 9
1			Tierra de Chasis	
2	RXD	E	Recibir Datos	
3	TXD	S	Transmitir Datos	
4	DTR	S	Terminal de Datos Listo	
5	SG		Tierra de señal	
6	DSR	E	Equipo de Datos Listo	
7	RTS	S	Solicitud de Envío	
8	CTS	E	Libre para Envío	
9	RI	S	Tímbr Telefónico	

Figura 9. Pines importantes del conector serial (“Pinout Information,” n.d.)

El flujo de intercambio de esta información se llama flujo de control, cuando se transmite información a través de una línea serie es necesario utilizar un sistema de codificación que permita resolver los siguientes problemas:

2.8.1 Sincronización

El receptor necesita saber dónde comienza y donde termina cada bit en la señal recibida, para efectuar el muestreo de la misma en el centro del intervalo de cada símbolo.

2.8.2 Sincronización de carácter

La información serie se transmite por definición bit a bit, pero la misma tiene sentido en palabras o bytes.

2.8.3 Sincronización de mensaje

Es necesario conocer el inicio y fin de una cadena de caracteres por parte del receptor, para detectar algún error en la comunicación de un mensaje.

2.9 Canales de comunicación serial

Se pueden establecer canales para la comunicación de acuerdo a tres técnicas, siempre tomando al microprocesador o microcontrolador como referencia y al periférico como destino (Reyes, n.d.):

2.9.1 Simplex

En ella la comunicación serie usa una dirección y una línea de comunicación. Siempre existirá un transmisor y un receptor, no ambos, la ventaja de este sistema consiste en que es necesario sólo un enlace a dos hilos. La desventaja radica en que el extremo receptor no tiene ninguna forma de avisar al extremo transmisor sobre su estado y sobre la calidad de la información que se recibe (Tomasi, 2007).

2.9.2 Semi duplex

La comunicación serie se establece a través de una sola línea, pero en ambos sentidos. En un momento el transmisor enviará información y en otro recibirá, por lo que no se puede transferir información en ambos sentidos de forma simultánea. Este modo permite la transmisión desde el extremo receptor de la información, sobre el estado de dicho receptor y sobre la calidad de la información recibida por lo que permite así la realización de procedimientos de detección y corrección de errores.

2.9.3 Full duplex

Es una conexión en la que los datos fluyen simultáneamente en ambas direcciones. Así, cada extremo de la conexión puede transmitir y recibir al mismo tiempo; esto significa que el ancho de banda se divide en dos para cada dirección de la transmisión de datos si es que se está utilizando el mismo medio de transmisión para ambas direcciones de la transmisión (Tomasi, 2007).

2.10 Modos de transmisión

Debido a los problemas que surgen con una conexión de tipo paralela, es muy común que se utilicen conexiones en serie, sin embargo, ya que es un solo cable el que transporta la información el problema es cómo sincronizar al transmisor y al receptor. En otras palabras, el receptor no necesariamente distingue los caracteres (o más generalmente, las secuencias de bits) ya que los bits se envían uno después del otro, existen dos tipos de transmisiones que tratan este problema (Wayne, 2007):

- Modo síncrono
- Modo asíncrono

2.10.1 Modo de transmisión síncrono

En un sistema de comunicación, el transmisor debe coordinar con el receptor antes del envío de datos. Con frecuencia, la sincronización se maneja haciendo que el hardware transmisor envíe un pulso regular al no haber datos disponibles (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

El receptor usa los pulsos para determinar el comienzo y fin de los bits. En los sistemas síncronos, la señal, va siempre sincronizada con una señal de reloj, hasta que el reloj no genere un flanco de subida el dispositivo no hará caso a la señal de entrada.

2.10.2 Modo de transmisión asíncrono

Es un sistema de comunicación que no tiene un intervalo de tiempo constante entre cada evento. Característica de cualquier sistema de comunicación en el que el transmisor puede enviar datos sin previo aviso.

El receptor debe estar preparado para aceptar datos en cualquier momento. El Modo Asíncrono de Transferencia, es una de las más nuevas tecnologías actuales que prometen ser el futuro de telecomunicaciones involucrando información de muy diferentes tipos, como audio, video. Los sistemas asíncronos actúan inmediatamente al aplicarles la señal al dispositivo (“30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf,” n.d.).

2.11 Estándar RS-232

Es una de las normas más populares empleadas en la comunicación serie, fue desarrollada en la década de los sesenta para gobernar la interconexión de terminales y MODEM, está patrocinada por la EIA (Asociación de Industrias Eléctricas).

El estándar RS-232 describe un interfaz entre un DTE y un DCE que emplea un intercambio en serie de datos binarios, en él se definen características eléctricas, mecánicas, funcionales del interfaz y modos de conexión comunes (Reyes, n.d.).

Las señales son atenuadas y distorsionadas a lo largo del cable. Este efecto es debido en gran parte a la capacidad del cable. En el estándar la capacidad máxima es de 2500 pF, la capacidad de un metro de cable es normalmente de 130 pF, por lo tanto, la longitud máxima del cable está limitada a unos 17 metros. Sin embargo, esta es una longitud nominal definida en el estándar y es posible llegar hasta los 30 metros con cables de baja capacidad o utilizando velocidades de transmisión bajas y mecanismos de corrección.

2.12 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 GNU/Linux.

LabVIEW constituye un revolucionario sistema de programación gráfica para aplicaciones que involucren adquisición, control, análisis y presentación de datos (Ambato, Uta, & Contenidos, 2010)

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el lenguaje C o BASIC. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques.

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.

2.12.1 Como 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 (Ambato et al., 2010). Las paletas contienen las opciones que se emplean para crear y modificar los VIs.



Figura 10. Pantalla Bienvenida LabVIEW
Fuente: Investigador

En esta pantalla se debe escoger la Opción Blank VI para desarrollar un nuevo proyecto, seguidamente nos aparece, el Front Panel (Panel Frontal) y Block Diagram (Diagrama de Bloques). En el panel frontal se puede elegir los elementos que conformarán el programa.

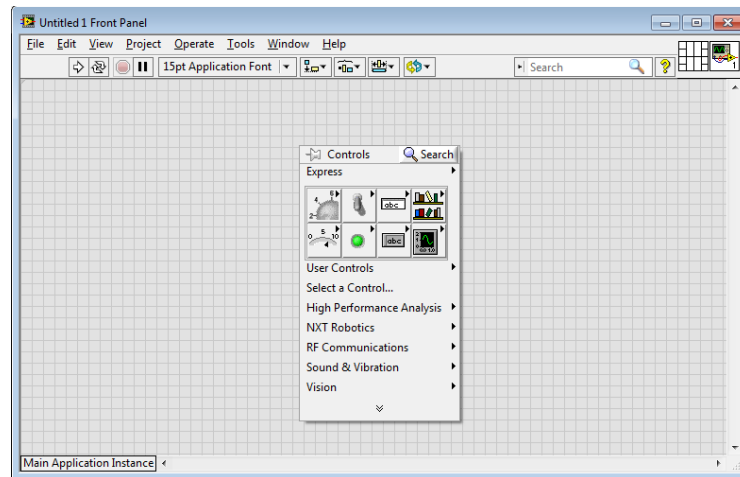


Figura 11. Panel frontal LabVIEW
Fuente: Investigador

El Panel Frontal es la interfaz con el programador, se utiliza para interactuar con el usuario cuando el programa se está ejecutando. Los usuarios podrán observar los datos actualizados del programa en tiempo real es decir cómo van fluyendo los datos.

En esta interfaz se definen los controles utilizados como entradas, pueden ser botones, marcadores, e indicadores.

Además en el panel frontal, encontraremos todo tipos de controles o indicadores, donde cada uno de estos elementos tiene asignado en el diagrama de bloques una terminal, es decir el usuario podrá diseñar un proyecto en el panel frontal con controles e indicadores, donde estos elementos serán las entradas y salidas que interactúan con la terminal del VI (Ambato et al., 2010).

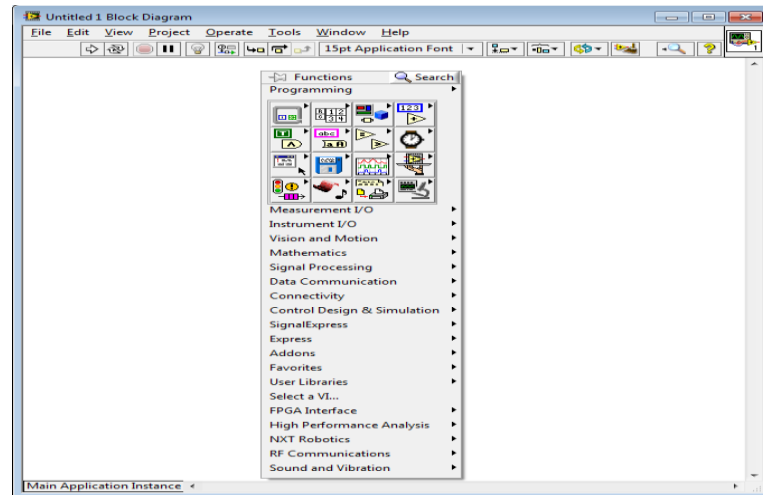


Figura 12. Panel de diagrama de bloques

Fuente: Investigador

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 (Ambato et al., 2010).

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 colocan previamente en el panel frontal se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales. Para empezar a trabajar con elementos en el panel frontal, es necesario dar un clic derecho en cualquier parte del panel y aparece el menú con todos los elementos, en este menú se elige los elementos de control numérico, booleano, de texto, etc., se ofrece una gran cantidad de elementos que podemos usar en una infinidad de programas.

A modo introductorio se realiza una sumadora básica de dos números, primero se despliega el panel frontal con dos controladores numéricos y un indicador numérico.

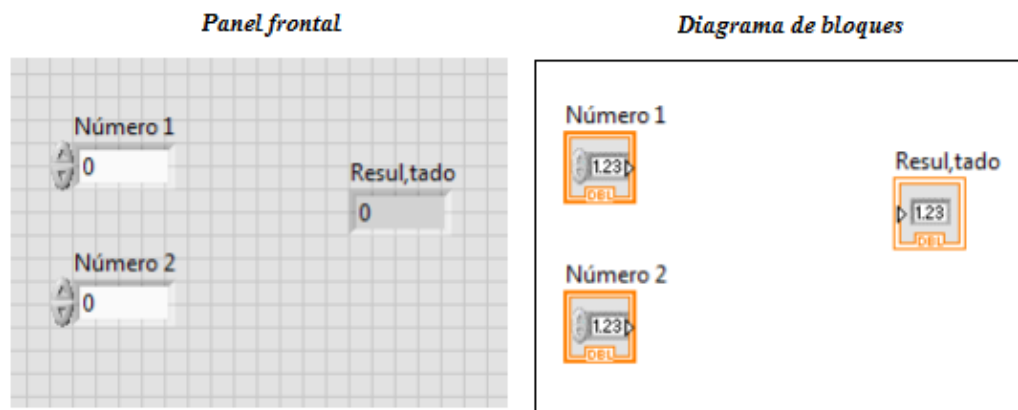


Figura 13. Sumadora de dos número en LabVIEW
Fuente: Investigador

Al disponer de los elementos en el panel frontal automáticamente aparece el diagrama de bloques, en este punto se realiza las conexiones necesarias para que el programa tenga la funcionalidad esperada.

Para elegir las funciones se da un click derecho en el diagrama de bloques y aparece el menú, en esta ventana se elige el operador. Para este ejemplo se selecciona un sumador y se realiza las conexiones como se observa en la figura 14.

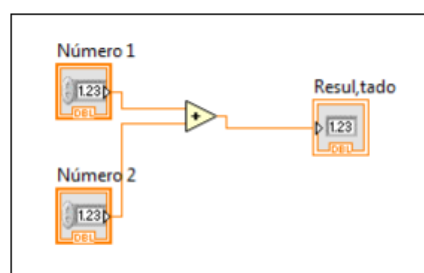
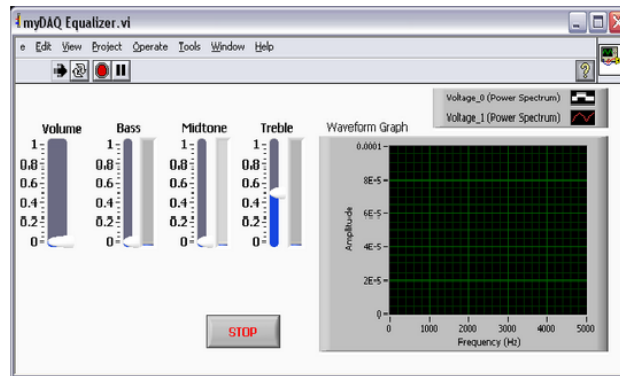


Figura 14. Conexión de elementos
Fuente: Investigador

En los controladores numéricos se puede modificar los valores y el resultado aparecerá de forma automática en el elemento indicador. En este ejemplo se puede ver la diferencia entre el elemento de control y elemento indicador, el primero puede ser controlado, modificado por el usuario mientras que el segundo

no puede ser modificado por el usuario tan solo muestra resultados, producto de la ejecución del programa. En la figura 15 se observa un diseño complejo utilizando MatLab.



Panel Frontal del VI de Ecuizador de NI myDAQ

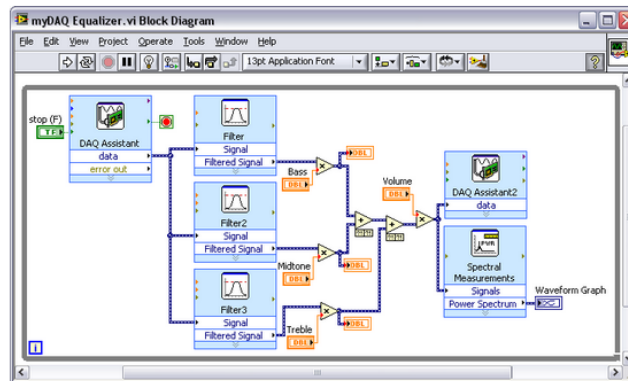


Diagrama de Bloques del VI de Ecuizador de NI myDAQ

Figura 15. Diseño complejo utilizando LabVIEW
Fuente: Investigador

2.13 Elementos electrónicos

2.13.1 Microcontrolador pic16F877a (“134831209-Electronica-Practica-MicroControladores.pdf,” n.d.)

Un microcontrolador es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica.

Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: memoria, unidad central de procesamiento y periféricos de entrada y salida.

Algunos microcontroladores pueden utilizar palabras de cuatro bits y funcionan a velocidad de reloj con frecuencias tan bajas como 4 KHz, con un consumo de baja potencia (mili vatios o micro vatios).

Por lo general, tendrá la capacidad para mantener la funcionalidad a la espera de un evento como pulsar un botón o de otra interrupción, el consumo de energía durante el estado de espera, puede ser sólo nano vatios, lo que hace que muchos de ellos sean muy adecuados para aplicaciones con batería de larga duración.

Los PIC son una familia de microcontroladores tipo RISC fabricados por Microchip Technology Inc. y derivados del PIC1650, originalmente desarrollado por la división de microelectrónica de General Instrument.

El nombre actual no es un acrónimo. En realidad, el nombre completo es PICmicro, aunque generalmente se utiliza como Peripheral Interface Controller (controlador de interfaz periférico).

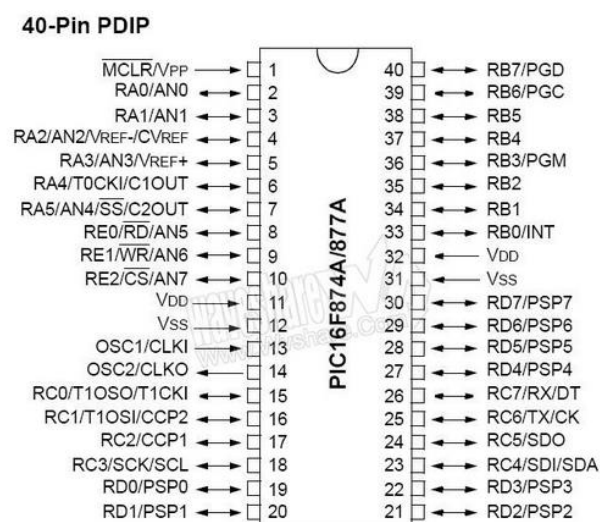


Figura 16. PIC16F877A (“134831209-Electronica-Practica-MicroControladores.pdf,” n.d.)

El microcontrolador PIC16F877 de Microchip pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características generales que los distinguen de otras familias:

Arquitectura Harvard
Tecnología RISC (Set de instrucciones reducido)
Tecnología CMOS
Soporta modo de comunicación serial
Amplia memoria para datos y programa
Memoria reprogramable (FLASH)

Tabla 1. Características generales PIC16F877A
Fuente: Investigador

Estas características se conjugan para lograr un dispositivo altamente eficiente en el uso de la memoria de datos y programa y por lo tanto en la velocidad de ejecución, a continuación se presenta el diagrama de bloques así como la descripción de pines del microcontrolador (Reyes, n.d.).

2.13.2 Diagrama de bloques DEL PIC16F877A

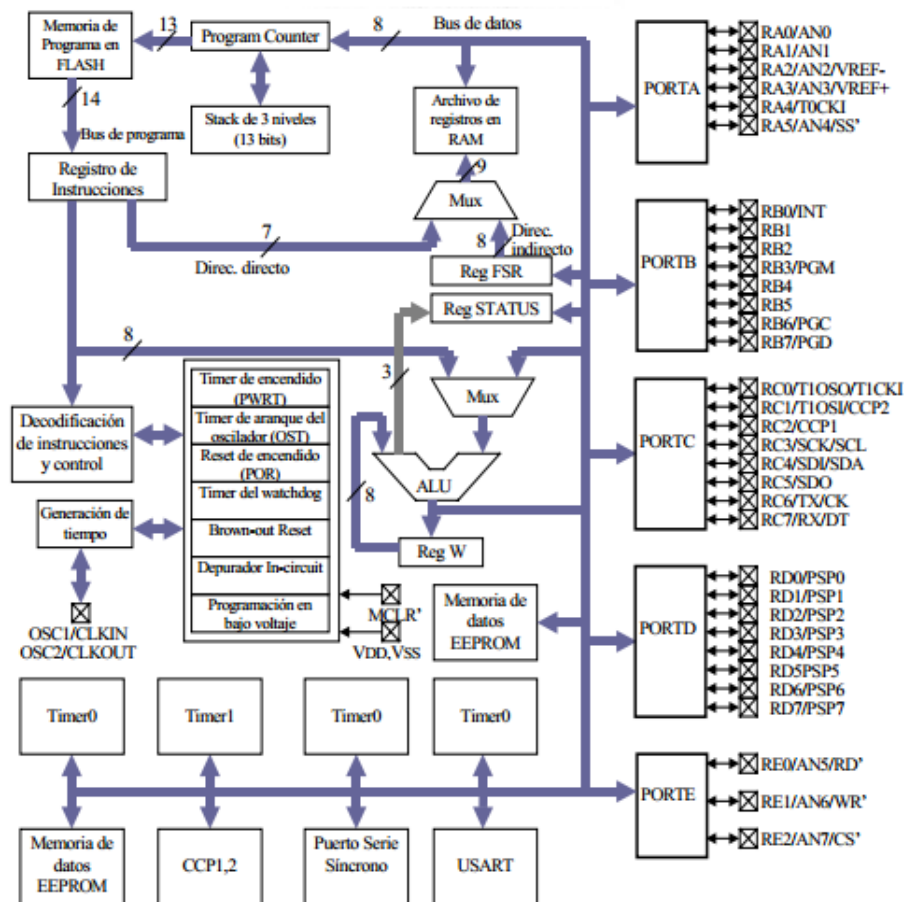


Figura 17. Diagrama de bloques PIC16F877A (“134831209-Electronica-Practica-MicroControladores.pdf,” n.d.)

En la figura 17, se observa la representación gráfica del funcionamiento interno del microcontrolador PIC16F877A, que se hace mediante bloques y sus relaciones, además se define la organización de todo el proceso interno, sus entradas y sus salidas (Reyes, n.d.).

En el siguiente cuadro se detalla en forma general las características que definen al microcontrolador:

Periférico	PIC16F873 PIC16F876	PIC16F874 PIC16F877	Características
3 a 5 Puertos paralelos	PortA,B,C	PortA, B,C,D,E	con líneas digitales programables individualmente
3 Timers	Timer0	Timer0	Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador de 8 bits
	Timer1	Timer1	Contador/Temporizador de 16 bits con pre-escalador
	Timer2	Timer2	Contador/Temporizador de 8 bits con pre-escalador y post-escalador de 8 bits y registro de periodo
2 módulos CCP	Captura	Captura	16 bits, 1.5 nseg de resolución máxima
	Comparación	Comparación	16 bits, 200 nseg de resolución máxima
	PWM	PWM	10 bits
1 Convertidor A/D	AN0,...,AN4	AN0,...,AN7	de 10 bits, hasta 8 canales
Puertos Serie	SSP	SSP	Puerto Serie Sincrono
	USART/SCI	USART/SCI	Puerto Serie Universal
	ICSP	ICSP	Puerto serie para programación y depuración "in circuit"
Puerto Paralelo Esclavo	PSP	PSP	Puerto de 8 bits con líneas de protocolo

Tabla 2. Características PIC16F877A (Reyes, n.d.)

2.13.3 Adaptador de niveles MAX232 (Reyes, n.d.)

El MAX232 es un circuito integrado utilizado para adaptar los niveles requeridos en una conexión donde interviene un dispositivo que maneja niveles de tensión TTL (microcontrolador) y otro capaz de trabajar bajo los parámetros de la norma EIA/TIA-232E y las V.28/V.24.

Expresado en lenguaje de tensiones, los niveles TTL operan entre los 0 y 5Volts y la otra norma, conocida en el mundo técnico como RS-232, utiliza tensiones que van desde los -12Volts a los +12Volts.

Este circuito integrado (el MAX232) está especialmente diseñado para trabajar en equipos que utilicen bajos niveles de tensión (5Volts) y requiere de muy pocos componentes externos para lograr un funcionamiento óptimo.

El MAX232 dispone internamente de 4 conversores de niveles TTL al estándar RS232 y viceversa, para comunicación serie como los usados en los ordenadores, el COM1 y el COM2.

El circuito integrado lleva internamente 2 conversores de nivel de TTL a RS232 y otros 2 de RS232 a TTL con lo que en total podremos manejar 4 señales del puerto serie del PC, por lo general las más usadas son; TXD, RXD, RTS, CTS.

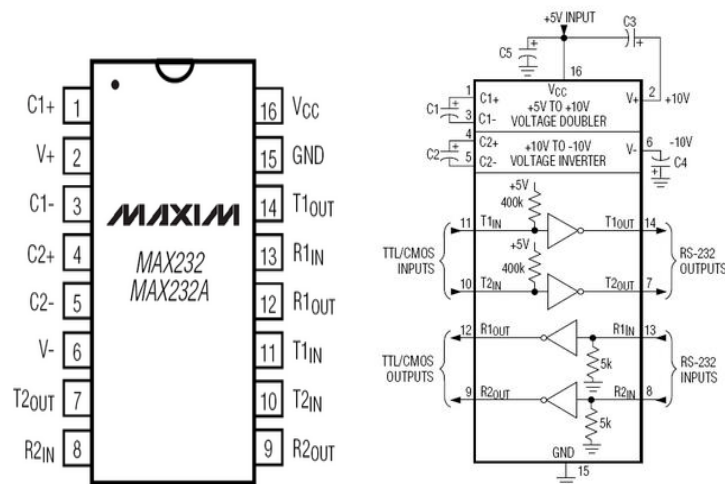


Figura 18. Conexión Interna del MAX232 (“Fundamentos de Control con Matlab.pdf,” n.d.)(Cpe, n.d.)

En el MAX232 todos los condensadores deben ser de 1 microfaradio para llegar hasta 120 Kbps o de 100 nF para llegar hasta 64 Kbps.

2.13.4 Interfaz TTL-RS232 (Cpe, n.d.)

Para convertir TTL a RS232 se pueden usar circuitos típicos de transistores y diodos discretos o los circuitos integrados MC1488 y MC1489, sin embargo, existe un circuito integrado muy popular que permite esta conversión.

El MAX232 es un conversor de nivel TTL/RS232, sólo es necesario este circuito integrado y 4 condensadores. La interfaz mínima con el MAX232 entre un dispositivo con salida serie TTL o CMOS y el conector RS232 se muestra en la figura 19.

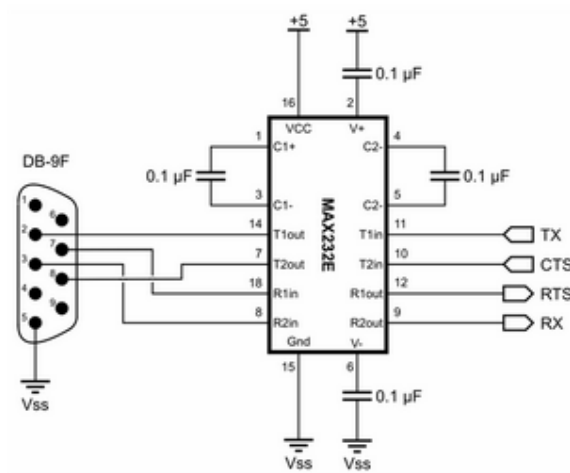


Figura 19. Conexión MAX232 (“RS232-schematic-276x300,” n.d.)

Conexión mínima RS232/TTL con un MAX232, con los condensadores de 100nF se puede llegar hasta los 64Kbps, si se selecciona de 1uF se puede llegar hasta 120 Kbps.

2.13.5 Optoacoplador (SAVAT, 2000)

Son conocidos como optoaisladores o dispositivos de acoplamiento óptico, basan su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica.

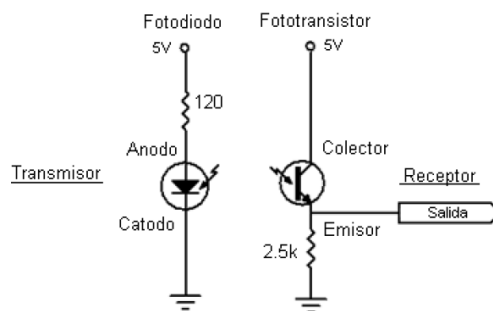


Figura 20. Diagrama circuital Optoacoplador (“optoacoplador,” n.d.)

La señal de entrada es aplicada al fotoemisor y la salida es tomada del fotoreceptor. Los optoacopladores son capaces de convertir una señal eléctrica en una señal luminosa modulada y volver a convertirla en una señal eléctrica. La gran ventaja de un optoacoplador reside en el aislamiento eléctrico que puede establecerse entre los circuitos de entrada y salida. Los fotoemisores que se emplean en los optoacopladores de potencia son diodos que emiten rayos infrarrojos (IRED) y los fotoreceptores pueden ser tiristores o transistores.

Cuando aparece una tensión sobre los terminales del diodo IRED, este emite un haz de rayos infrarrojo que transmite a través de una pequeña guía-ondas de plástico o cristal hacia el fotoreceptor. La energía luminosa que incide sobre el fotoreceptor hace que este genere una tensión eléctrica a su salida (SAVAT, 2000).

Si la tensión de entrada varía, la cantidad de luz también lo hará, lo que significa que la tensión de salida cambia de acuerdo con la tensión de entrada. De este modo el dispositivo puede acoplar una señal de entrada con el circuito de salida, aunque hay que tener en cuenta que las curvas tensión/luz del LED no son lineales, por lo que la señal puede distorsionarse.

La ventaja fundamental de un optoacoplador es el aislamiento eléctrico entre los circuitos de entrada y salida. Mediante el optoacoplador, el único contacto entre ambos circuitos es un haz de luz. Esto se traduce en una resistencia de aislamiento entre los dos circuitos del orden de miles de $M\Omega$. Estos aislamientos son útiles en aplicaciones de alta tensión en las que los potenciales de los dos circuitos pueden diferir en varios miles de voltios.

2.13.6 Motor de corriente continua (DC)

Los motores de CC son de los más comunes y económicos, y se encuentran en la mayoría de los juguetes a pilas, constituidos, por lo general, por dos imanes

permanentes fijados en la carcasa y una serie de bobinados de cobre ubicados en el eje del motor.

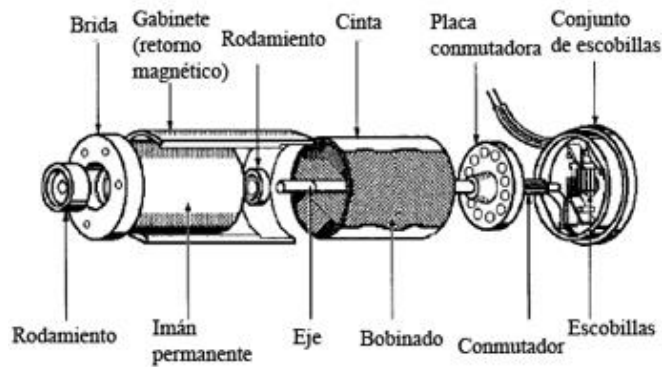


Figura 21. Vista interna Motor DC (“servo motor4,” n.d.)

El funcionamiento se basa en la interacción entre el campo magnético del imán permanente y el generado por las bobinas, ya sea una atracción o una repulsión hacen que el eje del motor comience su movimiento. Estos polos pueden ser invertidos fácilmente con sólo cambiar la polaridad de la bobina, por otro lado al núcleo de las bobinas las convierte en un electroimán, esto hace que el eje del motor gire produciendo un determinado torque.

El Torque es la fuerza de giro, se podría llamar también la potencia del motor, la cual depende de varios factores, como; la cantidad de corriente, el espesor del alambre de cobre, la cantidad de vueltas del bobinado, la tensión etc.

Para invertir el sentido de giro de un motor de corriente continua, basta con invertir la polaridad de la tensión aplicada en sus bornes, con lo cual varía el sentido de la corriente que circula por su bobinado.

2.13.6.1 Motor CF6003



Figura 22. Motor DC CF6003
Fuente: Investigador

Este tipo de motor posee una gran fuerza de giro, con 6N/M como fuerza máxima, el voltaje de trabajo es de 12VDC y la corriente de trabajo es de hasta 15 amperios. Este motor generalmente es adecuado para automatizar ventanas de vehículos pero también es útil para otro tipo de aplicaciones.

2.13.7 Integrado L293D

El integrado L293D incluye cuatro circuitos para manejar cargas de potencia media, en especial pequeños motores y cargas inductivas, con la capacidad de controlar corriente hasta 600 mA en cada circuito y una tensión entre 4,5 a 36 V (Now, Texas, Supply, Shutdown, & Inputs, 2004).

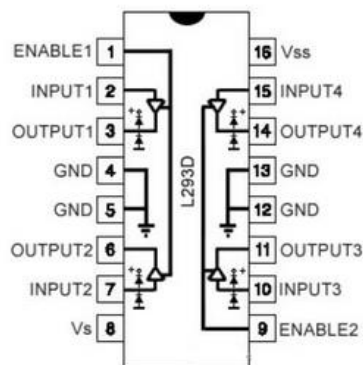


Figura 23. Integrado L293D (Now et al., 2004)

Se trata de un Driver para motores de 4 canales, que tiene las siguientes características:

Parámetros	Símbolo	Valor	Unidad
Alimentación	V_s	36	V
Alimentación Lógica	V_{ss}	36	V
Voltaje de Entrada	V_i	7	V
Voltaje Habilitación	V_{en}	7	V
Corriente Salida	I_o	1.2	A
Potencia Disipación	P_{TOT}	5	W
Temp Almacenaje y Unión.	T_{STG}, T_i	-40 a 150	°C

Tabla 3. Valores Máximos del LM293D (Now et al., 2004)

Los circuitos individuales se pueden usar de manera independiente para controlar cargas de todo tipo y, en el caso de ser motores, manejar un único sentido de giro.

2.13.8 Servomotor

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia (“134831209-Electronica-Practica-MicroControladores.pdf,” n.d.).



Figura 24. Servomotor (Series, n.d.)

La operación normal del servo motor es de 0 a 180°. El servomotor se caracteriza por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro del rango de operación. La posición del servo se realiza por la aplicación de pulsos de una determinada duración al terminal de control. Por cada pulso el servo girará un cierto ángulo (depende de las características del servo).

El Servo posee 3 alambres de conexión externa. Uno es para alimentación VCC (+5volts), conexión a tierra GND y el alambre blanco es el alambre de control, además tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor. El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados. Normalmente, en algunos llega a los 210 grados, pero varía según el fabricante.

2.13.9 Cámara Networking

Una cámara web o cámara de red es una pequeña cámara digital conectada a una computadora la cual puede capturar imágenes y transmitir las a través de la Intranet, ya sea a una página web u otras computadoras de forma privada.



Figura 25. Cámara IP
Fuente: Investigador

Las cámaras web necesitan una computadora para transmitir las imágenes. Sin embargo, existen otras cámaras autónomas que tan sólo necesitan un punto de acceso a la red informática, bien sea Ethernet o inalámbrico.

Por lo general la cámara web puede transmitir imágenes en vivo, pero también puede capturar imágenes o pequeños videos que pueden ser grabados y transmitidos por Internet. Este se clasifica como dispositivo de entrada, ya que por medio de él podemos transmitir imágenes hacia la computadora.

2.13.10 Módulo de Relé

El módulo de relé es una tarjeta electrónica que posee 8 canales de salida capaz de controlar varios aparatos y equipos que manejan corrientes altas, el modulo puede ser controlado directamente por el microcontrolador ya que posee una interfaz estándar, la corriente de entrada va desde los 15 a 20mA.



Figura 26. Módulo de relés
Fuente: Investigador

El módulo soporta voltajes y corrientes altas como las siguientes: AC250V/10A DC30V/10A, posee LED indicador de estado en cada una de las salidas del relé.

Este tipo de módulo de relé nos ayuda a la separación de partes funcionales de un circuito eléctrico para prevenir el traspaso de portadores de carga. Este tipo de aislamiento se usa cuando se desea que se transmitan señales entre las distintas partes funcionales, pero las masas tienen que mantenerse separadas. Este aislamiento entre las masas o tierra se hace por motivos de seguridad.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DEL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL, QUE CONTROLA UN SISTEMA DE CAIDA LIBRE PARA EL CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD.

3.1 Introducción

En el presente capítulo se describe el proceso de desarrollo del módulo electrónico, considerando los dos aspectos bien diferenciados, por un lado la parte de hardware que consiste en realizar el diseño y puesta en marcha del módulo, por otro lado la parte de software que consistirá en desarrollar el programa de control necesario para la plataforma hardware, además se ha dotado al sistema de una webcam para darle la funcionalidad remota y que la plataforma pueda ser utilizada desde el exterior del laboratorio.

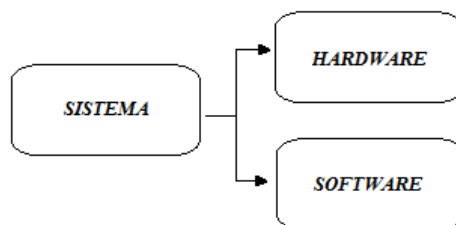


Figura 27. Aspectos del sistema
Fuente: Investigador

3.1.1 Hardware

Cuando se hace referencia al hardware se habla de todas las partes tangibles del sistema y sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos, mecánicos, cables, estructuras, conectores, gabinetes, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado en el sistema, al resumir este aspecto se puede afirmar que el sistema está compuesto por los siguientes elementos:

- Computador
- Router
- Módulo electrónico
- Cámara web
- Estructura caída libre

3.1.2 Software

El software del sistema se entiende al equipamiento lógico o soporte lógico del sistema, tanto para el microcontrolador como para el computador, los cuales comprenden el conjunto de los componentes lógicos necesarios que hacen posible la realización de tareas específicas.

El programa de control almacenado en el microcontrolador permite ejecutar las siguientes tareas:

- Convierte señales analógicas a digitales
- Transmite datos al computador
- Recibir datos del computador
- Actuar en base a la información recibida

El software almacenado en el computador está desarrollado en base a LabVIEW, mediante esta herramienta se logra realizar las siguientes tareas:

- Permite la interfaz gráfica con el usuario
- Transmite datos al módulo, de acuerdo a los requerimientos del usuario

La interacción entre el hardware y el software hacen operativo el modulo electrónico, es decir, el software envía instrucciones al hardware quien actúa en tiempo real para hacer posible su funcionamiento.

En la figura 28, se describe el diagrama general del sistema.

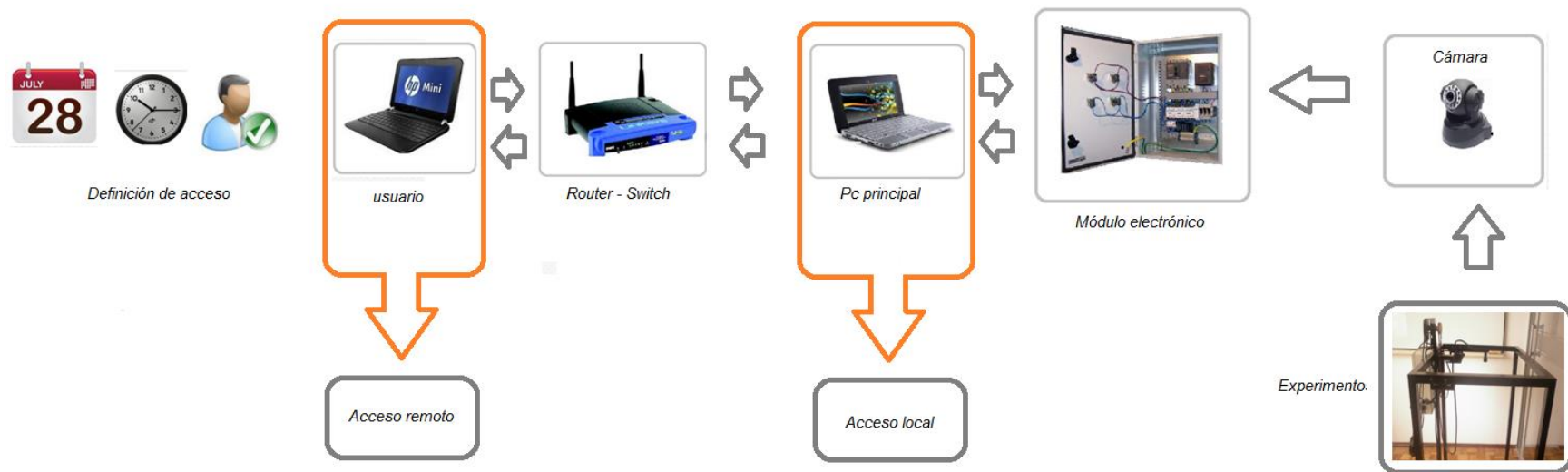


Figura 28. Esquema general del sistema
Fuente: Investigador

La figura 29 representa el flujograma del sistema desde cuando inicia la sesión remota, hasta la ejecución del experimento.

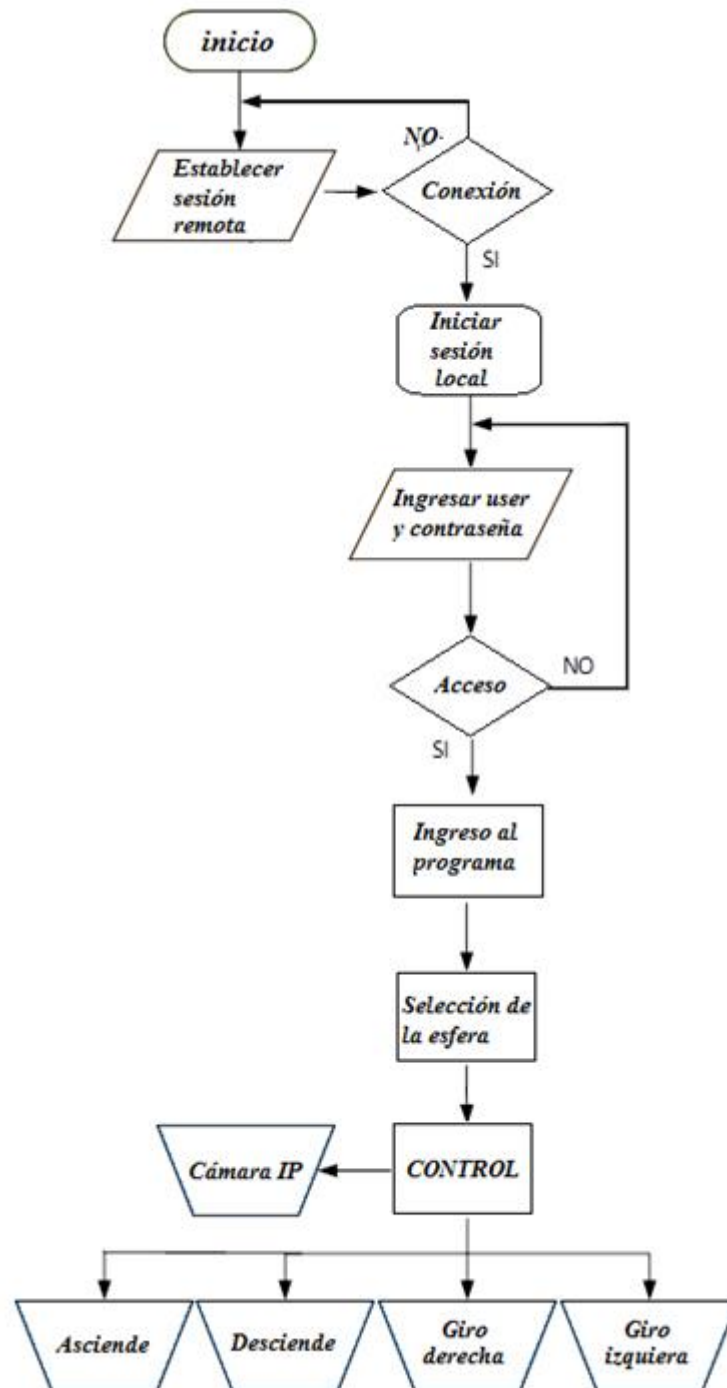


Figura 29. Diagrama de flujo
Fuente: Investigador

3.2 Diseño del módulo electrónico

El primer paso para el diseño del módulo electrónico es segmentar la idea general del sistema para luego definir las especificaciones que debe cumplir cada una de las partes y se las diseña por separado.

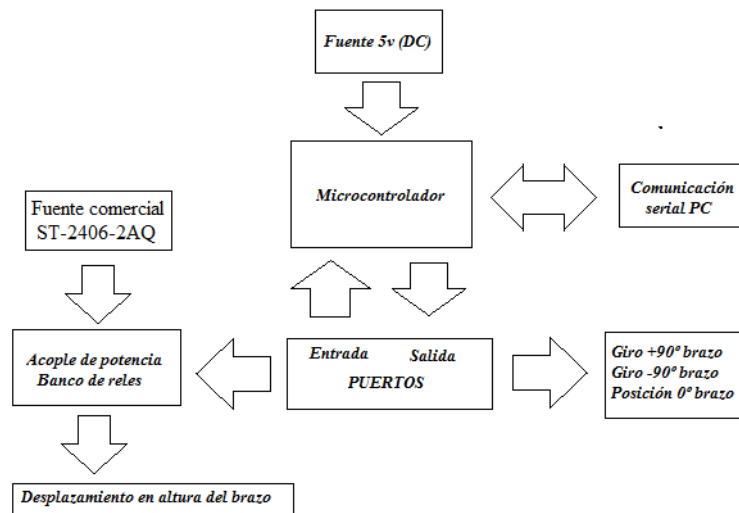


Figura 30. Diagrama general del módulo electrónico
Fuente: Investigador

3.2.1 Diseño de fuente de voltaje para el PIC

El esquema del módulo electrónico comienza con el diseño de la fuente de voltaje, tanto para el circuito de control como para el circuito de carga, para esta etapa se consideran elementos como los reguladores de voltaje, diodo, capacitores, resistencias, entre otros, estos elementos no requieren un estudio detallado por lo que se describe solo el regulador de voltaje.



Figura 31. Diagrama de bloques fuente alimentación
Fuente: Investigador

Hay varios voltajes que se obtienen del CI de la serie L78XX: 5; 5,2; 6; 8; 8,5; 9; 12; 15; 18; 24 (VDC), esto se puede observar en la tabla 4.

El mínimo voltaje en la entrada del CI debe estar por encima de la salida regulada; para asegurar esta condición, es necesario filtrar la salida del rectificador, el capacitor CF realiza este filtrado, los voltajes de entrada mínimos y máximos.

REGULADORES DE VOLTAJE				
TENSIÓN DE SALIDA	U1	C3	C4	TR -1
5 V	LM7805	100uF - 16V	1000uF - 16V	220V a 9V
6 V	LM7806	100uF - 16V	1000uF - 16V	220V a 9V
8 V	LM7808	100uF - 16V	1000uF - 25V	220V a 12V
9 V	LM7809	100uF - 16V	1000uF - 25V	220V a 12V
12 V	LM7812	100uF - 25V	1000uF - 35V	220V a 15V
15 V	LM7815	100uF - 25V	1000uF - 35V	220V a 18V
24 V	LM7824	100uF - 35V	1000uF - 40V	220V a 24V

Tabla 4. Reguladores de Voltaje
Fuente: Investigador

En la figura 32, se muestra el circuito típico de aplicación y la distribución de pines del regulador L78XX, tomados de la hoja de especificaciones dadas por el fabricante:

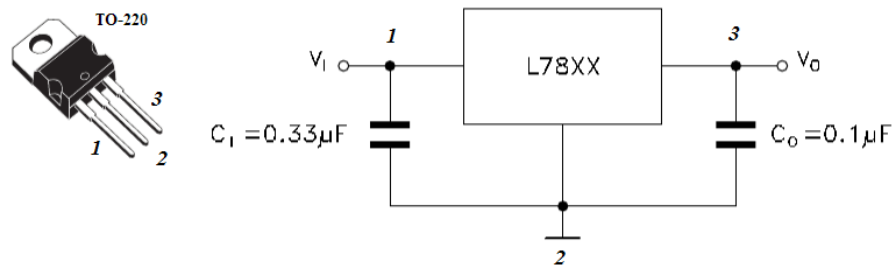


Figura 32. Distribución de pines L78XX
Fuente: Investigador

De lo expuesto anteriormente, se procede a realizar el diseño de la sección de suministro de energía para el circuito de control, considerando que se tendrá voltajes de polarización de +5 y +12 V (DC).

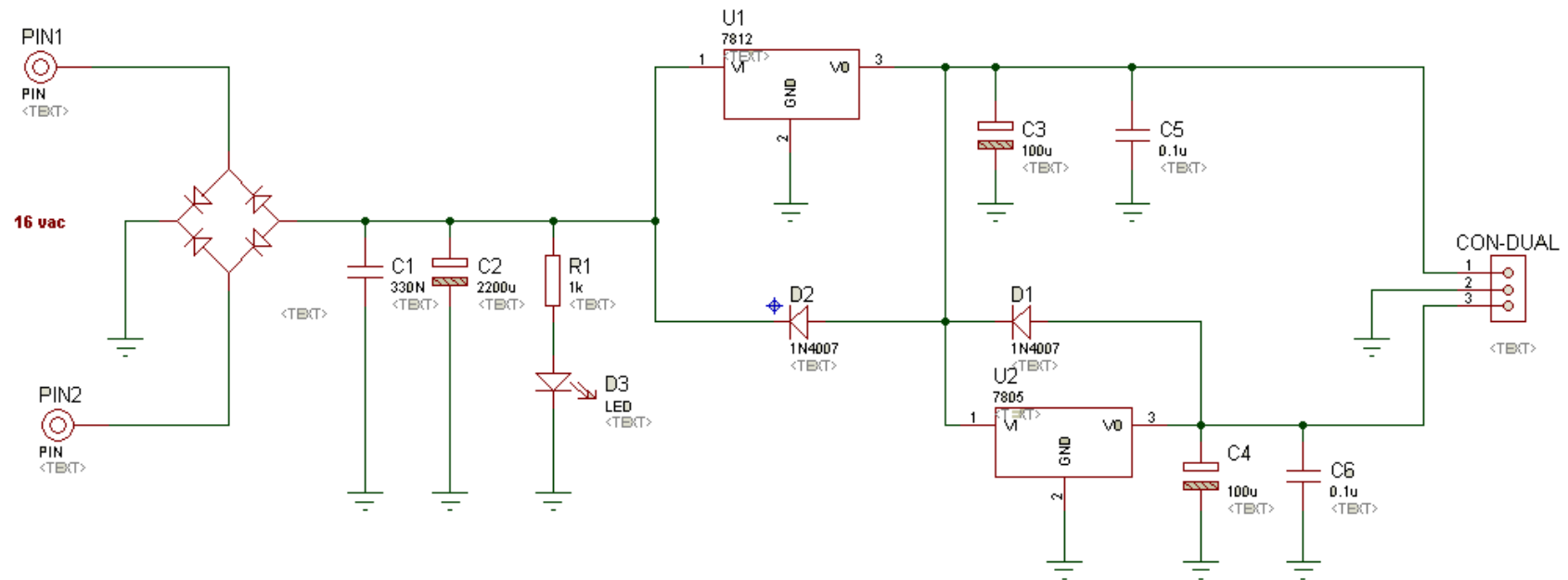


Figura 33. Diagrama circuital de la fuente de voltaje
Fuente: Investigador

Mediante software PCB wizard se realiza el diseño del circuito de la fuente de voltaje y se genera la placa de circuito impreso con el trazado automático de las pistas.

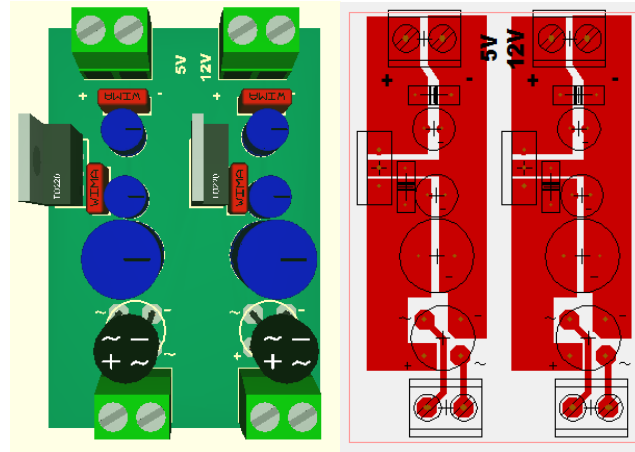


Figura 34. Diseño PCB para la fuente de voltaje
Fuente: Investigador

3.2.2 Diseño del brazo magnético

3.2.2.1 Control de giro para el brazo magnético

La figura 35 representa la estructura metálica sobre el cual está instalado el brazo magnético, a los lados del brazo se encuentran dos esferas metálicas de diferente masa, estas son alcanzadas a través del electroimán que se encuentra en el extremo del brazo.

Para alcanzar las diferentes masas metálicas el brazo magnético debe girar un ángulo de 0° y 180° desde su posición inicial de 90° .

El movimiento de giro del brazo magnético se logra gracias a un servomotor, el programa que gobierna el movimiento automático del servomotor se encuentra alojado en la memoria ROM del microcontrolador.

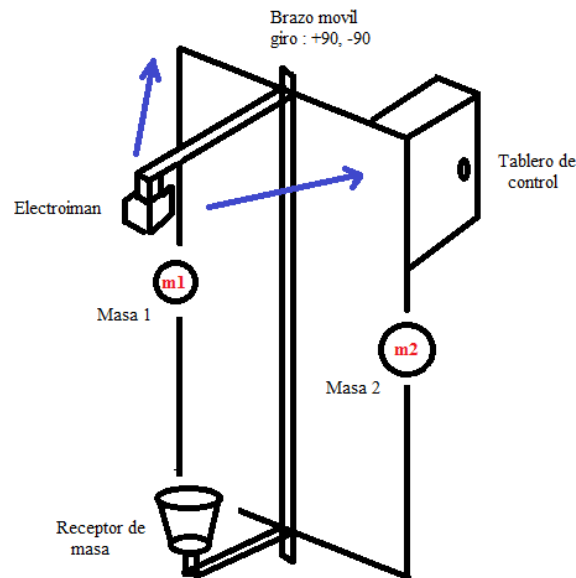


Figura 35. Giro del brazo
Fuente: Investigador

El cable de control se usa para comunicar el dato (pulso), el ángulo está determinado por la duración de un pulso que se aplica al alambre de control, a esto se le llama PCM Modulación codificada de Pulsos, el servo espera ver un pulso cada 20 milisegundos, la longitud del pulso determinará los giros de motor.

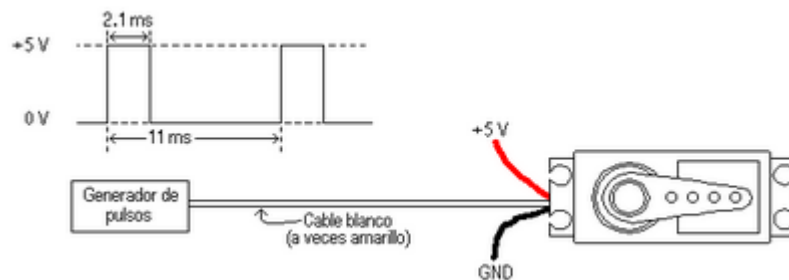


Figura 36. Conexión del servomotor
Fuente: Investigador

Un pulso de 1.5 ms, por ejemplo, hará que el motor se torne a la posición de 90 grados (llamado la posición neutra), si el pulso es menor de 1.5 ms, entonces el motor se acercará a los 0 grados, si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se acercará a los 180 grados.

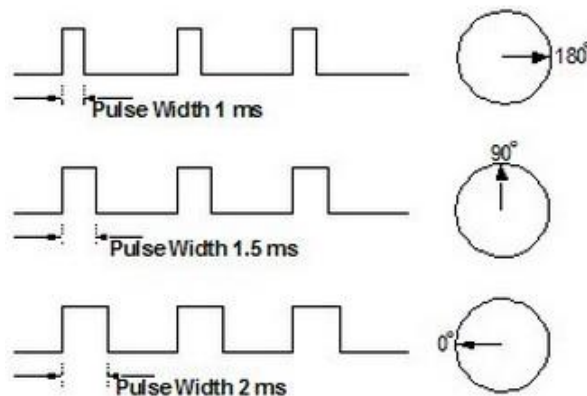


Figura 37. Angulo de giro del servomotor
Fuente: Investigador

Para los servomotores marca HITEC: 0.50 ms = 0 grados, 1.50 ms = 90 grados y 2.5 ms = 180 grados. La duración del pulso indica o dictamina el ángulo del eje, nótese que las ilustraciones y los tiempos reales dependen del fabricante de motor pero el principio, sin embargo, es el mismo. A continuación se detalla las líneas de programación que controla los movimientos del servomotor.

```

'*****
'*  Name   : Control de giro servomotor. BAS
'*  Author : [Santiago Alvaro]
'*  Notice : Copyright (c) 2013 [select VIEW...EDITOR OPTIONS]
'*          : All Rights Reserved
'*****

```

```

R var byte           ; variable R de tamaño de 255
servo var portb.0    ; Cambio de nombre al bits b.0 por servo
led var portb.1      ; Cambio de nombre al bit b.1 por led

```

```

'**** Sentencia para la posición del servo a 0° ****

```

```

inicio:              ;etiqueta de salto
    high led          ;envía 1L por el bit b.1 del microcontrolador
    for r=1 to 100    ; lazo for desde 1 hasta 100
    high servo        ;Saca 1L por el bit b.0
    pauseus 500        ;Pausa de 500 microsegundos
    low servo          ;Saca 0L por el bit b.0
    pauseus 20000      ;pausa 20 milisegundos
    next              ;Continúe el lazo for hasta 100

```

```

low led                                ;envía 0L por el bit b.1
pause 3000                             ;pausa de 3 segundos

'**** Sentencia para la posición del servo a 90° ****

high led                               ;envía 1L por el bit b.1 del microcontrolador
for r=1 to 100                         ; lazo for desde 1 hasta 100
high servo                             ;Saca 1L por el bit b.0
pauseus 1500                           ;Pausa de 500 microsegundos
low servo                              ;Saca 0L por el bit b.0
pauseus 20000                          ;pausa 20 milisegundos
next                                   ;Continúe el lazo for hasta 100
low led                                ;envía 0L por el bit b.1
pause 3000                             ;pausa de 3 segundos

**** Sentencia para la posición del servo a 180° ****

high led                               ;envía 1L por el bit b.1 del microcontrolador
for r=1 to 100                         ; lazo for desde 1 hasta 100
high servo                             ;Saca 1L por el bit b.0
pauseus 2500                           ;Pausa de 500 microsegundos
low servo                              ;Saca 0L por el bit b.0
pauseus 20000                          ;pausa 20 milisegundos
next                                   ;Continúe el lazo for hasta 100
low led                                ;envía 0L por el bit b.1
pause 3000                             ;pausa de 3 segundos
goto inicio                            ;Salta a la etiqueta inicio

```

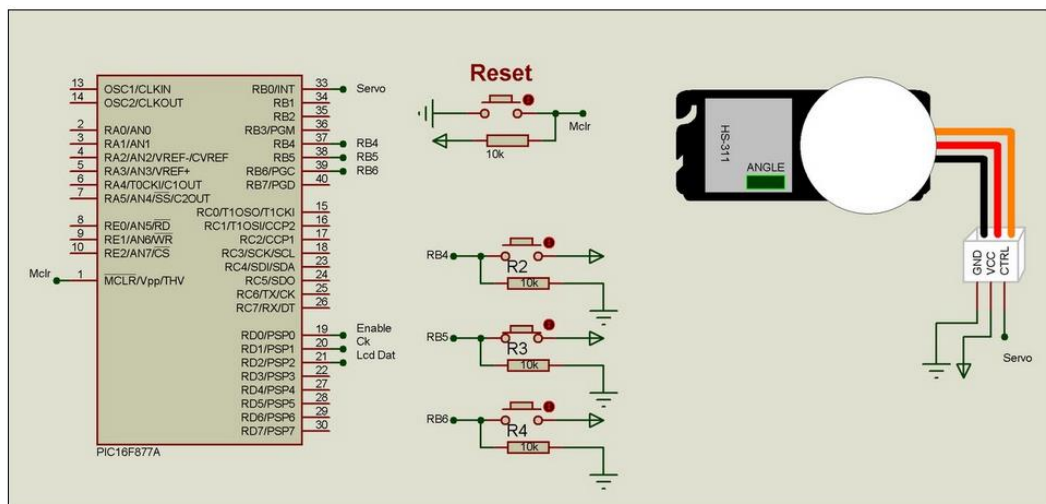


Figura 38. Circuito lógico control servomotor
Fuente: Investigador

3.2.2.2 Activación del electroimán

El circuito de activación del electroimán está compuesto por el microcontrolador y el módulo de relés. El PIC es la fuente generadora de la señal para activar y desactivar el electroimán que atrae a la esfera metálica.

Las salidas del PIC están optoacopladas para proteger al microcontrolador además existen unos led's indicadores que anuncian la activación de las salidas. El circuito del electroimán debe conectarse a las salidas de potencias del módulo de relés, las mismas que poseen borneras para la fácil instalación.

En la figura 39 se observa el diagrama circuital para la activación del electroimán.

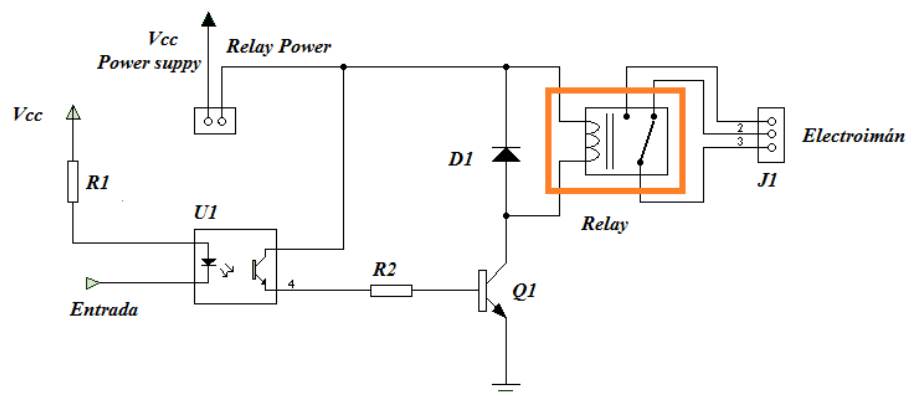


Figura 39. Diagrama circuital para activación del electroimán
Fuente: Investigador

3.2.2.3 Control de desplazamiento brazo magnético

Para lograr el desplazamiento hacia arriba y abajo del brazo magnético, se utiliza un motor de 12VDC dotado de una polea, el desplazamiento vertical se realiza para recoger la esfera luego de cada experimento y colocarlo nuevamente en su posición inicial.

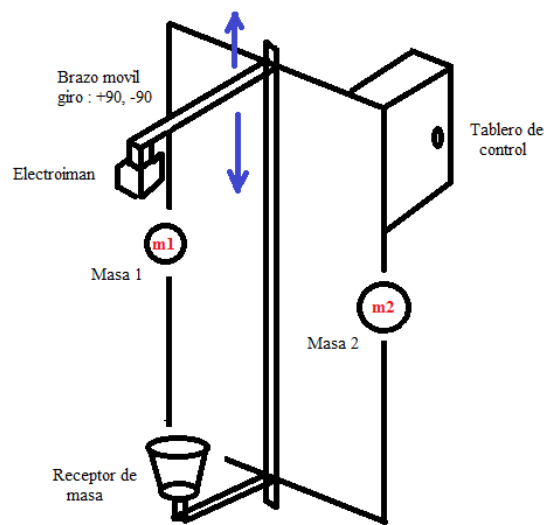


Figura 40. Desplazamiento brazo móvil
Fuente: Investigador

La activación del motor DC también se lo realiza con la ayuda del módulo de relés, ya que este motor necesita un voltaje de 12V con al menos 2A los cuales se logra con la fuente comercial que se detalló en el capítulo anterior.

Para que el motor realice el giro, el relé debe estar normalmente cerrado, esto se logra a través del microprocesador con la activación en alto de una de sus salidas, el circuito de control para activar el giro del motor se logra observar en la figura 41.

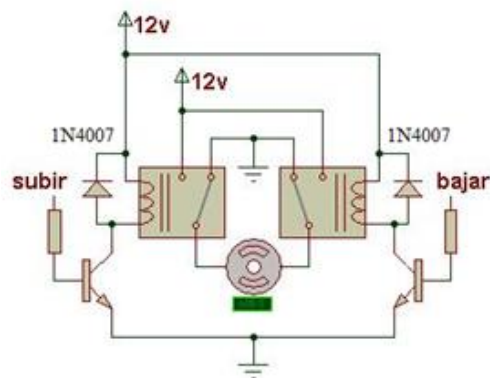


Figura 41. Circuito de control de giro
Fuente: Investigador

Para el circuito de la figura 41 se puede conectar cualquier relé que funcione entre 5 y 24v, siempre y cuando le suministre esa tensión. El negativo de este circuito está unido al negativo de la tarjeta microcontrolador.

En los contactos de los relés se aplica 12v, ya que el motor que disponemos trabaja a esa tensión, pero podemos poner cualquier tipo de motor, incluso motores de 220V. El negativo que se aplica a los contactos se lo representa con el símbolo de masa, aunque no tiene por qué ir de esa manera, es más, si se trabaja con motores de 220v deberemos de evitar que tenga contacto con la parte de continua. La fuente de alimentación para el motor DC que controla el desplazamiento vertical del brazo, es un tanto especial ya que se debe suministrar alta corriente y voltaje, por ello se utilizó una fuente comercial ST-2406-2AQ.

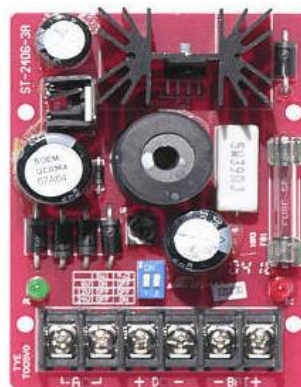


Figura 42. Fuente de poder ST-2406-2AQ
Fuente: Investigador

La fuente de la figura 42, rectifica una entrada de corriente alterna a continua con salida auxiliar programable de 6, 12 ,24 V regulados de 2.5 A. de corriente continua, soporta picos de hasta 3 A de consumo en la salida auxiliar, además posee protección térmica ante corto circuitos, circuito cargador de batería protegido mediante fusible, LEDS indicadores de entrada de corriente alterna y salida de corriente continua.

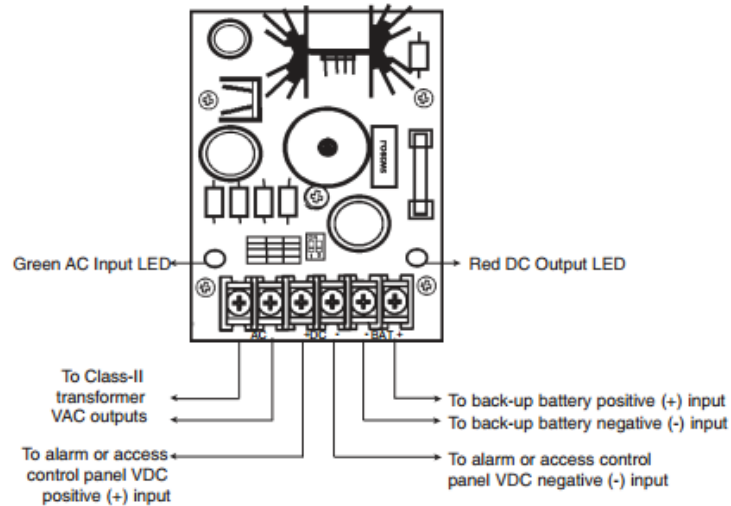


Figura 43. Distribución de pines ST-2406-2AQ
Fuente: Investigador

3.2.3 Diseño de la comunicación serial

Este circuito es muy utilizado en el ámbito de microcontroladores, básicamente permite hacer de adaptador de niveles entre una señal TTL (0 a 5v) y una señal RS232 (15v a -15v).

Se basa en el integrado MAX232, que está diseñado específicamente para eso, necesita únicamente cuatro capacitores externos para elevar la señal (se alimenta a 5V y genera señales de 12V). Hay varios clones del max232 (por ejemplo el HIN232) que tienen la misma funcionalidad pero son muchos más baratos. Es posible intercambiarlos sin ningún problema.

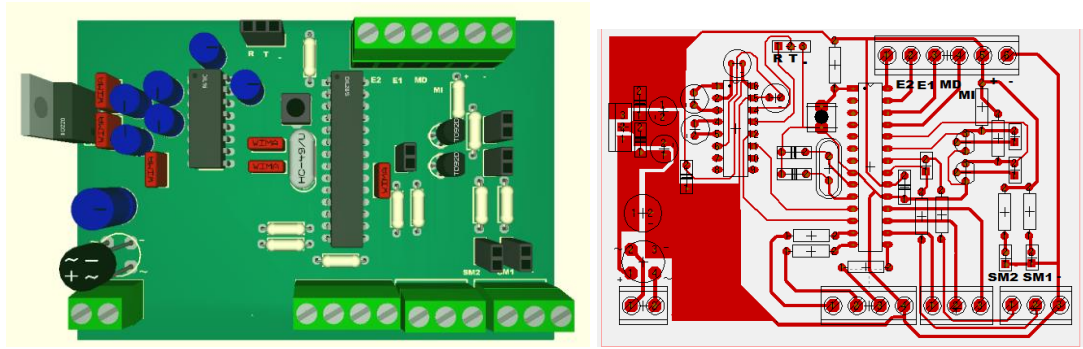


Figura 45. Circuito de control
Fuente: Investigador

Mediante el software PCB wizard se realiza el diseño del circuito de control además se genera la placa de circuito impreso con el trazado automático de la pista.

3.2.5 Diseño del programa de control en LabVIEW

El programa desarrollado para este apartado se muestra en su totalidad en el Anexo 8 de manera secuencial ya que el programa trabaja en base a diagramas de bloque y a continuación se detalla los puntos más importantes que dan funcionalidad al controlador principal y por ende al sistema.

3.2.5.1 Lectura del puerto serial

En este punto se realiza la comunicación del microcontrolador desde el puerto serial del computador (COM) utilizando los drives de NI VISA para LabVIEW.

El primer paso a ejecutar es la configuración y conexión de los pines de transmisión, recepción y referencia en el conector serial que acoplará el puerto COM del PC con el puerto COM del microcontrolador.

Para acceder al puerto serial de LabVIEW, el primer paso que se debe realizar es iniciar la sesión VISA como se muestra en la figura 46, para posteriormente configurar el puerto serial, detallado en la figura 47.

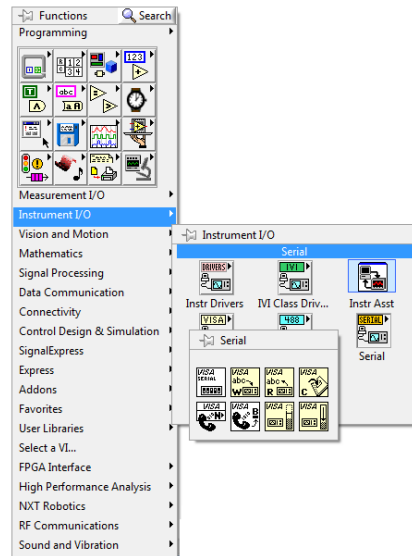


Figura 46. Papeleta de funciones visa
Fuente: Investigador

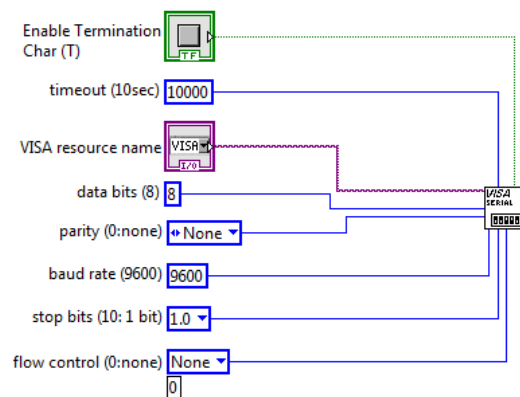


Figura 47. Configuración puerto serial
Print screen realizado por Santiago Álvaro

Para habilitar la opción de lectura se inicia la sesión VISA, posteriormente se configura VISA Read, como se detalla en la figura 48.

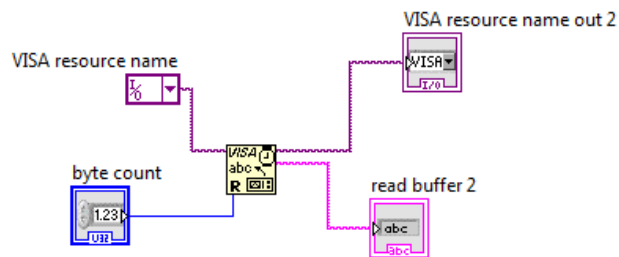
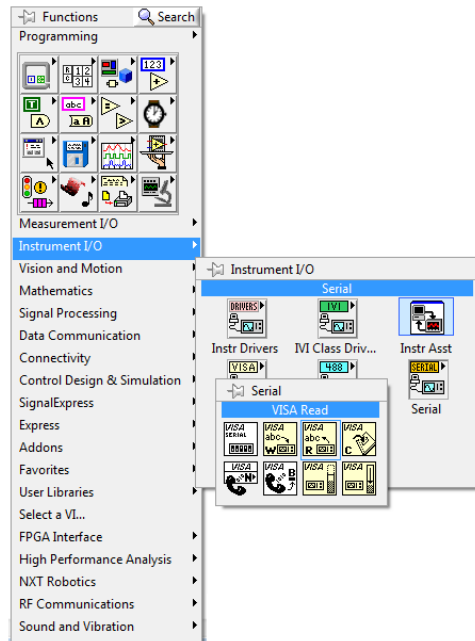


Figura 48. Visa Read
Fuente: Investigador

En VISA read el pin de “byte count” recibe el tamaño de buffer que se escribió en el puerto. Para distinguirlo, se coloca un Property Node, como se detalla en la figura 49. Su pin de referencia se conecta a la sesión VISA creada y luego, en property node se da un click para seleccionar Serial Settings, Number of bytes at serial port.

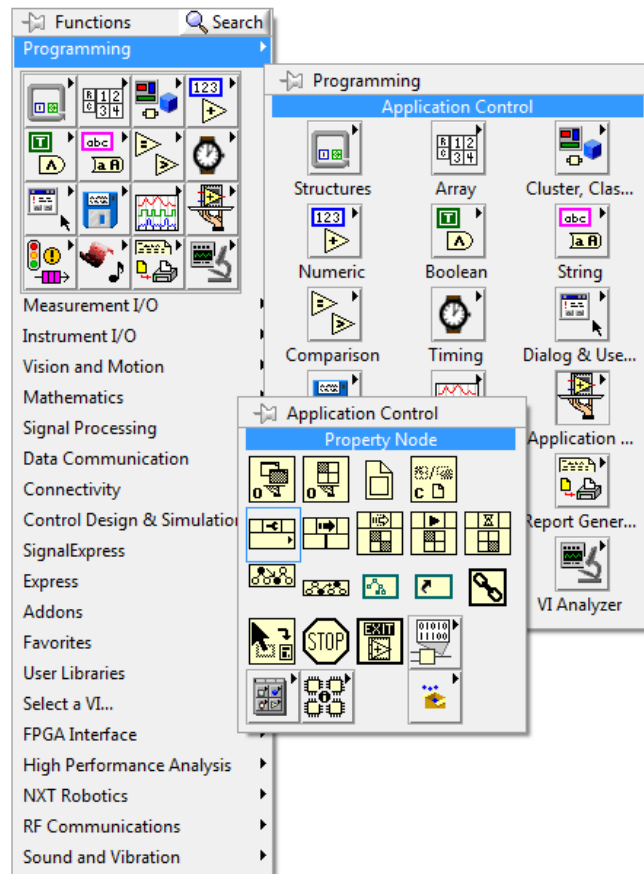


Figura 49. Configuración del Property Node
Fuente: Investigador

Para finalizar se debe cerrar la sesión VISA para liberar el puerto y poder ejecutar otras funciones. Esto se logra con “VISA close” como se puede observar en la figura 50, además es recomendable colocar un controlador de errores.

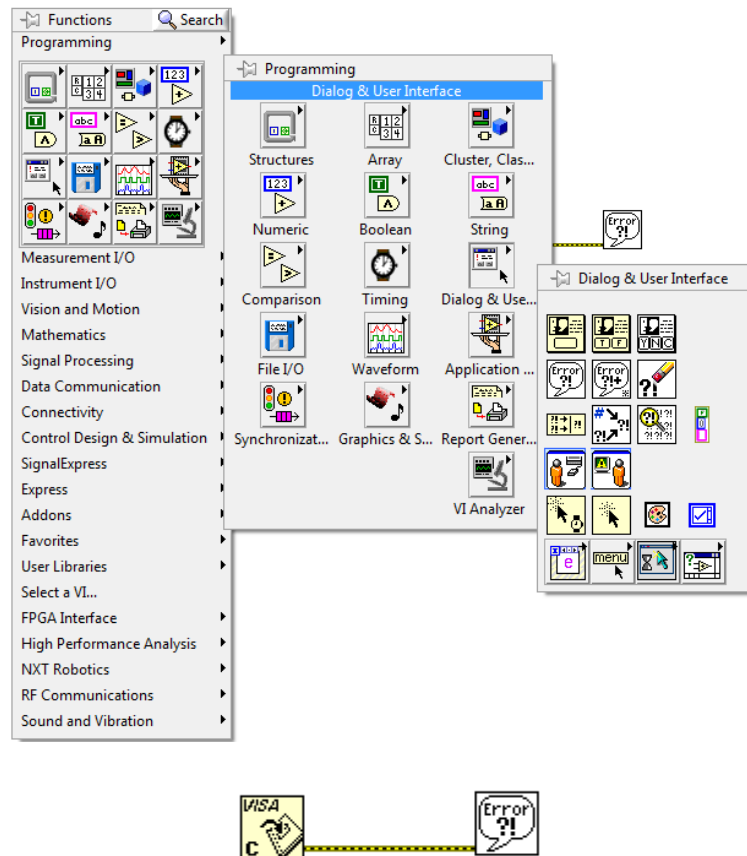


Figura 50. Simple error Handler
Fuente: Investigador

En la figura 51 se muestra el diagrama de bloques para habilitar el puerto serial con sesión VISA.

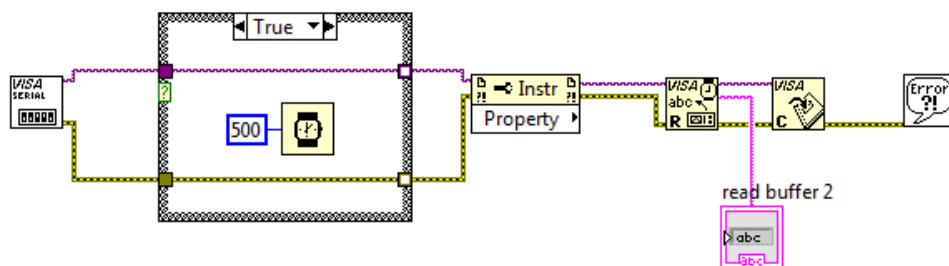


Figura 51. Puerto serial con sesión VISA para lectura
Fuente: Investigador

3.2.5.2 Escritura en el puerto serial

Es importante sincronizar las tareas de escritura y lectura, de tal modo que el microcontrolador o la computadora queden listos para RECIBIR o ENVIAR datos al puerto serial. Para que se pueda recibir o enviar datos continuamente se debe programar un Loop que no permita que el programa avance hasta que no se reciba algún texto, es decir para este propósito es importante ejecutar una estructura “Sequence Structure” la misma que se ejecuta en forma secuencial utilizada en la transmisión y recepción serie.

Para escribir en el puerto serial en LabVIEW, primero se inicia la sesión VISA, posteriormente se ejecuta VISA Write y se realiza la conexión de los pines como se muestra en la figura 52.

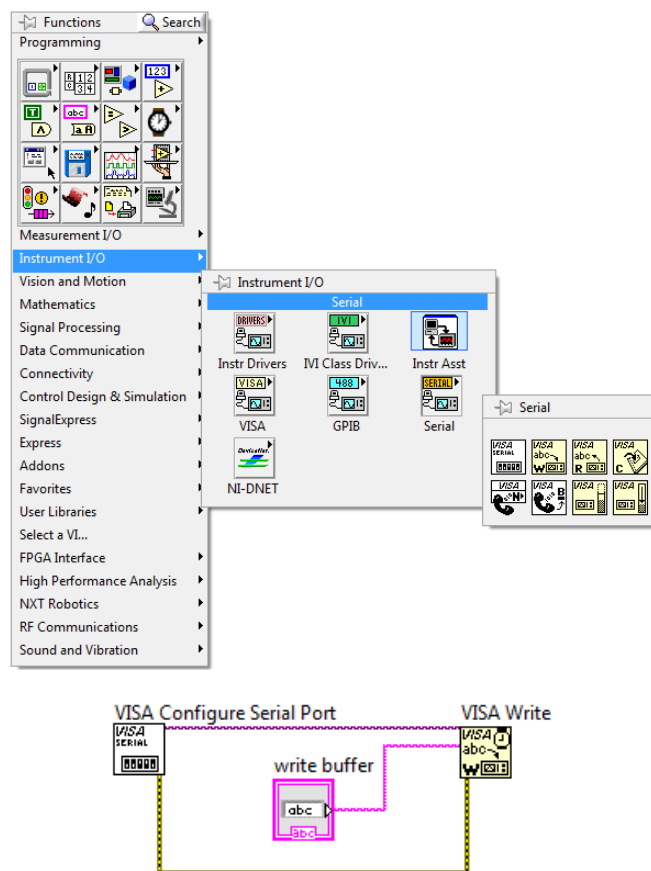


Figura 52. VISA escritura
Fuente: Investigador

Y como último paso se cierra la sesión VISA con un “VISA close” y un “Simple Error Handler”. El Instrumento virtual (VI) de escritura del puerto serial queda como se aprecia en la figura 53.

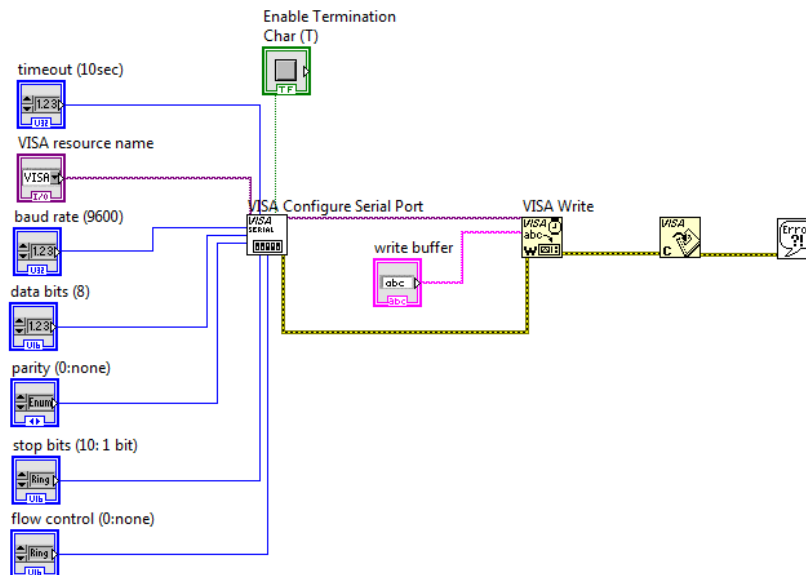


Figura 53. Puerto serial con una sesión VISA
Fuente: Investigador

3.2.5.3 Adquisición de video a través de LabVIEW

Para poder capturar el video con LabVIEW es necesario contar con un controlador llamado IMAQdx, a través de este controlador se logra la comunicación con cualquier cámara web.

Con respecto al monitoreo basado en video en tiempo real se utilizó los bloques correspondientes a comunicación de red LAN a través de exploradores WEB, el proceso se realiza al configurar los bloques de control para poder acceder a través de una ventana de exploración WEB a la red LAN y de esa forma acceder a la cámara IP la cual se encuentra conectada con cable de red y conector RJ45 a la red interna del controlador principal es decir a la PC.

Es importante indicar que se utilizó este tipo de algoritmo para no desperdiciar las funciones propias del software de la cámara IP. Los patrones de configuración de esta herramienta se listan a continuación y en orden secuencial con referencia al bloque gráfico mostrado.

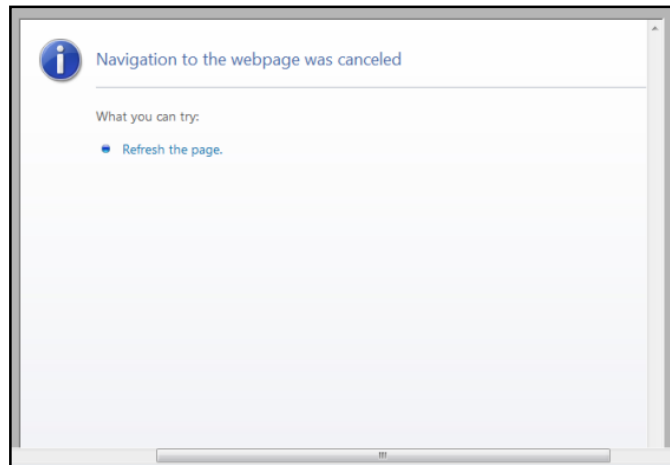


Figura 54. Ventana de exploración WEB en LabVIEW
Fuente: Investigador

La figura 55 muestra el instrumento virtual utilizado para declarar el bloque de comunicación IWebBrowser2 y apertura de puerto I/O de la cámara IP.

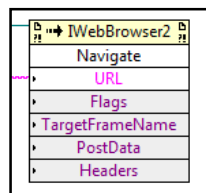


Figura 55. Declaración WebBrowser2 y apertura de puerto de cámara IP
Fuente: Investigador

En la figura 56 se aprecia la configuración para la lectura continua de la dirección de red LAN. Es decir el "Estructure case" en gris que cubre al bloque Web.

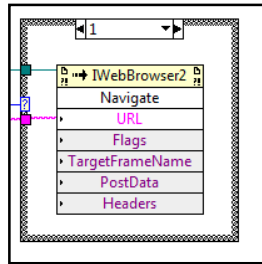


Figura 56. Configuración del bloque Web
Fuente: Investigador

La dirección de red de la cámara IP se define dentro de otro bloque de IWebBrowser2 con parámetro Location URL para transformarla a formato booleano y así sea entendida por el lazo continuo de lectura.

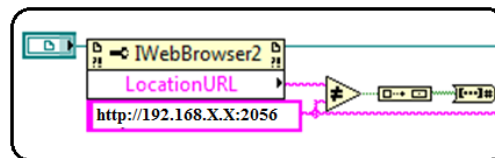


Figura 57. Bloque de IWebBrowser2 para Cámara IP
Fuente: Investigador

De esta manera se logra establecer comunicación continua con las funciones de la cámara IP a través de LabVIEW. Cabe indicar que la red LAN está conformada por el servidor, cliente, router Switch y la cámara IP, la dirección del servidor es 192.168.0.0/24, del cliente 192.168.0.14/24, router – Switch con IP 192.168.1.1/24 y la IP de la cámara 192.168.0.60/24 a través del puerto 2058.

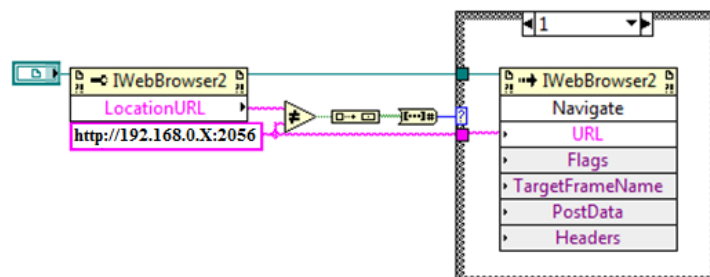


Figura 58. Bloque de comunicación entre la PC y Cámara IP
Fuente: Investigador

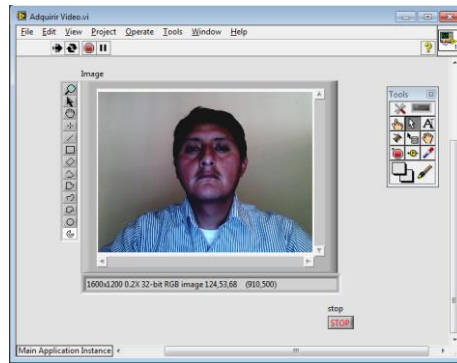


Figura 59. Captura de video a través de la WEB LabVIEW
Fuente: Investigador

3.2.6 Diseño del programa de control para el microcontrolador

Para el desarrollo del programa que controla el PIC se utiliza MicroCode Studio, esta es una interface en el cual se escribe el código del programa, corrige errores de sintaxis, ordena visualmente las subrutinas.

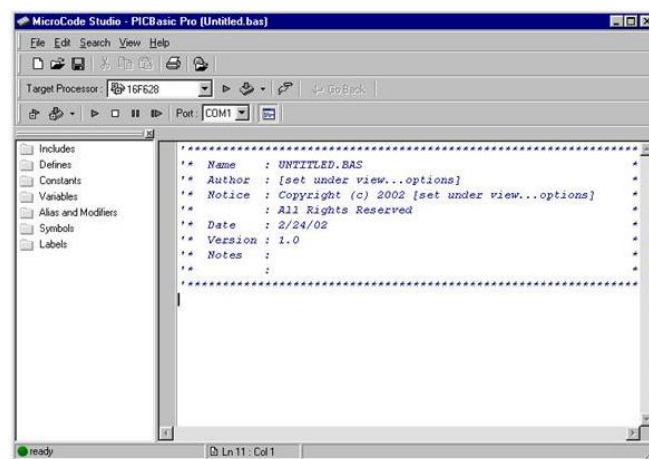


Figura 60. Pantalla principal MicroCode
Fuente: Investigador

El MicroCode queda enlazado con el PICBASIC y el IC-PROG, de manera que una vez que se termina el programa, se compila y genera el archivo *.HEX, el

programa lo guardas en formato Picbasic *.BAS. El programa completo se encuentra en el anexo 9.

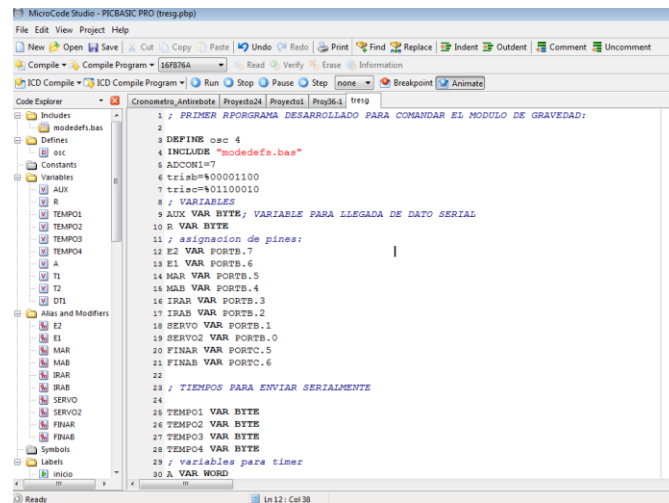


Figura 61. Primeras líneas de comando en PBP
Fuente: Investigador

El pseudocódigo completo del microcontrolador se encuentra en el anexo 9.

3.2.7 Grabación del programa en el Microcontrolador

Para realizar el proceso de grabación del programa en la ROM del microcontrolador se utiliza el IC-Prog el cual es utilizado para realizar este propósito.

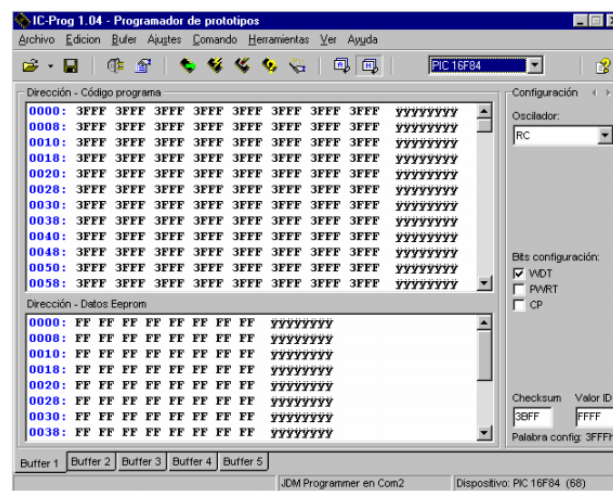


Figura 62. Ventana principal IC-Prog
Fuente: Investigador

En cuanto al IC-Prog es un software utilizado para grabar microcontroladores, este programa corre bajo Windows y permite la programación de muchos dispositivos.

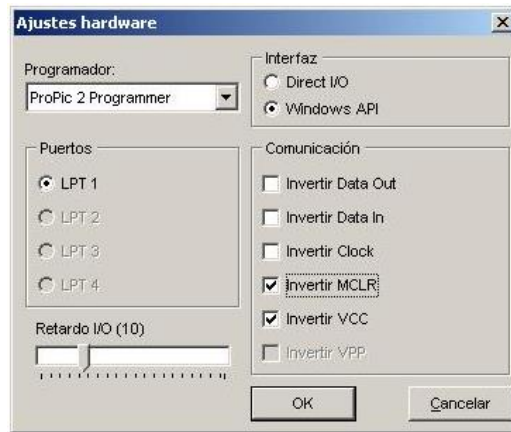


Figura 63. Ajustes de Hardware IC-Prog
Fuente: Investigador

Una vez ejecutado el programa IC-Prog se configura el tipo de programador que se va a utilizar, para nuestro caso se selecciona la opción ProPic 2 Programmer.

Además es conveniente configurar el tipo de interfaz, para ello se selecciona la opción Direct I/O si el computador tiene el sistema operativo Windows 9x o Windows Me, pero si por el contrario el computador trabaja con el sistema operativo Windows NT, Windows 2000 o Windows XP se escogerá la opción Windows API, en los parámetros de comunicación activaremos las opciones Invertir MCLR e Invertir VCC.

En el menú Ajustes - Opciones se debe habilitar la casilla “verificar durante la programación”, con ello se asegura de que si existe algún error durante la programación del PIC, se notificara inmediatamente sobre el error de programación.



Figura 64. Deshabilitar verificación de programación
Fuente: Investigador

Se debe tomar en cuenta que si el computador tiene cargado el sistema operativo Windows NT, Windows 2000 o Windows XP, se deberá descargar el driver y en la pestaña Miscelánea activar la opción Habilitar Driver NT/2000.

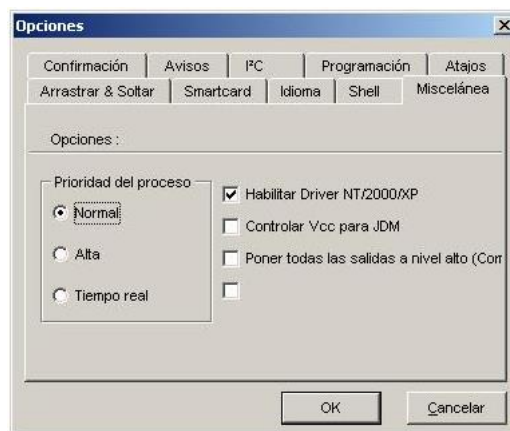


Figura 65. Habilitar Driver IC-Prog
Fuente: Investigador

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO CON ACCESO LAN PARA EL DESARROLLO DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO DE FÍSICA GENERAL, QUE CONTROLA UN SISTEMA CAÍDA LIBRE PARA EL CÁLCULO DE LA ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD.

En este capítulo se realiza la interconexión entre los diferentes dispositivos hardware y software que conforman el sistema y se presenta el producto terminado.

4.1 Implementación del tablero electrónico

Dentro del tablero eléctrico se realiza la interconexión del circuito de control, regleta de relés, fuente de voltaje de 5VDC y de 12VDC de alta corriente y demás elementos del módulo. A continuación se presenta las partes que conforman el circuito de control y que se encuentran dentro del tablero eléctrico.

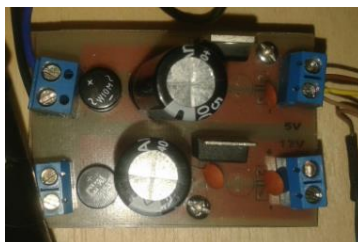


Figura 66. Fuente de voltaje 5VDC - 12VDC
Fuente: Investigador



Figura 67. Fuente de voltaje con alto amperaje
Fuente: Investigador



Figura 68. Circuito de control
Fuente: Investigador



Figura 69. Circuito de Relés
Fuente: Investigador

En la figura 70 se aprecia el tablero electrónico con todos los elementos.



Figura 70. Tablero electrónico
Fuente: Investigador

El tablero electrónico es montado en la parte posterior de la estructura metálica, junto con el motor y la polea, como se aprecia en el figura 71.



Figura 71. Ensamblado de tablero
Fuente: Investigador

En la figura 72 se observa la disposición del brazo magnético además se puede apreciar cómo están colocadas las esferas metálicas.



Figura 72. Ensamblado brazo magnético
Fuente: Investigador

El receptor de masa es colocado en la parte inferior de la estructura, en cuyos lados están instalados dos sensores de paso para determinar la caída de la esfera metálica, tal como se aprecia en la figura 73.



Figura 73. Ensamblado del receptor de masa
Fuente: Investigador

Las figuras 74, 75 y 76 muestran el modulo electrónico con acceso LAN para el desarrollo de una práctica de laboratorio de física general, desde varios ángulos.



Figura 74. Modulo electrónico Vista frontal
Fuente: Investigador



Figura 75. Módulo electrónico vista posterior y lateral
Fuente: Investigador



Figura 76. Módulo electrónico completo
Fuente: Investigador

Con respecto al programa de control en LabVIEW, la primera pantalla muestra el acceso al sistema a través de la validación de user y password, para el caso del administrador.

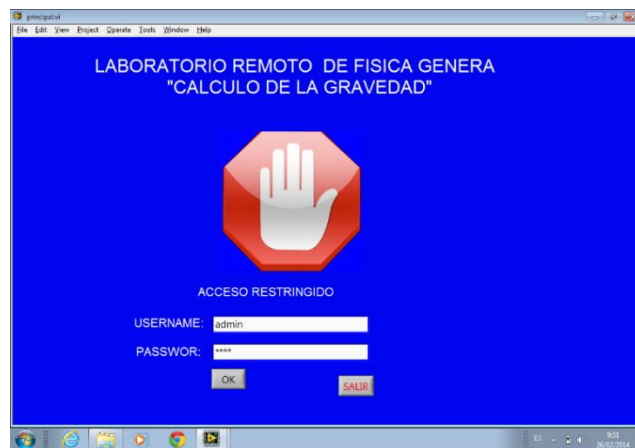


Figura 77. Pantalla de acceso al sistema
Fuente: Investigador

Una vez realizada la validación de identificación se muestra la pantalla de control, aquí se podrá autorizar al o los estudiantes que tiene acceso remoto al sistema para realizar la práctica de laboratorio, además se habilita mediante user y password la cámara web para capturar las imágenes, como se muestra en la figura 78.

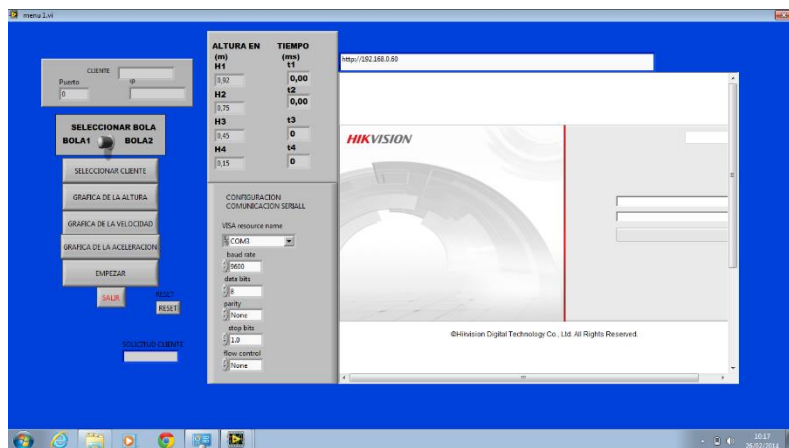


Figura 78. Pantalla de control del sistema
Fuente: Investigador

Al presionar el botón cliente se despliega una ventana como se muestra en la figura 79, aquí se puede elegir el grupo de direcciones IP que estarán habilitadas, de este grupo se selecciona a una dirección IP perteneciente a un estudiante para autorizar el uso del sistema.

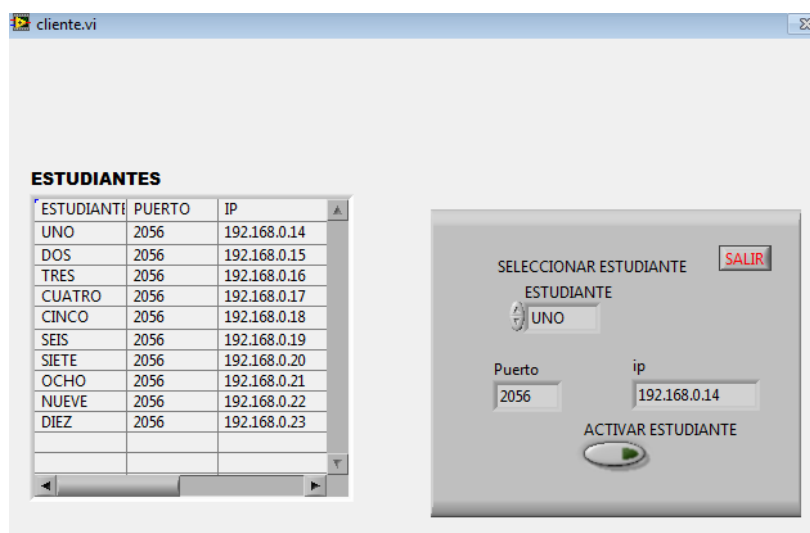


Figura 79. Pantalla de habilitación
Fuente: Investigador

Para que el sistema pueda ser utilizado por el estudiante se debe definir el día y hora de su utilización, esta coordinación se tiene que realizar con el administrador.

Ya dentro del sistema, mediante el interruptor que se muestra en la pantalla de control se puede escoger la esfera con la cual se desea realizar la práctica de laboratorio.

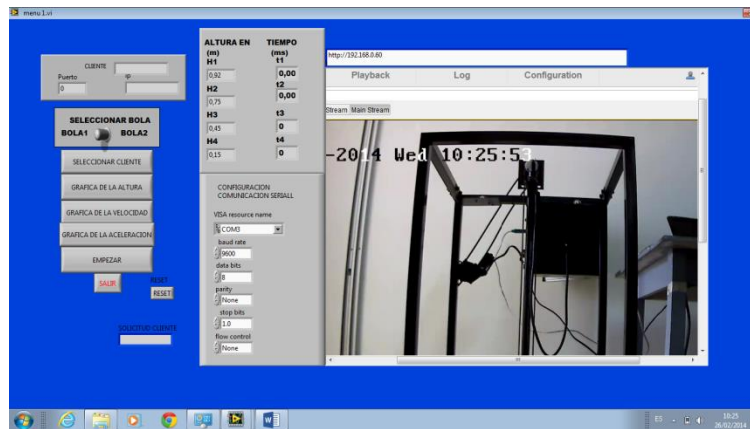


Figura 80. Cámara habilitada para la captura de video
Fuente: Investigador

Presionado el botón inicio, el sistema ordena girar el brazo magnético en dirección de la masa escogida, se coloca sobre la misma, se activa el electroimán y la esfera es atraída al brazo, este se coloca en posición central y se desactiva el electroimán para que la esfera caiga, se toma el tiempo que tardo en pasar la esfera por el sensor ubicado en el receptor, el sistema realiza cuatro tomas de tiempo para distintas alturas.

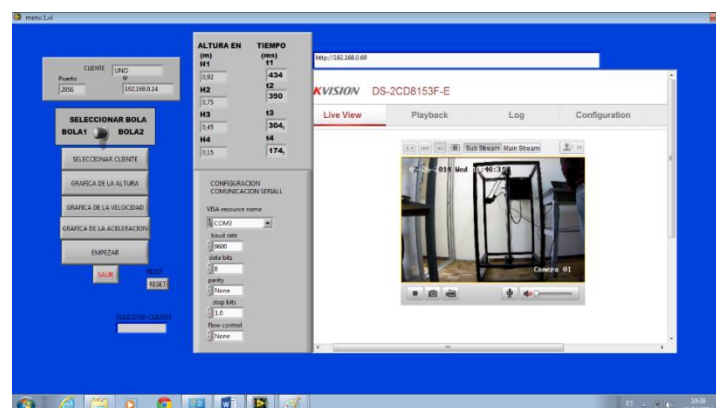


Figura 81. Muestra de tiempos en la ventana de control
Fuente: Investigador

Al final del proceso, en la pantalla de control del sistema se muestra los diferentes tiempos para cada una de las alturas.

Además al utilizar los botones de gráfico se puede acceder a la representación de las curvas de este tipo de movimiento.

En la figura 82 se aprecia las gráficas que representan la altura y la velocidad con respecto al tiempo.

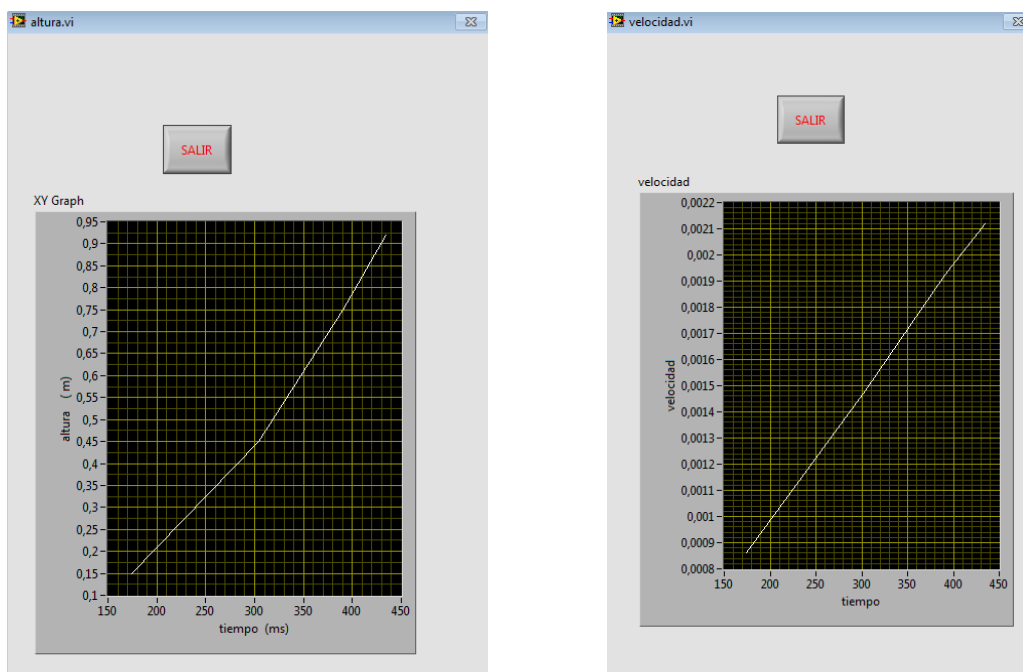


Figura 82. Graficas Altura y Velocidad vs tiempo
Fuente: Investigador

Para generar la gráfica de la aceleración en función del tiempo se presiona el botón “aceleración”, como se muestra en la figura 83.

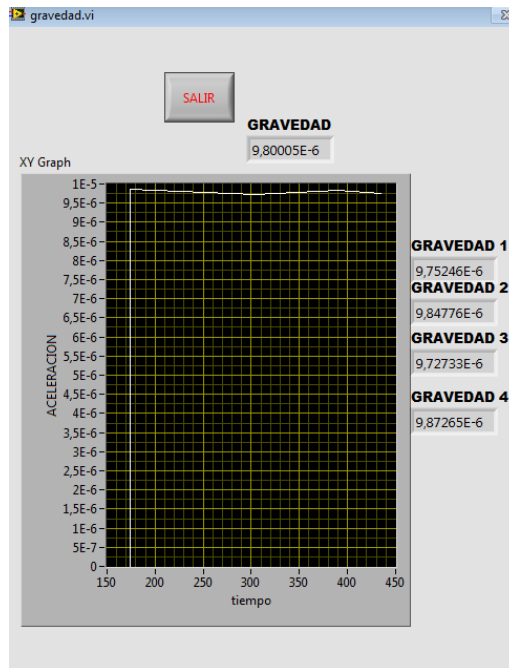


Figura 83. Grafica de aceleración vs tiempo
Fuente: Investigador

Finalmente el sistema genera cuatro valores para la aceleración de la gravedad por cada altura, en la misma ventana se muestra un valor promedio de la aceleración, se logra obtener $9,800 \text{ m/s}^2$ la aceleración de la gravedad en la ciudad de Quito.

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS, VALIDACIÓN DEL MÓDULO ELECTRÓNICO Y ANALISIS FINANCIERO

En el presente capítulo se detallan las pruebas de validación y funcionamiento que se realizaron durante el proceso de instalación del prototipo.

5.1 Validación del módulo

Una vez establecidas las condiciones de funcionamiento se procede a realizar las pruebas y resultados del módulo electrónico con el propósito de efectuar las respectivas depuraciones tanto a nivel de hardware como de software, de esta manera se logra verificar el funcionamiento óptimo del sistema.

Antes de realizar la práctica de laboratorio es recomendable resetear el sistema, también es importante verificar que los tiempo tengan un valor de cero. Al ejecutar el reset el sistema si responde.

ALTURA EN (m)	TIEMPO (ms)
H1	t1
0,92	0,00
H2	t2
0,75	0,00
H3	t3
0,45	0
H4	t4
0,15	0

Figura 84. Tabla de tiempo en cero
Fuente: Investigador

A continuación en el mismo menú el usuario puede escoger la esfera con la cual desea realizar la práctica, esto con el fin de experimentar con diferentes valores de masa. El programa de control si responde la elección de la esfera.



Figura 85. Interruptor para escoger la esfera
Fuente: Investigador

Finalmente se pulsa el botón "Empezar" para que el sistema entre en funcionamiento. El sistema responde instantáneamente a la orden.

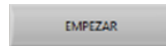


Figura 86. Botón empezar
Fuente: Investigador

El sistema mecánico ejecuta la tarea ordenada sin ningún problema hasta la finalización de la práctica.

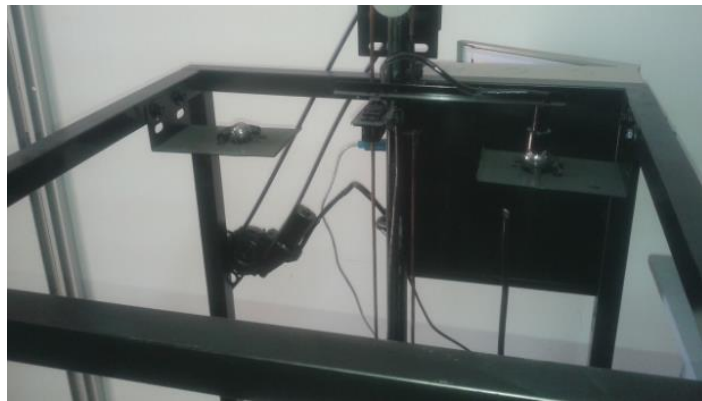


Figura 87. Brazo magnético atrae la esfera
Fuente: Investigador

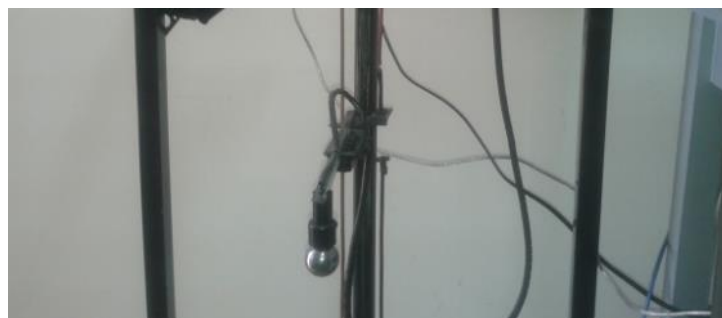


Figura 88. Desplazamiento de la esfera
Fuente: Investigador

Luego de realizar la práctica de laboratorio el sistema muestra los resultados y está listo para mostrar las gráficas de la altura, velocidad y aceleración en función del tiempo mediante los botones de gráfica.

5.2 Validación de la red

La red LAN a la que pertenece el modulo electrónico está configurada de la manera como se detalla en el siguiente gráfico.

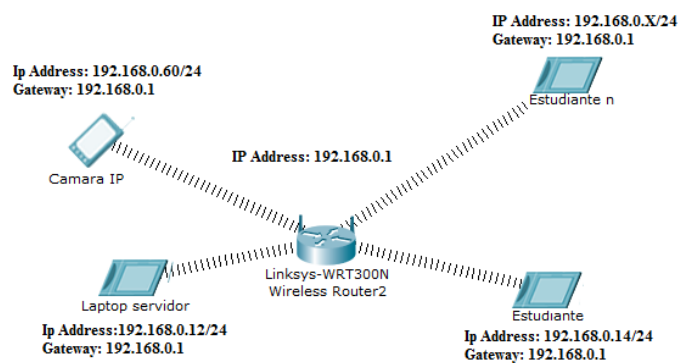


Figura 89. Configuración red LAN
Fuente: Investigador

La validación en la red se puede observar al realizar pruebas de conectividad al utilizar los comandos como: ipconfig, tracert y ping, desde el servidor hacia los demás dispositivos conectados en la red.

ORIGEN	DESTINO	CONECTIVIDAD	OBSERVACIONES
PC remota	PC local	si	Si responde comando ping
PC remota	Cámara web	si	Si responde comando ping
PC local	Cámara web	si	Si responde comando ping

Tabla 5. Control de conectividad
Fuente: Investigador

5.3 Control del módulo desde el Servidor

Las pruebas de validación se realizar desde la computadora local para asegurar el funcionamiento correcto del sistema.

ORDEN DEL PC	DESCRIPCIÓN	FUNCIONA	OBSERVACIONES
Escoger esfera uno	Elije esfera uno	Si	Ok
Click "Empezar"	Brazo en posición central	Si	Ok
	Giro de 90° del brazo	Si	Ok
	Activación del electroimán	Si	Ok
	Atrae la esfera metálica	Si	Ok
	Brazo en posición central	Si	Ok
	Suelta la esfera	Si	Ok
	Registro de tiempo y altura	Si	Ok
	Desplazamiento vertical hacia abajo del brazo	Si	Ok
	Activación del electroimán	Si	Ok
	Atrae la esfera metálica	Si	Ok
	Desplazamiento vertical hacia arriba del brazo	Si	Ok
	Giro de 90° del brazo	Si	Ok
	Deposita esfera en su posición original	Si	Ok
	Listo para otro ensayo	Si	Ok

Tabla 6. Control del módulo desde el Servidor
Fuente: Investigador

5.4 Control del módulo desde el cliente

El funcionamiento del sistema desde la computadora remota se prueba con las mismas órdenes para asegurar su funcionalidad.

ORDEN DEL PC	DESCRIPCIÓN	FUNCIONA	OBSERVACIONES
Escoger esfera uno	Elije esfera uno	Si	Ok
Click "Empezar"	Brazo en posición central	Si	Ok
	Giro de 90° del brazo	Si	Ok
	Activación del electroimán	Si	Ok
	Atrae la esfera metálica	Si	Ok
	Brazo en posición central	Si	Ok
	Suelta la esfera	Si	Ok
	Registro de tiempo y altura	Si	Ok
	Desplazamiento vertical hacia abajo del brazo	Si	Ok
	Activación del electroimán	Si	Ok
	Atrae la esfera metálica	Si	Ok
	Desplazamiento vertical hacia arriba del brazo	Si	Ok
	Giro de 90° del brazo	Si	Ok
	Deposita esfera en su posición original	Si	Ok
	Listo para otro ensayo	Si	Ok

Tabla 7. Control del módulo desde el cliente
Fuente: Investigador

Finalmente se puede decir que el sistema responde tal como se había planeado, no presenta ningún problema.

5.5 Análisis Financiero

En este punto se realiza una descripción de los costos involucrados en el desarrollo del prototipo. El análisis económico del proyecto constituye la técnica matemático - financiera, a través de la cual se determinan la inversión que incurre al realizar la implementación del módulo.

5.5.1 Análisis económico del proyecto

5.5.1.1 Alcance

Financiar el diseño e implementación propuesto en el proyecto de titulación de grado para el cumplimiento de los objetivos propuestos, en los siguientes apartados se presentan los costos referenciales en la realización del proyecto.

5.5.1.2 Costo de inversión en el desarrollo del proyecto

Para el análisis de costo de toma en cuenta el aspecto mecánico, electrónico y de programación que se involucró para el desarrollo del proyecto. Dentro del análisis de costos tenemos:

- Costo materiales utilizados (CMU)
- Costo mano de obra (CMO)
- Costo activo fijo (CAF)
- Otros costos de inversión (OCI)

5.5.1.3 (CMU) Costo de materiales utilizados (Costo variable – CV)

Para el desarrollo del proyecto los materiales que se utilizaron fueron del tipo mecánico, electrónico y comercial los mismos que se detallan a continuación.

ELEMENTOS MECÁNICOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Estructura metálica	1	\$ 260,00	\$ 260,00
2	Caja metálica	1	\$ 40,00	\$ 40,00
3	Polea y correa	1	\$ 15,00	\$ 15,00
4	Pintura aerosol	1	\$ 3,50	\$ 3,50
5	Pernos de hierro	10	\$ 0,70	\$ 7,00
6	Funda de ácido	16	\$ 0,25	\$ 4,00
			TOTAL 1	\$ 329,50

Tabla 8. CCM - Costo de componentes mecánicos (Costo variable)

Fuente: Investigador

ELEMENTOS ELECTRÓNICOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Placa fibra de vidrio	1	\$ 6,00	\$ 6,00
2	Motor DC	1	\$ 45,00	\$ 45,00
3	Servomotor	1	\$ 16,00	\$ 16,00
4	Sensores	4	\$ 4,00	\$ 16,00
5	Borneras	15	\$ 0,25	\$ 3,75
6	Funda de ácido	2	\$ 0,25	\$ 0,50
7	capacitor 22pf	4	\$ 0,42	\$ 1,68
8	Transformadores	2	\$ 12,00	\$ 24,00
9	LM7805	3	\$ 0,40	\$ 1,20
10	Cable UTP	10	\$ 0,52	\$ 5,20
11	Resistencia 330 ohm	2	\$ 0,02	\$ 0,04
12	Resistencia 220 ohm	2	\$ 0,02	\$ 0,04
13	LED	2	\$ 0,15	\$ 0,30
14	PIC16f877A	1	\$ 6,21	\$ 6,21
15	Cristal 4Mhz	1	\$ 1,10	\$ 1,10
16	Pulsadores	1	\$ 0,15	\$ 0,15
17	Fuente comercial	1	\$ 35,00	\$ 35,00
18	Switch	1	\$ 35,00	\$ 35,00
19	Cámara web	2	\$ 25,00	\$ 50,00
			TOTAL 1	\$ 247,17

Tabla 9. CCE - Costo de componentes electrónicos (Costo variable)
Fuente: Investigador

COSTO INDIRECTO DE FABRICACIÓN				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
2	Broca milimétrica	1	\$ 1,50	\$ 1,50
3	Papel térmico	1	\$ 1,50	\$ 1,50
4	Cautín	1	\$ 6,00	\$ 6,00
5	Percloruro férrico	1	\$ 0,60	\$ 0,60
6	Amarras	15	\$ 0,10	\$ 1,50
7	Recubierto de cable	6	\$ 0,25	\$ 1,50
			TOTAL 1	\$ 12,60

Tabla 10. CIF - Costo indirecto fabricación (Costo variable)
Fuente: Investigador

5.5.1.4 (CMO) Costo mano de obra (Costo Variable – CV)

En este tipo de costo se debe tomar en cuenta el salario, prestaciones y obligaciones de la persona encargada del diseño y la implementación del módulo, en la siguiente tabla se identifica las actividades de trabajo que se realizó para el cometimiento del objetivo. Además se establecen los costos del valor/hora de trabajo, al considerar los días laborables, las 8 horas diarias de los 5 días a la semana en el periodo comprendido de un mes de trabajo

MANO DE OBRA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD HORAS	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Investigación de campo	15	\$ 3,00	\$ 45,00
2	Levantamiento de información	20	\$ 5,00	\$ 100,00
5	Diseño y programación hardware	50	\$ 10,00	\$ 500,00
6	Diseño y programación software	70	\$ 10,00	\$ 700,00
			TOTAL	\$ 1.345,00

Tabla 11. CMO - Costo mano de obra (Costo variable)
Fuente: Investigador

5.5.1.5 (CAF) Costo activo fijo

Para los costos de activos fijos hay que tomar en cuenta la depreciación de los equipos e instrumentación electrónica, En la siguiente tabla se identifica los suministros utilizados en el prototipo.

DEPRECIACIÓN				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Computador Portátil Mini Laptop	1	\$ 350,00	\$ 350,00
2	Computador Portátil Laptop	1	\$ 600,00	\$ 600,00
3	Quemador de Microcontroladores	1	\$ 30,00	\$ 30,00
4	Taladro	1	\$ 56,00	\$ 56,00
5	Multímetro Genérico	1	\$ 14,00	\$ 14,00
6	Desarmadores	1	\$ 1,00	\$ 1,00
7	Limas	1	\$ 1,00	\$ 1,00
8	Cierra	1	\$ 1,00	\$ 1,00
9	Estilete	1	\$ 0,30	\$ 0,30
10	Pinza para cable	1	\$ 3,00	\$ 3,00
			TOTAL	\$ 1.056,30

Tabla 12. CAF - Costo activo fijo

Fuente: Investigador

El costo de este parámetro, se calcula de acuerdo al tiempo de vida útil que un activo puede ser utilizado y se conoce como depreciación¹. En términos generales, la ley considera que algunos activos por su naturaleza pueden tener más vida útil que otros entonces se declara que:

- Vehículos y computadores: Vida útil de 5 años.
- Maquinaria y equipos: Duración de 10 años
- Edificaciones y construcciones: Vida útil de 20 años.

$$\text{Depreciación Activo Fijo} = \text{Total Activo Fijo} / \text{Tiempo Vida Útil}$$

$$\text{Depreciación Activo Fijo} = 5 = 221,26$$

¹ www.gerencie.com/vida-util-de-los-activos-fijos.html

5.5.1.6 (OCI) Otros costos de inversión

Este tipo de costos incluye otros gastos realizados en la implementación del módulo.

OTROS COSTOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR TOTAL
1	Papelería	1	\$ 14,00
2	Servicios básicos (Agua, luz, teléfono)	1	\$ 27,00
3	Asesoría LabVIEW	1	\$ 100,00
TOTAL			\$ 141,00

Tabla 13. OCI - Otros costos de inversión
Fuente: Investigador

5.5.1.7 Inversión total

En la siguiente tabla, se indica el costo estimado en el desarrollo del proyecto, para lo cual se tomaron los valores totales indicados en las tablas anteriores.

INVERSIÓN TOTAL DEL MÓDULO			
DESCRIPCIÓN	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	VALOR TOTAL
Costo de componentes mecánicos (CCM)		\$ 329,50	\$ 329,50
Costos de componentes electrónicos (CCE)		\$ 247,17	\$ 247,17
Costo indirecto de fabricación (CIF)		\$ 12,60	\$ 12,60
Costo de mano de obra (CMO)		\$ 1.345,00	\$ 1.345,00
Costo de Activo fijo (CAF)	\$ 221,26		\$ 221,26
Otros costos de Inversión (OCI)	\$ 141,00		\$ 141,00
TOTAL			\$ 2.296,53

Tabla 14. Inversión Total
Fuente: Investigador

5.5.1.8 Matriz FODA

La matriz FODA es una herramienta de análisis que puede ser aplicada a cualquier situación, individuo, producto, empresa, etc, como objeto de estudio en un momento determinado del tiempo. Además permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio. Además permite obtener un diagnóstico preciso, en función de ello se debe tomar las decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.

Para el análisis FODA del módulo electrónico se destacan factores internos y externos que son las fortalezas y debilidades respectivamente, a continuación se detalla la matriz.

	FORTALEZA	DEBILIDADES
INTERNO	Interfaz amigable y de fácil uso Acceso inalámbrico al módulo Visualización de la práctica en tiempo real	La luz artificial debe permanecer encendida en todo momento El módulo no posee un respaldo de Energía. Cobertura inalámbrica limitada
	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
EXTERNO	Adaptación de la aplicación para cualquier PC que pertenezca a la red. Tecnología de software utilizadas en las carreras de ingeniería (LabVIEW) Elementos y dispositivos existentes dentro del mercado nacional	La elevación de los costos de producción está sujetos al alza que ocasionaría una inversión alta para la Construcción. Se puede construir un sistema parecido con otro tipo de elementos y con software libre a un costo más bajo.

Tabla 15. Matriz FODA
Fuente: Investigador

Conclusiones

- El proyecto desarrollado es un prototipo piloto para el cálculo de la gravedad, que sirve para reforzar los conocimientos adquiridos en el aula, así como los adquiridos en el laboratorio presencial.
- El uso de las nuevas tecnologías de enseñanza, abre nuevos caminos y contribuye a mejorar la calidad de la enseñanza.
- El trabajo de titulación desarrollado facilita al estudiante la utilización de equipos a los que habitualmente tiene acceso únicamente en horarios restringidos y sometidos a la disponibilidad de horarios ya establecidos.
- Los diferentes modelos de educación y las nuevas aplicaciones de los laboratorios han generado un impacto que ha llevado a un entorno de revolución educativa, esto sumado a las nuevas generaciones de estudiantes formados en un mundo digital, ha derivado en la creación de nuevos enfoques y métodos de enseñanza, donde la pedagogía y la tecnología tienen un acercamiento y articulación.

Recomendaciones

- El desarrollo y construcción del proyecto debe estar enfocado en la adaptación tecnológica, es decir, siempre debe ser mejorado para obtener soluciones eficaces de control y monitoreo de los distintos laboratorios existentes en la Escuela de física.
- Impulsar el desarrollo de proyectos de titulación que contribuyan al área de la educación mediante el uso de las nuevas tecnologías de enseñanza ya que los conocimientos adquiridos en nuestra formación académica permite desarrollar sistemas que puedan competir con productos extranjeros similares.
- Luego de utilizar el sistema de laboratorio remoto, se recomienda realizar una evaluación constante del prototipo y de acuerdo a su análisis, se deberán crear nuevas herramientas de software y hardware que soporte mayor tráfico constante.
- Para dar más opciones de seguridad y confiabilidad, el sistema puede migrar a un servidor bajo la plataforma LINUX.
- El sistema de laboratorio remoto es una aproximación a sistemas que se encuentran en el mercado, y es recomendable que este siga su evolución de acuerdo a las necesidades que surjan tanto de los instructores como de los estudiantes que se vean beneficiados del sistema.

ANEXOS

Finalmente, se encuentran los anexos, los cuales cuentan con los planos electrónicos, diagramas, entre otros que son de vital importancia en la realización del proyecto.

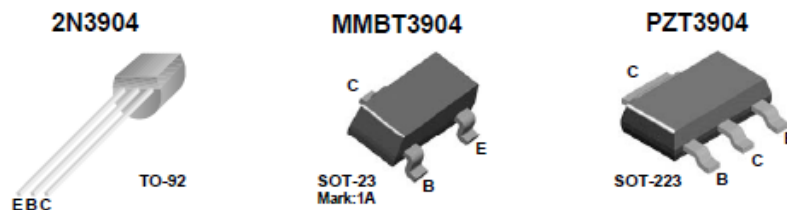
ANEXO. 1

Características eléctricas 2N3904

2N3904 / MMBT3904 / PZT3904 NPN General Purpose Amplifier

Features

- This device is designed as a general purpose amplifier and switch.
- The useful dynamic range extends to 100 mA as a switch and to 100 MHz as an amplifier.



Absolute Maximum Ratings* $T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage	40	V
V_{CBO}	Collector-Base Voltage	60	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage	6.0	V
I_C	Collector Current - Continuous	200	mA
T_J, T_{slg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Thermal Characteristics $T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Max.			Units
		2N3904	*MMBT3904	**PZT3904	
P_D	Total Device Dissipation	625	350	1,000	mW
	Derate above 25°C	5.0	2.8	8.0	mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3			$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	357	125	$^\circ\text{C/W}$

* Device mounted on FR-4 PCB 1.6" X 1.6" X 0.06".

** Device mounted on FR-4 PCB 36 mm X 18 mm X 1.5 mm; mounting pad for the collector lead min. 6 cm^2 .

Electrical Characteristics $T_a = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
OFF CHARACTERISTICS					
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1.0\text{mA}, I_B = 0$	40		V
$V_{(BR)CBO}$	Collector-Base Breakdown Voltage	$I_C = 10\mu\text{A}, I_E = 0$	60		V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10\mu\text{A}, I_C = 0$	6.0		V
I_{BL}	Base Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{V}, V_{EB} = 3\text{V}$		50	nA
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	$V_{CE} = 30\text{V}, V_{EB} = 3\text{V}$		50	nA
ON CHARACTERISTICS*					
h_{FE}	DC Current Gain	$I_C = 0.1\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 1.0\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 50\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$ $I_C = 100\text{mA}, V_{CE} = 1.0\text{V}$	40 70 100 60 30	300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1.0\text{mA}$ $I_C = 50\text{mA}, I_B = 5.0\text{mA}$		0.2 0.3	V V
$V_{BE(sat)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 10\text{mA}, I_B = 1.0\text{mA}$ $I_C = 50\text{mA}, I_B = 5.0\text{mA}$	0.65	0.85 0.95	V V
SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS					
f_T	Current Gain - Bandwidth Product	$I_C = 10\text{mA}, V_{CE} = 20\text{V}, f = 100\text{MHz}$	300		MHz
C_{obo}	Output Capacitance	$V_{CB} = 5.0\text{V}, I_E = 0, f = 1.0\text{MHz}$		4.0	pF
C_{ibo}	Input Capacitance	$V_{EB} = 0.5\text{V}, I_C = 0, f = 1.0\text{MHz}$		8.0	pF
NF	Noise Figure	$I_C = 100\mu\text{A}, V_{CE} = 5.0\text{V}, R_S = 1.0\text{k}\Omega, f = 10\text{Hz to } 15.7\text{kHz}$		5.0	dB
SWITCHING CHARACTERISTICS					
t_d	Delay Time	$V_{CC} = 3.0\text{V}, V_{BE} = 0.5\text{V}$		35	ns
t_r	Rise Time	$I_C = 10\text{mA}, I_{B1} = 1.0\text{mA}$		35	ns
t_s	Storage Time	$V_{CC} = 3.0\text{V}, I_C = 10\text{mA}, I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{mA}$		200	ns
t_f	Fall Time			50	ns

* Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$

Ordering Information

Part Number	Marking	Package	Packing Method	Pack Qty
2N3904BU	2N3904	TO-92	BULK	10000
2N3904TA	2N3904	TO-92	AMMO	2000
2N3904TAR	2N3904	TO-92	AMMO	2000
2N3904TF	2N3904	TO-92	TAPE REEL	2000
2N3904TFR	2N3904	TO-92	TAPE REEL	2000
MMBT3904	1A	SOT-23	TAPE REEL	3000
MMBT3904_D87Z	1A	SOT-23	TAPE REEL	10000
PZT3904	3904	SOT-223	TAPE REEL	2500

Anexos 1. Características eléctricas 2N3904

ANEXO. 2

Características de la cámara IP

DS-2CD8153F-E / DS-2CD8133F-E(W)

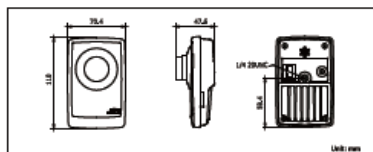
Network Cube Camera



Key features

- 1/3" progressive scan CMOS
- Day / night auto switch
- HD720p real-time recording
- Day / night auto switch
- Wi-Fi optional
- Bracket included

Dimensions



	DS-2CD8153F-E (2MP)	DS-2CD8133F-E (VGA)
Camera		
Image sensor	1/3" progressive scan CMOS	1/4" progressive scan CMOS
Min. illumination	0.5 lux@F1.2, AGC on 0.1 lux@F1.2, AGC on, sens-up × 5 1.1 lux@F1.8, AGC on 0.2 lux@F1.8, AGC on, sens-up × 5	0.01 lux@F1.2, AGC ON 0.02 lux@F1.8, AGC ON
Shutter time	1/25s ~ 1/100,000s	
Lens	4 mm @F1.8, angle of view: 68° (2.8mm optional)	4 mm @F1.8, angle of view: 52° (2.8mm optional)
Lens mount	M12	
Day & night	Electronic	
Compression Standard		
Video compression	H.264 / MPEG4 / MJPEG	
Bit rate	32 Kbps ~ 16 Mbps	32 Kbps ~ 8 Mbps
Audio compression	G.711 / G.726	
Dual stream	Yes	
Image		
Max. image resolution	1600 × 1200	640 × 480
Frame rate	50 Hz: 12.5 fps (1600 × 1200), 12.5 fps (1600 × 912), 25 fps (1280 × 960), 25 fps (1280 × 720) 60 Hz: 15 fps (1600 × 1200), 15 fps (1600 × 912), 25 fps (1280 × 960), 30 fps (1280 × 720)	50 Hz: 25 fps (640 × 480) 60 Hz: 30 fps (640 × 480)
Image settings	Saturation, brightness, contrast adjustable through client software or web browser	
Network		
Network storage	NAS (iSCSI optional)	
Alarm trigger	Motion detection, tampering alarm, network disconnect, IP address conflict, storage exception	
Protocols	TCP/IP, HTTP, DHCP, DNS, DDNS, RTP, RTSP, PPPoE, SMTP, NTP, SNMP, HTTPS, FTP, 802.1x, Qos (SIP, SRTP, IPv6 optional)	
Security	User authentication, watermark	
System compatibility	ONVIF, PSIA, CGI	
Interface		
Audio	Internal microphone and speaker	
Communication interface	1 RJ45 10M / 100M ethernet port	
On-board storage	Built-in Micro SD card slot, up to 32 GB	
Reset button	Yes	
General		
Operating conditions	-10°C ~ 60°C (14°F ~ 140°F) humidity 90% or less (non-condensing)	
Power supply	5 VDC ± 10%, PoE (802.3af)	
Power consumption	max. 4W -W: max. 5.5W	
Dimensions	110 × 70.4 × 47.6 mm (4.33" × 2.77" × 1.87")	
Weight	250g (0.55 lbs)	

Available models

2MP: DS-2CD8153F-E, DS-2CD8153F-EW

VGA: DS-2CD8133F-E, DS-2CD8133F-EW

* -W: Wi-Fi (802.11g/n)

* A mount is provided within camera package

Anexos 2. Características cámara IP

ANEXO. 3

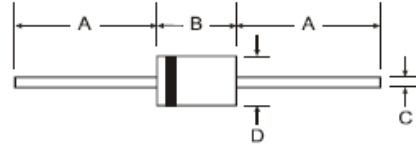
Características eléctricas Diodo 1N4007

Features

- Diffused Junction
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Surge Overload Rating to 30A Peak
- Low Reverse Leakage Current
- Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 3)

Mechanical Data

- Case: DO-41
- Case Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020D
- Terminals: Finish - Bright Tin. Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Mounting Position: Any
- Ordering Information: See Page 2
- Marking: Type Number
- Weight: 0.30 grams (approximate)



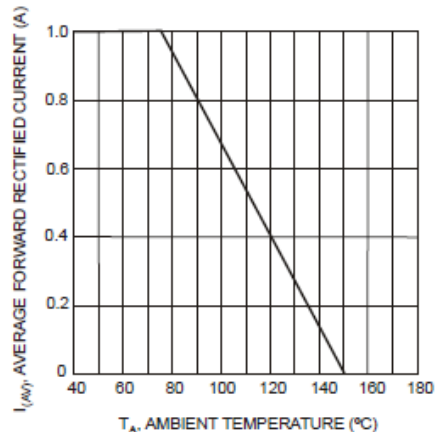
Dim	DO-41 Plastic	
A	Min	25.40
B	Min	4.08
C	Min	0.71
D	Min	2.00
	Max	5.21
	Max	0.864
	Max	2.72
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T_A = 25°C unless otherwise specified

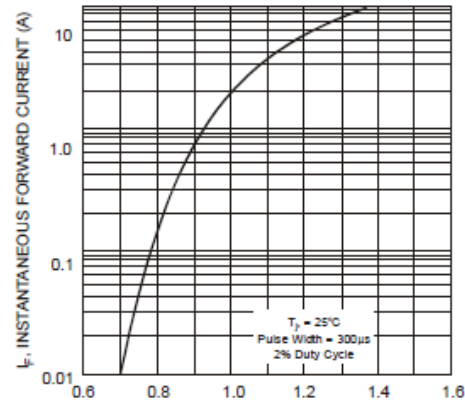
Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V_{RRM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
Working Peak Reverse Voltage	V_{RWM}								
DC Blocking Voltage	V_R								
RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ $T_A = 75^{\circ}\text{C}$	I_O	1.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	I_{FSM}	30							A
Forward Voltage @ $I_F = 1.0\text{A}$	V_{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	I_{RM}	5.0							μA
at Rated DC Blocking Voltage @ $T_A = 100^{\circ}\text{C}$		50							
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C_J	15							pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	100							K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T_A	+150							$^{\circ}\text{C}$
Operating and Storage Temperature Range	T_J, T_{STG}	-65 to +150							$^{\circ}\text{C}$

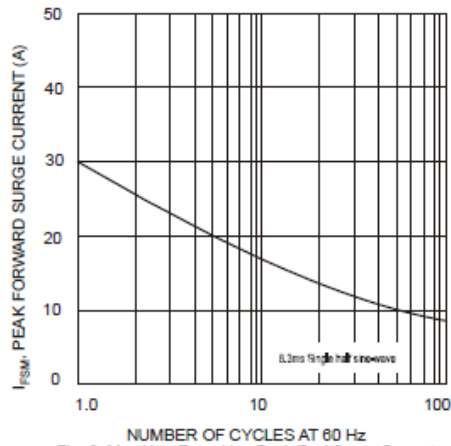
- Notes:
1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.
 2. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.
 3. EU Directive 2002/95/EC (RoHS). All applicable RoHS exemptions applied, see EU Directive 2002/95/EC Annex Notes.



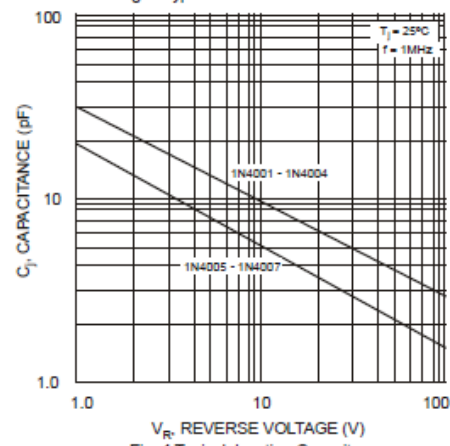
T_A , AMBIENT TEMPERATURE ($^{\circ}\text{C}$)
Fig. 1 Forward Current Derating Curve



V_F , INSTANTANEOUS FORWARD VOLTAGE (V)
Fig. 2 Typical Forward Characteristics



NUMBER OF CYCLES AT 60 Hz
Fig. 3 Max Non-Repetitive Peak Fwd Surge Current



V_R , REVERSE VOLTAGE (V)
Fig. 4 Typical Junction Capacitance

Ordering Information (Note 4)

Device	Packaging	Shipping
1N4001-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4001-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4002-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4002-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4003-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4003-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4004-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4004-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4005-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4005-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4006-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4006-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4007-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4007-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch

Notes: 4. For packaging details, visit our website at <http://www.diodes.com/datasheets/ap02008.pdf>.

Anexos 3. Características eléctricas Diodo 1N4007

ANEXO. 4

Características eléctricas LM7805

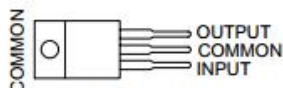
μA7800 SERIES **POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS**

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

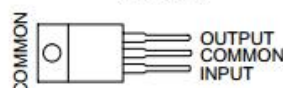
- 3-Terminal Regulators
- Output Current up to 1.5 A
- Internal Thermal-Overload Protection

- High Power-Dissipation Capability
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe-Area Compensation

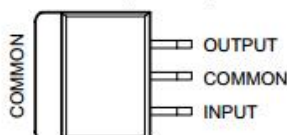
KC (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KCS (TO-220) PACKAGE
(TOP VIEW)



KTE PACKAGE
(TOP VIEW)



description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

ORDERING INFORMATION

T _J	V _{O(NOM)} (V)	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7810CKCS	
	12	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
	15	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	μA7815C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7815CKC	μA7815C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7815CKCS	
	24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**
POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated

μA7800 SERIES **POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS**

SLVS056J – MAY 1976 – REVISED MAY 2003

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 14\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_J^\dagger$	μA7808C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 10.5\text{ V to }23\text{ V}$	25°C	7.7	8	8.3	V
		0°C to 125°C	7.6		8.4	
Input voltage regulation	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C		6	160	mV
	$V_I = 11\text{ V to }17\text{ V}$			2	80	
Ripple rejection	$V_I = 11.5\text{ V to }21.5\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	72		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	160	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	80	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.016		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		–0.8		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		52		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 10.5\text{ V to }25\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		450		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

[†] Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.

electrical characteristics at specified virtual junction temperature, $V_I = 17\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	$T_J^\dagger$	μA7810C			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
Output voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$, $P_D \leq 15\text{ W}$, $V_I = 12.5\text{ V to }25\text{ V}$	25°C	9.6	10	10.4	V
		0°C to 125°C	9.5	10	10.5	
Input voltage regulation	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	25°C		7	200	mV
	$V_I = 14\text{ V to }20\text{ V}$			2	100	
Ripple rejection	$V_I = 13\text{ V to }23\text{ V}$, $f = 120\text{ Hz}$	0°C to 125°C	55	71		dB
Output voltage regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$	25°C		12	200	mV
	$I_O = 250\text{ mA to }750\text{ mA}$			4	100	
Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$	0°C to 125°C		0.018		Ω
Temperature coefficient of output voltage	$I_O = 5\text{ mA}$	0°C to 125°C		–1		mV/°C
Output noise voltage	$f = 10\text{ Hz to }100\text{ kHz}$	25°C		70		μV
Dropout voltage	$I_O = 1\text{ A}$	25°C		2		V
Bias current		25°C		4.3	8	mA
Bias current change	$V_I = 12.5\text{ V to }28\text{ V}$	0°C to 125°C			1	mA
	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$				0.5	
Short-circuit output current		25°C		400		mA
Peak output current		25°C		2.2		A

[†] Pulse-testing techniques maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible. Thermal effects must be taken into account separately. All characteristics are measured with a 0.33-μF capacitor across the input and a 0.1-μF capacitor across the output.



ANEXO. 5

Características eléctricas MAX232

MAXIM

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

General Description

The MAX220–MAX249 family of line drivers/receivers is intended for all EIA/TIA-232E and V.28/V.24 communications interfaces, particularly applications where $\pm 12V$ is not available.

These parts are especially useful in battery-powered systems, since their low-power shutdown mode reduces power dissipation to less than 5 μ W. The MAX225, MAX233, MAX235, and MAX245/MAX246/MAX247 use no external components and are recommended for applications where printed circuit board space is critical.

Applications

Portable Computers
Low-Power Modems
Interface Translation
Battery-Powered RS-232 Systems
Multidrop RS-232 Networks

Features

Superior to Bipolar

- ◆ Operate from Single +5V Power Supply (+5V and +12V—MAX231/MAX239)
- ◆ Low-Power Receive Mode in Shutdown (MAX223/MAX242)
- ◆ Meet All EIA/TIA-232E and V.28 Specifications
- ◆ Multiple Drivers and Receivers
- ◆ 3-State Driver and Receiver Outputs
- ◆ Open-Line Detection (MAX243)

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX220CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX220CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX220CWE	0°C to +70°C	16 Wide SO
MAX220C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX220EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX220ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX220EWE	-40°C to +85°C	16 Wide SO
MAX220EJE	-40°C to +85°C	16 CERDIP
MAX220MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP

Ordering information continued at end of data sheet.

*Contact factory for dice specifications.

Selection Table

Part Number	Power Supply (V)	No. of RS-232 Drivers/Rx	No. of Ext. Caps	Nominal Cap. Value (μ F)	SHDN & Three-State	Rx Active In SHDN	Data Rate (kbps)	Features
MAX220	+5	2/2	4	0.1	No	—	120	Ultra-low-power, industry-standard pinout
MAX222	+5	2/2	4	0.1	Yes	—	200	Low-power shutdown
MAX223 (MAX213)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	✓	120	MAX241 and receivers active in shutdown
MAX225	+5	5/5	0	—	Yes	✓	120	Available in SO
MAX230 (MAX200)	+5	5/0	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	5 drivers with shutdown
MAX231 (MAX201)	+5 and +7.5 to +13.2	2/2	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; same functions as MAX232
MAX232 (MAX202)	+5	2/2	4	1.0 (0.1)	No	—	120 (64)	Industry standard
MAX232A	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Higher slew rate, small caps
MAX233 (MAX203)	+5	2/2	0	—	No	—	120	No external caps
MAX233A	+5	2/2	0	—	No	—	200	No external caps, high slew rate
MAX234 (MAX204)	+5	4/0	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488
MAX235 (MAX205)	+5	5/5	0	—	Yes	—	120	No external caps
MAX236 (MAX206)	+5	4/3	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Shutdown, three state
MAX237 (MAX207)	+5	5/3	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Complements IBM PC serial port
MAX238 (MAX208)	+5	4/4	4	1.0 (0.1)	No	—	120	Replaces 1488 and 1489
MAX239 (MAX209)	+5 and +7.5 to +13.2	3/5	2	1.0 (0.1)	No	—	120	Standard +5/+12V or battery supplies; single-package solution for IBM PC serial port
MAX240	+5	5/5	4	1.0	Yes	—	120	DIP or flatpack package
MAX241 (MAX211)	+5	4/5	4	1.0 (0.1)	Yes	—	120	Complete IBM PC serial port
MAX242	+5	2/2	4	0.1	Yes	✓	200	Separate shutdown and enable
MAX243	+5	2/2	4	0.1	No	—	200	Open-line detection simplifies cabling
MAX244	+5	8/10	4	1.0	No	—	120	High slew rate
MAX245	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, two shutdown modes
MAX246	+5	8/10	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, three shutdown modes
MAX247	+5	8/9	0	—	Yes	✓	120	High slew rate, int. caps, nine operating modes
MAX248	+5	8/8	4	1.0	Yes	✓	120	High slew rate, selective half-chip enables
MAX249	+5	6/10	4	1.0	Yes	✓	120	Available in quad flatpack package



Maxim Integrated Products 1

For pricing, delivery, and ordering information, please contact Maxim/Dallas Direct! at 1-888-629-4642, or visit Maxim's website at www.maxim-ic.com.

MAX220–MAX249

+5V-Powered, Multichannel RS-232 Drivers/Receivers

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS—MAX220/222/232A/233A/242/243

Supply Voltage (V_{CC})	-0.3V to +6V	20-Pin Plastic DIP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	..440mW
Input Voltages		16-Pin Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C)	..696mW
T_{IN}	-0.3V to ($V_{CC} - 0.3V$)	16-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	..762mW
R_{IN} (Except MAX220)	±30V	18-Pin Wide SO (derate 9.52mW/°C above +70°C)	..762mW
R_{IN} (MAX220)	±25V	20-Pin Wide SO (derate 10.00mW/°C above +70°C)	..800mW
T_{OUT} (Except MAX220) (Note 1)	±15V	20-Pin SSOP (derate 8.00mW/°C above +70°C)	..640mW
T_{OUT} (MAX220)	±13.2V	16-Pin CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C)	..800mW
Output Voltages		18-Pin CERDIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	..842mW
T_{OUT}	±15V		
R_{OUT}	-0.3V to ($V_{CC} + 0.3V$)	Operating Temperature Ranges	
Driver/Receiver Output Short Circuited to GND	Continuous	MAX2_ _AC_ _ , MAX2_ _C_ _	..0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70°C$)		MAX2_ _AE_ _ , MAX2_ _E_ _	..-40°C to +85°C
16-Pin Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C)	..842mW	MAX2_ _AM_ _ , MAX2_ _M_ _	..-55°C to +125°C
18-Pin Plastic DIP (derate 11.11mW/°C above +70°C)	..889mW	Storage Temperature Range	..-65°C to +160°C
		Lead Temperature (soldering, 10sec)	..+300°C

Note 1: Input voltage measured with T_{OUT} in high-impedance state, $SHDN$ or $V_{CC} = 0V$.

Note 2: For the MAX220, V_+ and V_- can have a maximum magnitude of 7V, but their absolute difference cannot exceed 13V.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX220/222/232A/233A/242/243

($V_{CC} = +5V \pm 10\%$, C_1 - $C_4 = 0.1\mu F$, MAX220, $C_1 = 0.047\mu F$, C_2 - $C_4 = 0.33\mu F$, $T_A = T_{MIN}$ to T_{MAX} , unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RS-232 TRANSMITTERS						
Output Voltage Swing	All transmitter outputs loaded with 3kΩ to GND		±5	±8		V
Input Logic Threshold Low				1.4	0.8	V
Input Logic Threshold High	All devices except MAX220		2	1.4		V
	MAX220: V _{CC} = 5.0V		2.4			
Logic Pull-Up/Input Current	All except MAX220, normal operation			5	40	μA
	SHDN = 0V, MAX222/242, shutdown, MAX220			±0.01	±1	
Output Leakage Current	V _{CC} = 5.5V, SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V, MAX222/242			±0.01	±10	μA
	V _{CC} = SHDN = 0V, V _{OUT} = ±15V			±0.01	±10	
Data Rate				200	116	kb/s
Transmitter Output Resistance	V _{CC} = V ₊ = V ₋ = 0V, V _{OUT} = ±2V		300	10M		Ω
Output Short-Circuit Current	V _{OUT} = 0V		±7	±22		mA
RS-232 RECEIVERS						
RS-232 Input Voltage Operating Range					±30	V
RS-232 Input Threshold Low	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}	0.8	1.3		V
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)	-3			
RS-232 Input Threshold High	V _{CC} = 5V	All except MAX243 R _{2IN}		1.8	2.4	V
		MAX243 R _{2IN} (Note 2)		-0.5	-0.1	
RS-232 Input Hysteresis	All except MAX243, V _{CC} = 5V, no hysteresis in shdn.		0.2	0.5	1	V
	MAX243			1		
RS-232 Input Resistance			3	5	7	kΩ
TTL/CMOS Output Voltage Low	I _{OUT} = 3.2mA			0.2	0.4	V
TTL/CMOS Output Voltage High	I _{OUT} = -1.0mA		3.5	V _{CC} - 0.2		V
TTL/CMOS Output Short-Circuit Current	Sourcing V _{OUT} = GND		-2	-10		mA
	Sinking V _{OUT} = V _{CC}		10	30		

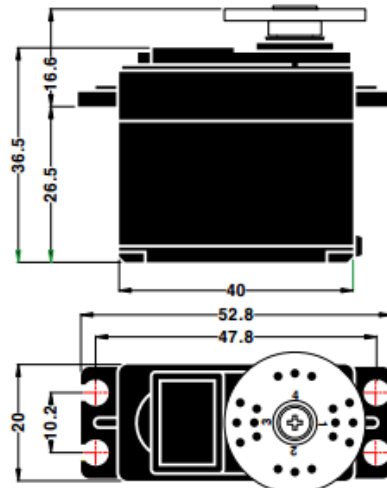
ANEXO. 6

Características eléctricas SERVO

ANNOUNCED SPECIFICATION OF HS-322HD STANDARD DELUXE SERVO

1. TECHNICAL VALUE

CONTROL SYSTEM	: +PULSE WIDTH CONTROL 1500usec NEUTRAL	
OPERATING VOLTAGE RANGE	: 4.8V TO 6.0V	
TEST VOLTAGE	: AT 4.8V	AT 6.0V
OPERATING SPEED	: 0.19sec/60? AT NO LOAD	0.15sec/60? AT NO LOAD
STALL TORQUE	: 3kg.cm(41.66oz.in)	3.7kg.cm(51.38oz.in)
IDLE CURRENT	: 7.4mA AT STOPPED	7.7mA AT STOPPED
RUNNING CURRENT	: 160mA/60? AT NO LOAD	180mA/60? AT NO LOAD
STALL CURRENT	: 700mA	800mA
DEAD BAND WIDTH	: 5usec	5usec
OPERATING TRAVEL	: 40? /ONE SIDE PULSE TRAVELING 400usec	
DIRECTION	: CLOCK WISE/PULSE TRAVELING 1500 TO 1900usec	
MOTOR TYPE	: CORED METAL BRUSH	
POTENTIOMETER TYPE	: 4 SLIDER/DIRECT DRIVE	
AMPLIFIER TYPE	: ANALOG CONTROLLER & TRANSISTOR DRIVER	
DIMENSIONS	: 40x20x36.5mm(1.57x0.78x1.43in)	
WEIGHT	: 43g(1.51oz)	
BALL BEARING	: TOP/RESIN BUSHING	
GEAR MATERIAL	: 2 HEAVY DUTY RESIN	
HORN GEAR SPLINE	: 24 SEGMENTS/?5.76	
SPLINED HORNS	: RESULAR/R-C,R-D,R-I,R-O,R-X,SUPER/R-XA	
CONNECTOR WIRE LENGTH	: 300mm(11.81in)	
CONNECTOR WIRE STRAND COUNTER	: 40EA	
CONNECTOR WIRE GAUGE	: 25AWG	



2. FEATURES

LONG LIFE POTENTIOMETER, TOP RESIN BUSHING, 2 HEAVY DUTY RESIN GEARS

3. APPLICATIONS

AIRCRAFT 20-40 SIZE, STEERING AND THROTTLE SERVO FOR CARS, TRUCK AND BOATS

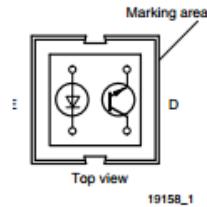
4. ACCESSORY & OPTION

CASE SET/	GEAR SET/	HORN SET/
HS322T:1EA	HS322G1:1EA	R-C:1EA
HS322M:1EA	HS325G2:1EA	R-D:1EA
HS322L:1EA	HS325G3:1EA	R-I:1EA
PH/T-2 2x30 NI:4EA	HS322G4:1EA	R-O:1EA
	HS300RB:1EA	R-X:1EA
		R-XA:1EA
		WH/W 2.1x15 NI:4EA
		BST 3x5.5:4EA
		NBR 9x6.5x6:4EA

ANEXO. 7

Características eléctricas FOTOSENSORES

Reflective Optical Sensor with Transistor Output



DESCRIPTION

The CNY70 is a reflective sensor that includes an infrared emitter and phototransistor in a leaded package which blocks visible light.

FEATURES

- Package type: leaded
- Detector type: phototransistor
- Dimensions (L x W x H in mm): 7 x 7 x 6
- Peak operating distance: < 0.5 mm
- Operating range within > 20 % relative collector current: 0 mm to 5 mm
- Typical output current under test: $I_C = 1$ mA
- Emitter wavelength: 950 nm
- Daylight blocking filter
- Lead (Pb)-free soldering released
- Material categorization: For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912


RoHS
COMPLIANT

APPLICATIONS

- Optoelectronic scanning and switching devices i.e., index sensing, coded disk scanning etc. (optoelectronic encoder assemblies).

PRODUCT SUMMARY

PART NUMBER	DISTANCE FOR MAXIMUM CTR _{rel} ⁽¹⁾ (mm)	DISTANCE RANGE FOR RELATIVE I _{out} > 20 % (mm)	TYPICAL OUTPUT CURRENT UNDER TEST ⁽²⁾ (mA)	DAYLIGHT BLOCKING FILTER INTEGRATED
CNY70	0	0 to 5	1	Yes

Notes

⁽¹⁾ CTR: current transference ratio, I_{out}/I_{in}

⁽²⁾ Conditions like in table basic characteristics/sensors

ORDERING INFORMATION

ORDERING CODE	PACKAGING	VOLUME ⁽¹⁾	REMARKS
CNY70	Tube	MOQ: 4000 pcs, 80 pcs/tube	-

Note

⁽¹⁾ MOQ: minimum order quantity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25$ °C, unless otherwise specified)

PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
COUPLER				
Total power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C	P_{tot}	200	mW
Ambient temperature range		T_{amb}	- 40 to + 85	°C
Storage temperature range		T_{stg}	- 40 to + 100	°C
Soldering temperature	Distance to case 2 mm, $t \leq 5$ s	T_{sd}	260	°C
INPUT (EMITTER)				
Reverse voltage		V_R	5	V
Forward current		I_F	50	mA
Forward surge current	$t_p \leq 10$ μ s	I_{FSM}	3	A
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25$ °C	P_V	100	mW
Junction temperature		T_J	100	°C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
OUTPUT (DETECTOR)				
Collector emitter voltage		V_{CEO}	32	V
Emitter collector voltage		V_{ECO}	7	V
Collector current		I_C	50	mA
Power dissipation	$T_{amb} \leq 25^{\circ}\text{C}$	P_V	100	mW
Junction temperature		T_J	100	$^{\circ}\text{C}$

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

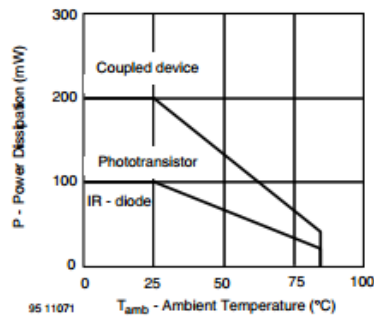


Fig. 1 - Power Dissipation vs. Ambient Temperature

BASIC CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
COUPLER						
Collector current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 20\text{ mA}$, $d = 0.3\text{ mm}$ (figure 1)	$I_C^{(2)}$	0.3	1.0		mA
Cross talk current	$V_{CE} = 5\text{ V}$, $I_F = 20\text{ mA}$, (figure 2)	$I_{CX}^{(2)}$			600	nA
Collector emitter saturation voltage	$I_F = 20\text{ mA}$, $I_C = 0.1\text{ mA}$, $d = 0.3\text{ mm}$ (figure 1)	$V_{CEsat}^{(2)}$			0.3	V
INPUT (EMITTER)						
Forward voltage	$I_F = 50\text{ mA}$	V_F		1.25	1.6	V
Radiant intensity	$I_F = 50\text{ mA}$, $t_p = 20\text{ ms}$	I_e			7.5	mW/sr
Peak wavelength	$I_F = 100\text{ mA}$	λ_P	940			nm
Virtual source diameter	Method: 63 % encircled energy	d		1.2		mm
OUTPUT (DETECTOR)						
Collector emitter voltage	$I_C = 1\text{ mA}$	V_{CEO}	32			V
Emitter collector voltage	$I_E = 100\text{ }\mu\text{A}$	V_{ECO}	5			V
Collector dark current	$V_{CE} = 20\text{ V}$, $I_F = 0\text{ A}$, $E = 0\text{ lx}$	I_{CEO}			200	nA

Notes

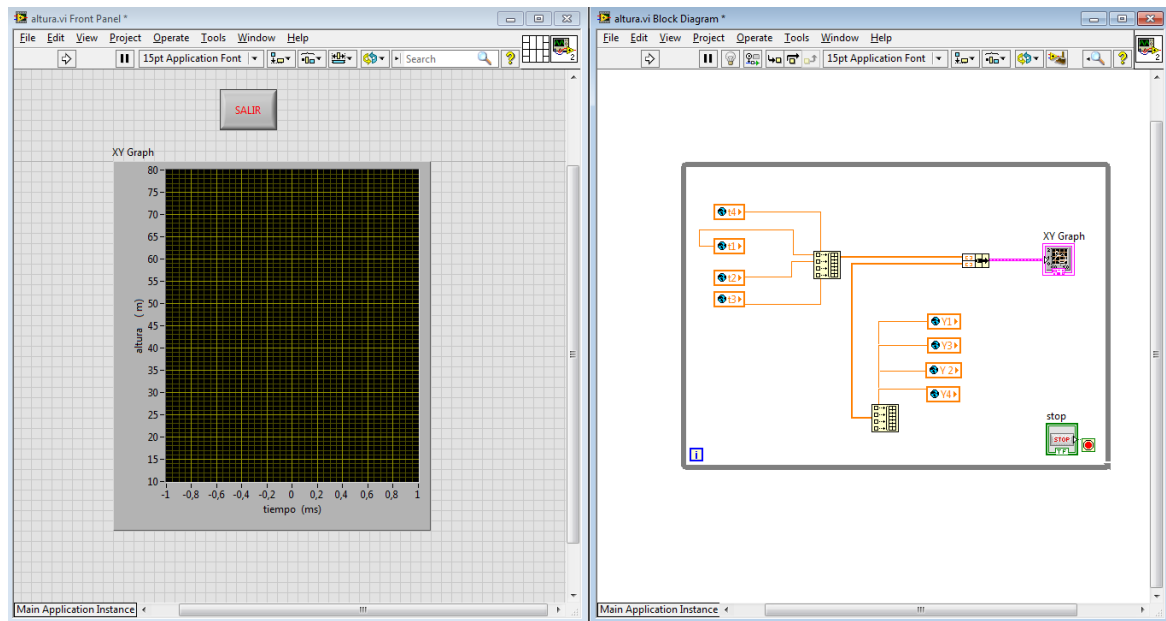
⁽¹⁾ Measured with the "Kodak neutral test card", white side with 90 % diffuse reflectance

⁽²⁾ Measured without reflecting medium

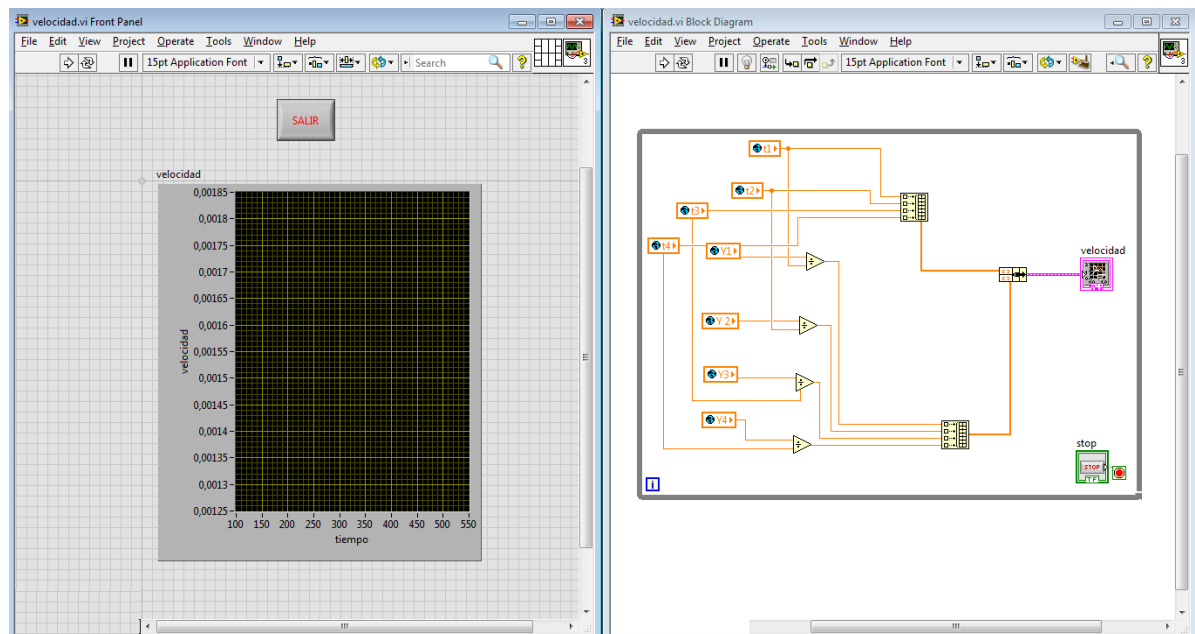
Anexos 7. Características eléctricas FOTOSENSORES

ANEXO. 8

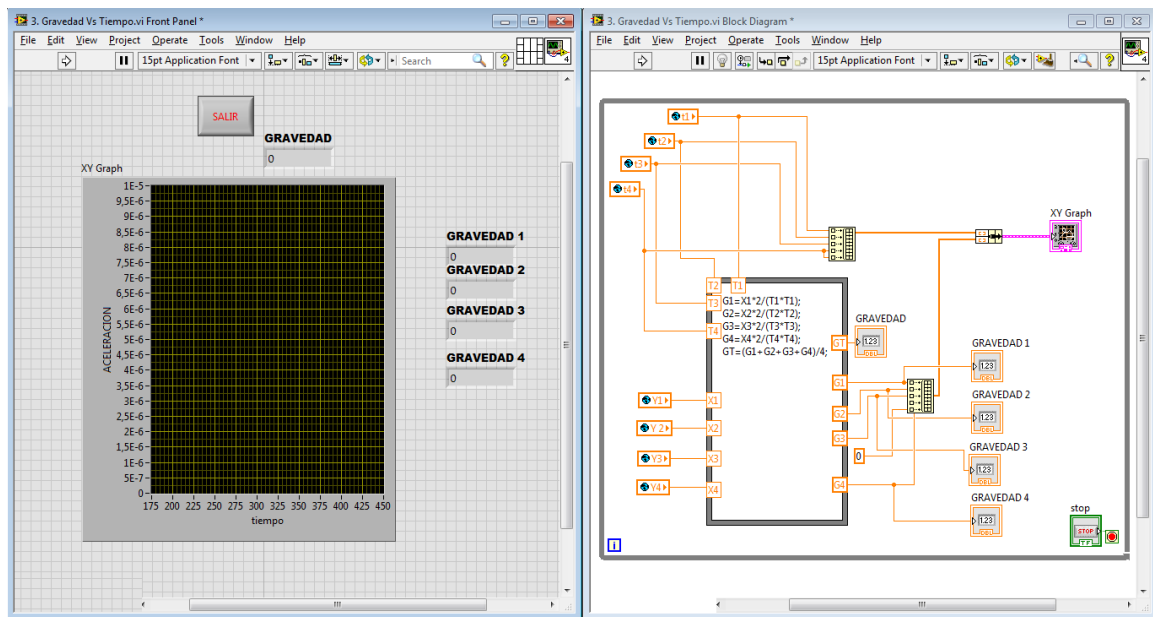
Programa LabVIEW



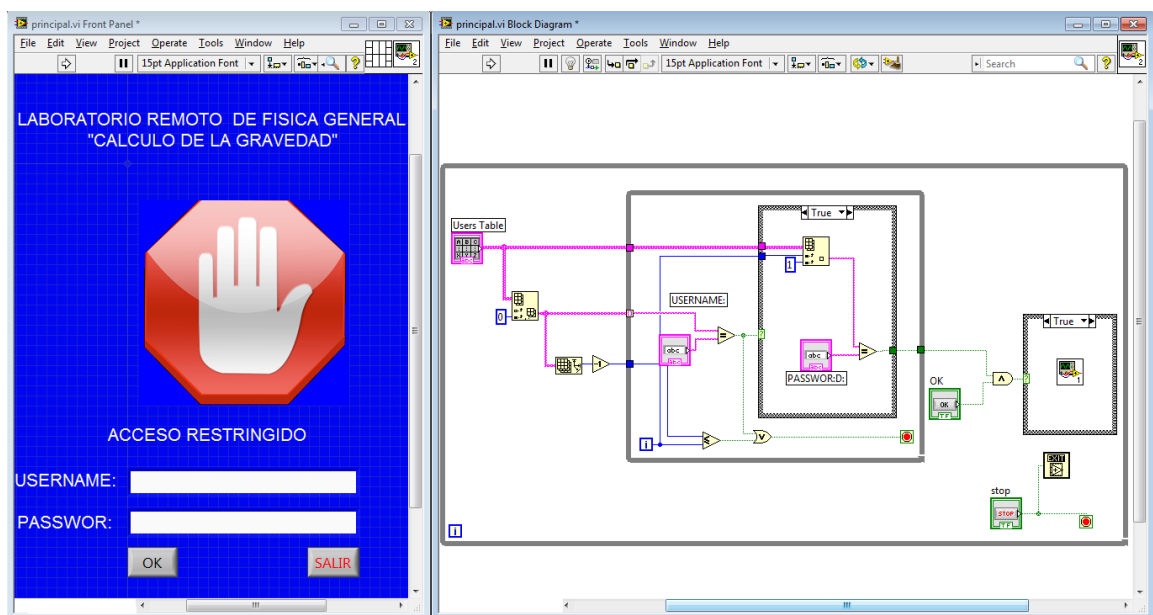
Programación altura vs tiempo en LabVIEW



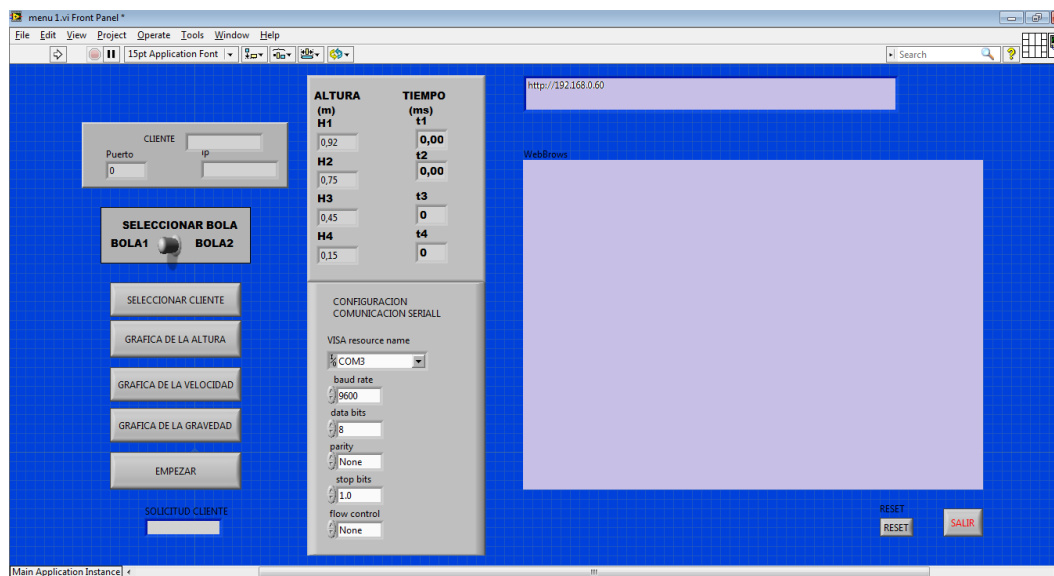
Programación Velocidad Vs Tiempo en LabVIEW



Programación Gravedad Vs Tiempo en LabVIEW



Programación página principal en LabVIEW



Panel frontal del menú principal en LabVIEW

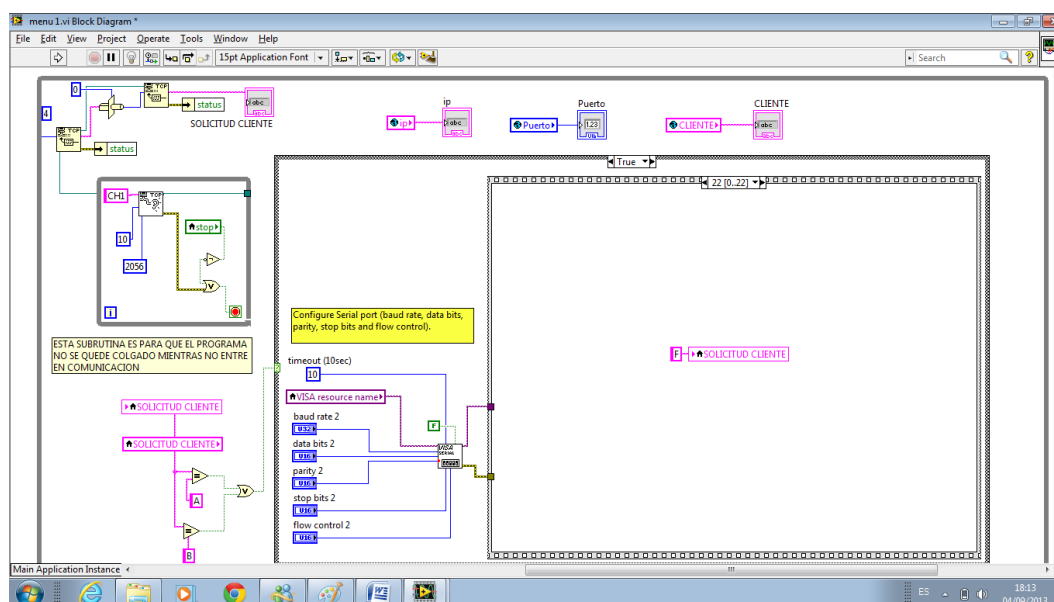


Diagrama de bloques menú principal en LabVIEW (Parte 1)

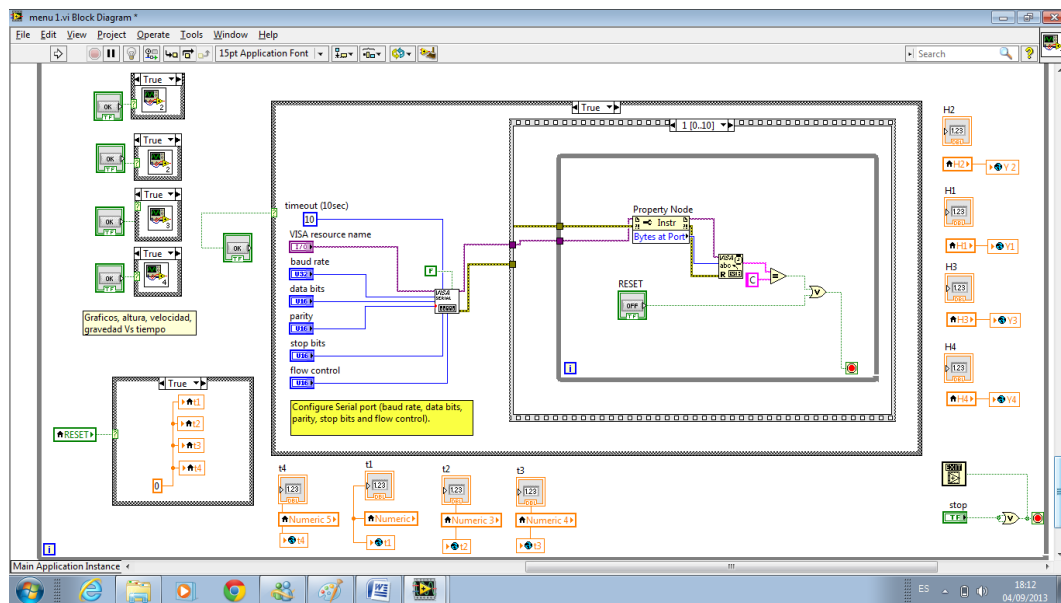


Diagrama de bloques menú principal en LabVIEW (Parte 2)

Anexos 8. Programación LabVIEW

ANEXO. 9

Programa de control para PIC16F877A

```
; PROGRAMA DESARROLLADO PARA COMANDAR EL MODULO DE GRAVEDAD:
```

```
Define osc 4
```

```
Include "modedefs.bas"
```

```
ADCON1=7
```

```
Trisb=%00001100
```

```
Trisc=%01100010
```

```
; VARIABLES
```

```
AUX VAR BYTE ; VARIABLE PARA LLEGADA DE DATO SERIAL
```

```
R VAR BYTE
```

```
; Asignación de pines:
```

```
E2 VAR PORTB.7
```

```
E1 VAR PORTB.6
```

```
MAR VAR PORTB.5
```

```
MAB VAR PORTB.4
```

```
IRAR VAR PORTB.3
```

```
IRAB VAR PORTB.2
```

```
SERVO VAR PORTB.1
```

```
SERVO2 VAR PORTB.0
```

```
FINAR VAR PORTC.5
```

```
FINAB VAR PORTC.6
```

```
; TIEMPOS PARA ENVIAR SERIALMENTE
```

```
TEMPO1 VAR BYTE
```

```
TEMPO2 VAR BYTE
```

```
TEMPO3 VAR BYTE
```

```
TEMPO4 VAR BYTE
```

```
; Variables para timer
```

```
A VAR WORD
```

```
T1 VAR WORD
```

```
T2 VAR WORD
```

DT1 VAR WORD

; Configuración interrupción timer

OPTION_REG=%1010100; PREESCALER DE 32

INTCON=%10100000

ON INTERRUPT GOTO INTERRUPT

portb=%11110011 ; para garantizar que los relés no estén activados al inicio

Inicio:

CALL M90; para garantiza que al inicio el brazo este en la mitad

; chequear al inicio de todo que el brazo este arriba:

IF FINAR=1 THEN SUBEM

SUBEM:

MAR=0

IF FINAR=1 THEN GOTO SUBEM

MAR=1

GOTO CONTINUA

CONTINUA:

; ESPERANDO LLEGADA DE DATO DEL COMPUTADOR:

SERIN PORTC.1,T9600,AUX

if AUX="A" THEN EMPIEZA1

if aux="B" then EMPIEZA2

GOTO CONTINUA

EMPIEZA1:

; RUTINA PARA TOMAR BOLA Y SOLTAR:

call ATRAS

PAUSE 2000

low E1

PAUSE 2000

CALL M90

PAUSE 1000

high E1

; MEDIDA DE TIEMPOS

T1=A

ESPERA:

IF IRAB=1 THEN SUELO

if IRAR=1 THEN SUELO

GOTO ESPERA

SUELO:

$T2=A$

IF $T2>T1$ THEN GOTO RESTA

$T1=1000-T1$

$DT1= T2+T1$

GOTO ABAJOB

RESTA:

$DT1=T2-T1$

GOTO ABAJOB

ABAJOB:

$TEMPO1=DT1/2$

; SEGUNDA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA

LOW MAB

CALL M901

BAJAM:

LOW MAB

IF $FINAB=1$ THEN GOTO BAJAM

HIGH MAB

PAUSE 2000

LOW E1

PAUSE 100

LOW MAR

PAUSE 3000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS

HIGH MAR

PAUSE 100

CALL M90

PAUSE 1000

HIGH E1

; MEDIDA DE TIEMPO 2

$T1=A$

ESPERA1:

IF $IRAB=1$ THEN SUELO1

IF $IRAR=1$ THEN SUELO1

GOTO ESPERA1

SUELO1:

$T2=A$

IF T2>T1 THEN GOTO RESTA1

T1=1000-T1

DT1= T2+T1

GOTO ABAJOB1

RESTA1:

DT1=T2-T1

GOTO ABAJOB1

ABAJOB1:

TEMPO2=DT1/2

; TERCERA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA

LOW MAB

CALL M901

BAJAM2:

LOW MAB

IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAM2

HIGH MAB

PAUSE 2000

LOW E1

PAUSE 100

LOW MAR

PAUSE 2000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS

HIGH MAR

PAUSE 100

CALL M90

PAUSE 1000

HIGH E1

; MEDIDA DE TIEMPO 3

T1=A

ESPERA2:

IF IRAB=1 THEN SUELO2

IF IRAR=1 THEN SUELO2

GOTO ESPERA2

SUELO2:

T2=A

IF T2>T1 THEN GOTO RESTA2

$T1=1000-T1$
 $DT1= T2+T1$
 GOTO ABAJOB2
 RESTA2:
 $DT1=T2-T1$
 GOTO ABAJOB2

ABAJOB2:
 $TEMPO3=DT1/2$

low MAb
 CALL M901; garantizar brazo en la mitad
 ; CUARTA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA
 BAJAM3:

LOW MAB
 IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAM3
 HIGH MAB
 PAUSE 2000
 LOW E1
 PAUSE 100

LOW MAR
 PAUSE 1000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS
 HIGH MAR
 PAUSE 100
 CALL M90
 PAUSE 1000 ; PROBLEMA CENTRAR BRAZO Y SOLTAR BOLA
 HIGH E1

; MEDIDA DE TIEMPO 4

$T1=A$
 ESPERA3:
 IF IRAB=1 THEN SUELO3
 IF IRAR=1 THEN SUELO3
 GOTO ESPERA3

SUELO3:
 $T2=A$
 IF $T2>T1$ THEN GOTO RESTA3
 $T1=1000-T1$
 $DT1= T2+T1$
 GOTO ABAJOB3

RESTA3:
DT1=T2-T1
GOTO ABAJOB3

ABAJOB3:
TEMPO4=DT1/4

LOW MAB
CALL M901

BAJAMU:
LOW MAB
IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAMU
HIGH MAB
PAUSE 2000
LOW E1
PAUSE 100
LOW MAR

; ÚLTIMA SUBIDA DEL MODULO COMPLETAMENTE:

; SUBIDA Y UBICACION DE BRAZO ARRIBA Y BOLA EN POSICION ORIGINAL

SUBEMU:
LOW MAR
IF FINAR=1 THEN GOTO SUBEMU
HIGH MAR

PAUSE 400
Call ATRAS
PAUSE 3000
HIGH E1
PAUSE 1000
CALL M90
PAUSE 2000
CALL ENVIAR_T
PAUSE 50
CALL ENVIAR_T
PAUSE 50
CALL ENVIAR_T
GOTO CONTINUA

; SUBROUTINA PARA MANEJO DE LA SEGUNDA BOLA

EMPIEZA2:

; RUTINA PARA TOMAR BOLA Y SOLTAR:

call M180

PAUSE 2000

low E1

PAUSE 2000

CALL M902

PAUSE 1000

pause 1000

high E1

; MEDIDA DE TIEMPOS

T1=A

ESPERAB2:

IF IRAB=1 THEN SUELOB2

IF IRAR=1 THEN SUELOB2

GOTO ESPERAB2

SUELOB2:

T2=A

IF T2>T1 THEN GOTO RESTAB2

T1=1000-T1

DT1= T2+T1

GOTO ABAJOB2

RESTAB2:

DT1=T2-T1

GOTO ABAJOB2

ABAJOB2:

TEMPO1=DT1/2

; SEGUNDA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA

PAUSE 1000

CALL M903

LOW MAB

CALL M901 ; jugando para bajar primer brazo

BAJAMB2:

LOW MAB

IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAMB2

HIGH MAB

PAUSE 2000


```

LOW E1
PAUSE 100
LOW MAR
PAUSE 3000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS
HIGH MAR
PAUSE 100
CALL M90
PAUSE 1000
HIGH E1

```

```

; MEDIDA DE TIEMPO 2

```

```

T1=A
ESPERA1B2:
IF IRAB=1 THEN SUELO1B2
IF IRAR=1 THEN SUELO1B2
GOTO ESPERA1B2

```

```

SUELO1B2:
T2=A
IF T2>T1 THEN GOTO RESTA1B2
T1=1000-T1
DT1= T2+T1
GOTO ABAJOB1B2
RESTA1B2:
DT1=T2-T1
GOTO ABAJOB1B2

```

```

ABAJOB1B2:
TEMPO2=DT1/2

```

```

; TERCERA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA

```

```

LOW MAB
CALL M901

```

```

BAJAM2B2:

```

```

LOW MAB
IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAM2B2
HIGH MAB
PAUSE 2000
LOW E1
PAUSE 100

```

```

LOW MAR
PAUSE 2000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS
HIGH MAR
PAUSE 100
CALL M90
PAUSE 1000
HIGH E1

; MEDIDA DE TIEMPO 3
T1=A
ESPERA2B2:
IF IRAB=1 THEN SUELO2B2
IF IRAR=1 THEN SUELO2B2

GOTO ESPERA2B2

SUELO2B2:
T2=A
IF T2>T1 THEN GOTO RESTA2B2
T1=1000-T1
DT1= T2+T1
GOTO ABAJOB2B2
RESTA2B2:
DT1=T2-T1
GOTO ABAJOB2B2

ABAJOB2B2:
TEMPO3=DT1/2

low MAb
CALL M901 ; garantizar brazo en la mitad
; CUARTA ALTURA PARA CAIDA DE BOLA
BAJAM3B2:

LOW MAB
IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAM3B2
HIGH MAB
PAUSE 2000
LOW E1
PAUSE 100

LOW MAR

```

PAUSE 1000 ; ESTE TIEMPO SE REGULARIZA PARA CONSEGUIR LAS DIFERENTES ALTURAS
HIGH MAR

PAUSE 100

CALL M90

PAUSE 1000 ; PROBLEMA CENTRAR BRAZO Y SOLTAR BOLA

HIGH E1

; MEDIDA DE TIEMPO 4

T1=A

ESPERA3B2:

IF IRAB=1 THEN SUELO3B2

IF IRAR=1 THEN SUELO3B2

GOTO ESPERA3B2

SUELO3B2:

T2=A

IF T2>T1 THEN GOTO RESTA3B2

T1=1000-T1

DT1= T2+T1

GOTO ABAJOB3B2

RESTA3B2:

DT1=T2-T1

GOTO ABAJOB3B2

ABAJOB3B2:

TEMPO4=DT1/2

LOW MAB

CALL M901

BAJAMUB2:

LOW MAB

IF FINAB=1 THEN GOTO BAJAMUB2

HIGH MAB

PAUSE 2000

LOW E1

PAUSE 100

LOW MAR

; ÚLTIMA SUBIDA DEL MODULO COMPLETAMENTE:

; SUBIDA Y UBICACION DE BRAZO ARRIBA Y BOLA EN POSICION ORIGINAL

SUBEMUB2:

LOW MAR

```
IF FINAR=1 THEN GOTO SUBEMUB2  
HIGH MAR
```

```
PAUSE 400  
call M180  
PAUSE 3000  
HIGH E1  
PAUSE 1000  
CALL M90  
PAUSE 2000  
CALL ENVIAR_T  
PAUSE 50  
CALL ENVIAR_T  
PAUSE 50  
CALL ENVIAR_T
```

```
GOTO CONTINUA
```

```
ENVIAR_T:  
SEROUT PORTC.0,T9600,["C" ]
```

```
PAUSE 80  
SEROUT PORTC.0,T9600,[TEMPO1]  
pause 80  
SEROUT PORTC.0,T9600,[TEMPO2]  
pause 80  
SEROUT PORTC.0,T9600,[TEMPO3]  
pause 80  
SEROUT PORTC.0,T9600,[TEMPO4]
```

```
RETURN
```

```
M902:
```

```
FOR R=1 TO 60 ; empezamos a cambiar este valor estaba en 20 originalmente  
HIGH SERVO  
PAUSEUS 1500 ; CON 1368 ERROR EN ULTIMA LANZADA CON 1365 MUY A LA IZQUIERDA  
CAMBIAR  
LOW SERVO  
PAUSEUS 18500  
NEXT  
RETURN
```

M903:

```
FOR R=1 TO 60 ; empezamos a cambiar este valor estaba en 20 originalmente
HIGH SERVO
PAUSEUS 1450 ; CON 1368 ERROR EN ULTIMA LANZADA CON 1365 MUY A LA IZQUIERDA
    CAMBIAR
LOW SERVO
PAUSEUS 18500
NEXT
RETURN
```

M901:

```
FOR R=1 TO 35 ; empezamos a cambiar este valor estaba en 20 originalmente
HIGH SERVO
PAUSEUS 1368 ; CON 1368 ERROR EN ULTIMA LANZADA CON 1365 MUY A LA IZQUIERDA
    CAMBIAR
LOW SERVO
PAUSEUS 18500
NEXT
RETURN
```

M90:

```
FOR R=1 TO 100 ; empezamos a cambiar este valor estaba en 20 originalmente
HIGH SERVO
PAUSEUS 1400
LOW SERVO
PAUSEUS 18500
NEXT
RETURN
```

M180:

```
FOR R=1 TO 100
HIGH SERVO
PAUSEUS 2500
LOW SERVO
PAUSEUS 20000
NEXT
RETURN
```

```

ATRAS:
FOR R=1 TO 100
HIGH SERVO
PAUSEUS 500
LOW SERVO
PAUSEUS 20000
NEXT

```

```

RETURN

```

```

; Interrupción para manejo de timer

```

```

DISABLE

```

```

INTERRUP:

```

```

A=A+1

```

```

TMR0=229 ; PARA CALCULAR EL TIEMPO EXACTO DE CAIDA DE LA BOLA

```

```

IF A<1001 THEN RESET

```

```

A=0

```

```

RESET:

```

```

INTCON.2=0

```

```

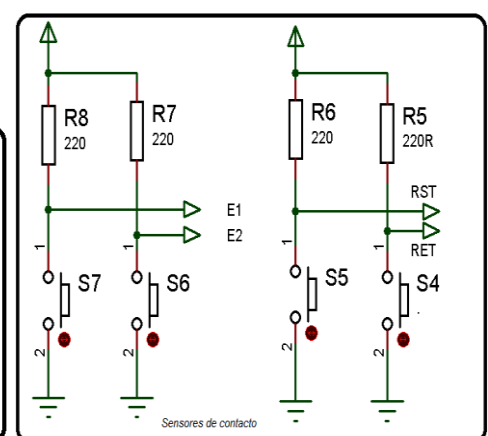
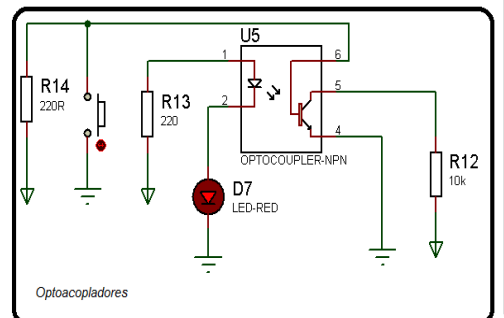
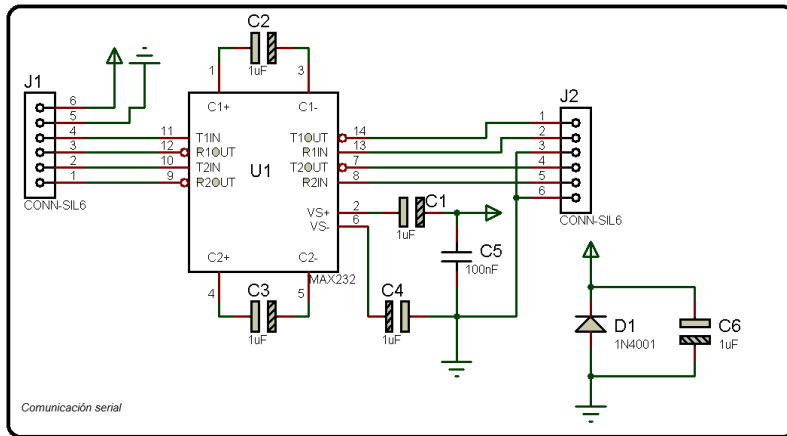
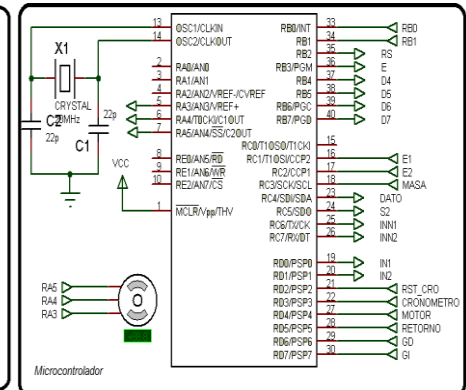
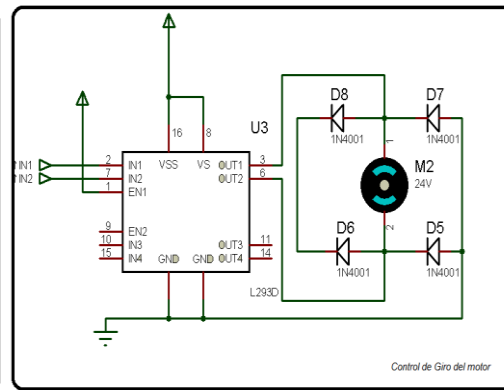
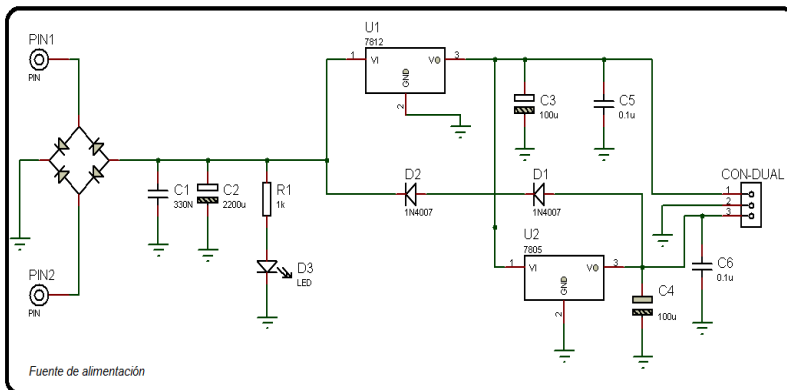
RESUME

```

Anexos 9. Programa de control PIC

ANEXO. 10

Diagrama circuital del módulo



Anexos 10. Diagrama circuital del módulo
Fuente: Investigador

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

AC	Corriente Alterna
CI	Circuito integrado
ASCII	Código estándar en el intercambio de información (EE.UU)
CPU	Unidad central de proceso
LAN	Local área network
WAN	Wide area network
OSI	Open system interconnection
DTE	Equipo terminal de datos
DCE	Equipo de comunicación de datos
EIA	Asociación de Industrias electrónicas
LCD	Display de cristal liquido
RTC	Reloj en tiempo real
RAM	Memoria de acceso directo
EEPROM	Memoria ROM borrrable y programable
PCB	Placa de circuito impreso
UART	Transmisor – Receptor Asincrónico Universal
PROTEUS	Software de simulación de circuitos electrónicos
RPM	Revoluciones por minuto del motor
USB	Bus serial universal
PIC	Peripheral Interface Controller

BIBLIOGRAFÍA

1. 134831209-Electronica-Practica-MicroControladores.pdf. (n.d.).
2. 30097309-Comunicaciones-y-Redes-de-Datos-William-Stallings.pdf. (n.d.).
3. Ambato, U. T. De, Uta, F., & Contenidos, T. D. E. (2010). Octavo Electrónica 2009 – 2010.
4. arquitectura. (n.d.).
5. Cliente-servidor, C. (1980). Capítulo 5. Cliente-Servidor. 5.1, 1–9.
6. Cpe, M. A. X. (n.d.). Drivers / Receivers Drivers / Receivers.
7. Fundamentos de Control con Matlab.pdf. (n.d.).
8. King, L. a. (1972). Bifi. doi:10.1121/1.1982078
9. Now, P., Texas, F., Supply, S. I., Shutdown, T., & Inputs, H. (2004). L293, l293d quadruple half-h drivers, (September 1986).
10. optoacoplador. (n.d.).
11. Pinout Information. (n.d.), 9311.
12. Práctico, E. L. T., Valencia, E.-, Superior, I., Enrique, P., Ciudad, J. V., & Habana, D. La. (1986). EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS : UNA R E V I S I ~ N.
13. Reyes, C. A. (n.d.). *Tercera edición*.
14. RS232-schematic-276x300. (n.d.).
15. SAVAT, S. J. (2000). *Diseño Electrónico* (Tercera., p. 244).
16. Series, T. S. M. (n.d.). Data Sheet PacDrive TMSM Servo motor Korrekturausdruck, 1–18.
17. servo motor4. (n.d.).
18. Tomasi, W. (2007). *Sistemas Comunicaciones electrónicas* (Segunda., p. 9).
19. Utilidad, I. (2014). Intranet y extranet.
20. Vargas, H., Sánchez, J., Jara, C. a., Reinoso, O., & Díez, J. L. (2010). Docencia en Automática: Aplicación de las TIC a la realización de actividades prácticas a través de Internet a la realización de actividades

prácticas a través de Internet. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 7(1), 35–45. doi:10.4995/RIAI.2010.01.03

21. Wayne. (2007). *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas* (Segunda., p. 162).