

CAPITULO 2

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capitulo se realiza un análisis de la situación actual del control de personal en el colegio universitario UTN, además se describe el diseño del hardware y las características de los diferentes dispositivos utilizados en el control de personal mediante la utilización de un controlador Ethernet y la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID).

2.2 SITUACIÓN ACTUAL DEL COLEGIO UNIVERSITARIO “UTN”

El colegio Universitario UTN está ubicado en la ciudadela el camal y es una extensión de la universidad técnica del norte. El colegio funciona en la sección diurna, y actualmente tiene 576 de alumnos, 25 de docentes, 15 administrativos y 30 de alumnos maestros.

Los alumnos maestros son estudiantes de diferentes especialidades de la facultad de educación, ciencia y tecnología FECYT. Los cuales imparten clases guiadas de contabilidad, ingles, matemáticas etc. en dicha institución educativa. Con el fin de realizar las prácticas pre profesionales obligatorias.

Las obligaciones de los alumnos maestros son similares a la de los docentes del colegio, los cuales deben cumplir un horario de entrada y salida de clases que es supervisado por el inspector de área. El registro del personal docente y de los alumnos maestros, se hace mediante un sistema tradicional basado en un registro escrito que en muchas ocasiones es susceptible a la alteración de la información.

Actualmente el colegio universitario tiene dos problemas principales con el control de personal: el primero está relacionado con la falta de control de los horarios de los

alumnos maestros, lo ideal es que cumplan con la asistencia diaria y que desempeñen correctamente su horario, de entrada y salida.

El segundo inconveniente está relacionado con la poca flexibilidad que ofrece el registro de forma manual, debido a que el supervisor de área debe realizar los reportes del personal en el mismo lugar en que se realiza el registro de los alumnos maestros.

2.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN EL CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA

El sistema de control de personal mediante la utilización de un controlador Ethernet y tecnología RFID, consta de un integrado compatible con el estándar IEEE 802.3, el cual permite la comunicación entre el sistema de control de personal y cualquier computador que utilice el estándar ethernet. Este integrado opera conjuntamente con un microcontrolador microchip de gama alta el cual se encarga de recibir y analizar la información proveniente del lector RFID, donde dicha información esta almacenada en las etiquetas RFID.

El controlador ethernet permite al supervisor o administrador monitorear de forma remota el control de personal a través de una interfaz gráfica desarrollada en labview.

En la figura 2.1 se observa el diagrama de implementación del control de personal para el colegio "UTN", mediante la utilización de un controlador ethernet y la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID).

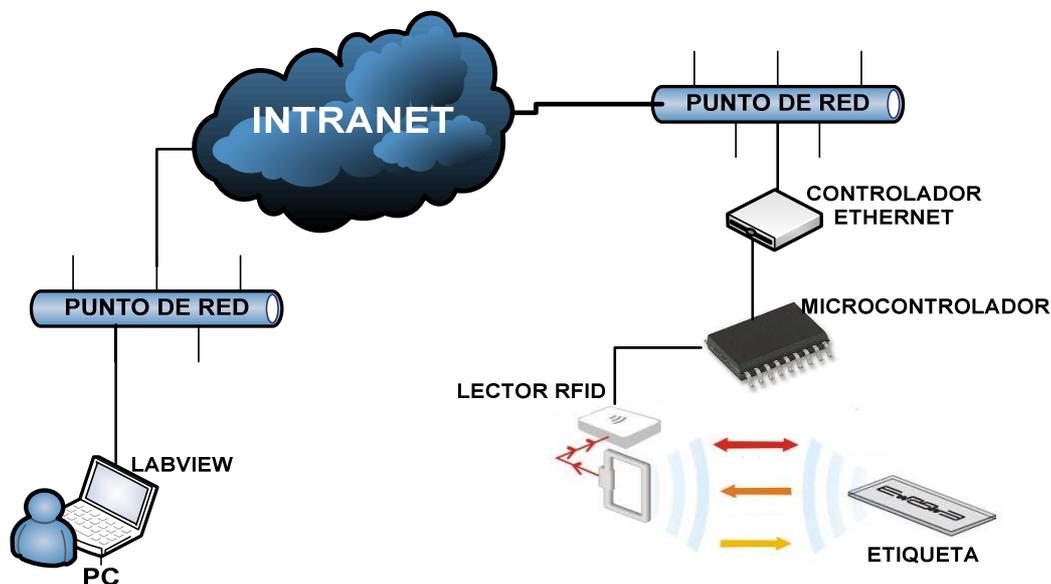


Figura 2.1 Diagrama de implementación

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.3.1 CONTROLADOR ETHERNET

El controlador ethernet es un dispositivo que nos permitirá añadir conectividad ethernet al control de personal en el colegio universitario UTN, para lo cual se requiere que cumpla algunos requisitos:

- Que el dispositivo a ser utilizado sea capaz de interactuar con una red LAN. Usando como medio de comunicación cable par trenzado del tipo categoría 6.
- Debe ser compatible mínimo con redes 10BASET en adelante.
- El dispositivo a utilizar debe ser capaz de soportar protocolos: ICMP²², UDP, TCP, IP, ARP.
- Capaz de Soportar paquetes Unicast, Multicasty Broadcast.
- Permita Convertir señales de red a señales sincrónicas SPI²³, RS-232, I2C²⁴.
- Buena disponibilidad en el mercado.

²² **ICMP** Internet Control Message Protocol (Protocolo de Mensajes de Control de Internet)

²³ **SPI** Serial Peripheral Interface Bus (bus serial de interfaz de periféricos)

²⁴ **I2C** Inter-Integrated Circuit (Circuitos Inter-Integrados)

Actualmente existen muchos fabricantes que ofrecen diversas alternativas de controladores ethernet, sin embargo escoger el adecuado resulta una tarea complicada. Para lo cual procedemos a buscar la mejor alternativa para la implementación del control de personal.

2.3.1.1 Modulo Ethernet ENC28J60-H [20]

El ENC28J60-H es uno de los módulos ethernet más pequeño del mundo. Proporciona una fácil conexión con cualquier microcontrolador a través de una interfaz de bus SPI, esto lo hace un perfecto modulo para añadir conectividad ethernet a aplicaciones embebidas.

El controlador ethernet enc28j60 requiere de varios componentes estándar que se instalen externamente, según consta en su hoja de datos, el modulo ethernet ENC28J60-H cumple con las especificaciones necesarias para un correcto funcionamiento de la comunicación ethernet.



Figura 2.2 Modulo ethernet ENC28J60-H

Fuente: <http://strawberry-linux.com/images/enc28j60.jpg>

El enc28J60 de microchip es un controlador ethernet 10Base-T (10Mbps en cables), con un Interfaz periférica serial estándar industrial (SPI). Está diseñado para ser utilizado como una interfaz de red ethernet para cualquier controlador equipado con SPI. El enc28J60 cumple con todas las especificaciones IEEE 802.3. La comunicación con el controlador del host tiene un promedio de datos de hasta 10 Mb/s.

Este circuito integrado posee las siguientes características principales:

- Convierte señales de red a señales sincrónicas SPI
- Memoria RAM²⁵ de 8Kbytes
- DMA²⁶ para transmisión rápida con la memoria de datos
- Soporta los modos de comunicación full y half-duplex.
- Interfaz SPI con velocidades de hasta 10Mbits.
- Compatible con la norma ethernet IEEE 802.3.
- Soporta paquetes unicast²⁷, multicast²⁸ y broadcast²⁹.
- Opera a 3.3V.

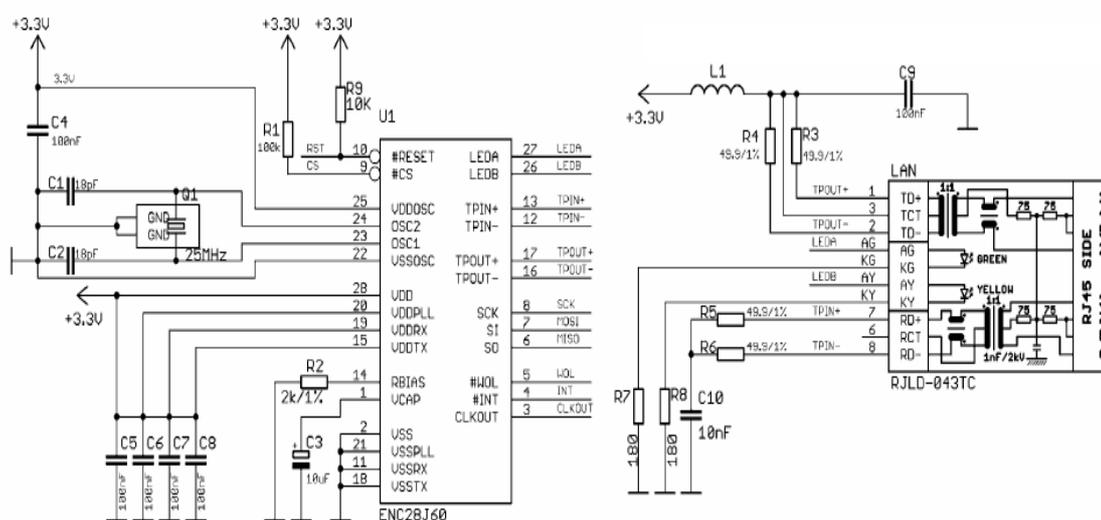


Figura 2.3 Esquema del modulo ethernet ENC28J60-H

Fuente: Hoja de datos del modulo ENC28J60-H [21]

La mayoría de los controladores ethernet vienen en encapsulados de 80 pines, el enc28J60, que cumple con la norma ethernet IEEE 802.3, ofrece características comparables, en encapsulados de 28 pines. La comunicación entre el enc28J60 y el microcontrolador ocurre por medio de la interfaz SPI; donde el controlador

²⁵ **RAM** Memoria de Acceso Aleatorio

²⁶ **DMA** Acceso Directo a Memoria

²⁷ **Unicast** Es el envío de información desde un único emisor a un único receptor.

²⁸ **Multicast** Es el envío de la información en una red a múltiples destinos simultáneamente.

²⁹ **Broadcast** Es la transmisión de un paquete que será recibido por todos los dispositivos de una red

ethernet es esclavo, por lo tanto es el microcontrolador el que suministra la señal de reloj y maneja la transmisión. Estas características combinada con el software TCP/IP que proporciona microchip de forma gratuita, proveen una solución ethernet completa para aplicaciones integradas, en donde se desee añadir conectividad ethernet.

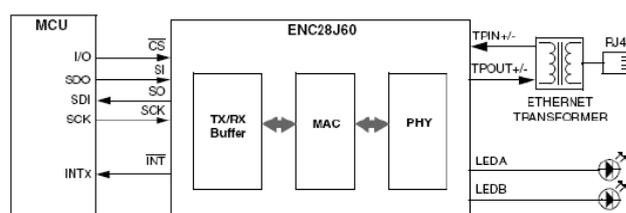


Figura 2.4 Conexión del ENC28J60 con un microcontrolador

Fuente: Hoja de datos del enc28j60 [22]

2.3.1.2 Modulo Ethernet WIZ811MJ [23]

El WIZ811MJ es un controlador ethernet fabricado por WIZnet, listo para conexiones a internet, diseñado para aplicaciones embebidas donde se requiera una fácil integración, estabilidad, buen desempeño y un reducido tamaño. Este controlador es uno de los más actuales que existen en el mercado, Internamente posee el chip WIZnet W5100, en cual incluye toda la pila TCP/IP en su interior.



Figura 2.5 Modulo ethernet WIZ811MJ

Fuente: <http://www.sparkfun.com/products/9473>

A continuación se detalla las características principales de este controlador:

- Soporta velocidades de 10/100Mbps.
- Soporta los modos de comunicación half / full dúplex

- Opera a 3.3 V con tolerancia a señales E / S de 5V.
- Posee indicadores LED del estado de la red
- Incluye los protocolos de Internet: TCP, IP Ver.4, UDP, ICMP, ARP.
- Soporta 4 conexiones independientes al mismo tiempo
- comunicación SPI con el CPU

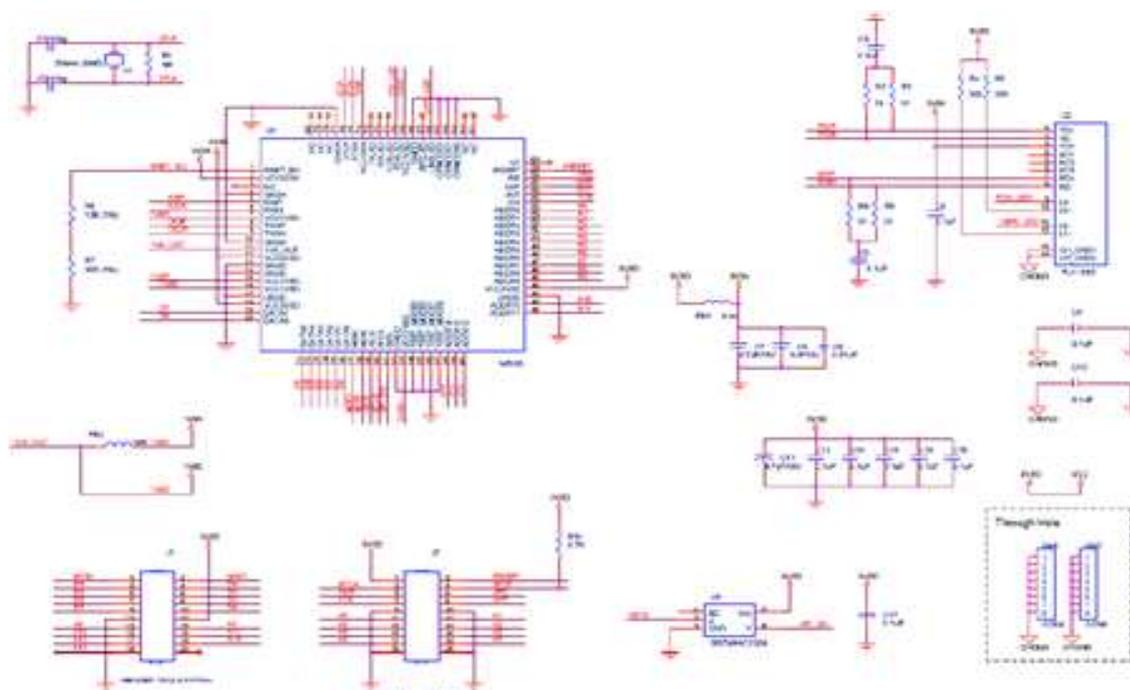


Figura 2.6 Esquema del módulo ethernet WIZ811MJ

Fuente: Hoja de datos del WIZ811MJ [24]

2.3.1.3 Modulo Ethernet SitePlayer [25]

El SitePlayer™ es un controlador desarrollado por NetMedia, este controlador gestiona los protocolos para la comunicación a través de Internet o una red LAN, y permite enviar información a cualquier dispositivo externo mediante una comunicación tipo serial o a través de las líneas de entrada y salida I/O, disponibles en este integrado.

Para poder responder a las diversas peticiones realizadas por el usuario, el módulo SitePlayer dispone de un software capaz de soportar los protocolos implicados en los

diferentes niveles de la comunicación, además cuenta con un espacio de memoria que permite almacenar las páginas Web.

El módulo SitePlayer está constituido principalmente de un transceptor Ethernet y un microcontrolador PHILIPS89C51. Donde el microcontrolador posee las instrucciones necesarias para la gestión de los protocolos de comunicación.



Figura 2.7 Módulo SitePlayer

Fuente: <http://www.robotshop.com/netmedia-siteplayer-module-rohs-3.html>

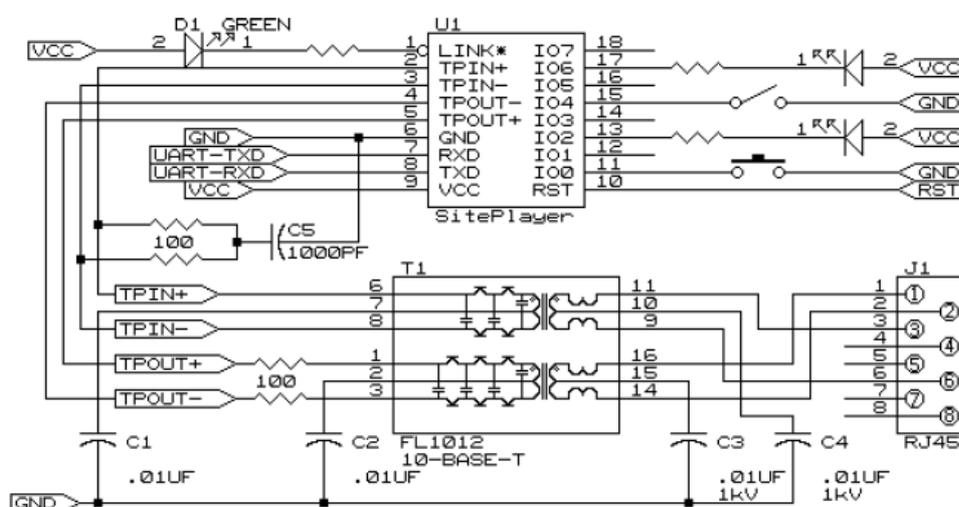


Figura 2.8 Esquema del modulo SitePlayer

Fuente: Hoja de datos del modulo SitePlayer [26]

A continuación se enumeran las características más importantes de este controlador:

- Soporta norma ethernet 10BaseT
- Posibilidad de escribir programas en JAVA, C, C++ y visual basic para el monitoreo y control remoto del SitePlayer.
- Posee 48 kbytes de memoria flash para páginas web.

- Soporta los protocolos ARP, ICMP, IP, UDP, TCP, DHCP³⁰.
- Su dirección IP puede ser estática, o dinámica obtenida de un Servidor DHCP.
- Consta de una puerta serie con una tasa de Baudios comprendida entre 300 y 115.200 bps, a utilizar como interfaz hacia un procesador.
- Conexión directa al filtro 10BaseT o a la toma RJ45 con filtros internos.

2.3.1.4 Elección de la Mejor Alternativa del Controlador Ethernet

Habiendo detallado por separado las características de cada controlador ethernet, se puede resumir lo expuesto anteriormente en la tabla 2.1:

Requisitos	ENC28j60-H	WIZ811MJ	SitePlayerTM
Capaz de interactuar con una red LAN	Si	Si	Si
Compatible con redes 10BASET	Si	Si	Si
Capaz de soportar protocolos: ICMP, UDP, TCP, IP, ARP.	Si	Si	Si
Capaz de Soportar paquetes Unicast, Multicast y Broadcast	Si	Si	Si
Permita Convertir señales de red a señales sincrónicas SPI, RS232, I2C, etc.	Si	Si	Si
Buena Disponibilidad en el mercado	Si	No	No

Tabla 2.1 Comparación entre los diferentes controladores ethernet

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

Para mayor detalle, en el anexo A se adjunta el datasheet³¹ del controlador ethernet ENC28J60-H.

Como se puede observar los controladores ENC28J60-H, WIZ811MJ y SitePlayer, tienen todas las características necesarias para proporcionar conectividad ethernet al control de personal en el colegio universitario UTN, sin embargo el controlador ethernet ENC28J60-H es fácil de conseguir en el mercado. Además el precio del ENC28J60-H comparado con los otros controladores ethernet es más barato.

A continuación en la tabla 2.2 se muestra una comparación de precios de los controladores ethernet antes mencionados.

³⁰ **DHCP** Protocolo de configuración de host dinámico.

³¹ **Datasheet** Es un documento que resume el funcionamiento y las características de un componente (por ejemplo, un componente electrónico).

Controlador Ethernet	Precio
ENC28j60-H	45 \$
WIZ811MJ	60 \$
SitePlayer	87 \$

Tabla 2.2 Precios controladores ethernet

Fuente: APM MICRO Quito - Ecuador

2.3.2 MÓDULO RFID

Para elegir el modulo RFID que se debe utilizar en el control de personal, los aspectos más importante y a considerarse son la distancia de comunicación entre el lector y la etiqueta, necesidad de protocolos anticolidión y el costo.

Por otro lado, para elegir las etiquetas se debe evaluar su durabilidad, forma, tamaño, entorno de la aplicación, temperatura de exposición, entre los más generales.

En un sistema de control de personal mediante la utilización de RFID, la distancia ideal entre el lector y la etiqueta debe ser aquella en donde la etiqueta pueda ser identificada sin necesidad de un estrecho acercamiento al lector, haciendo posible una identificación remota y rápida.

Las condiciones de funcionamiento del control de personal en el colegio universitario UTN, no requieren de protocolos de anticolidión, ya que a pesar de que existe la posibilidad de que se requiera leer dos etiquetas al mismo tiempo, no es una situación crítica, y los usuarios podrían ingresar paulatinamente y en forma ordenada.

En cuanto a las etiquetas, debido que a cada alumno maestro se le asignara una, se puede utilizar etiquetas pasivas, ya que con solo leer el código único de la misma, se puede identificar al usuario. En cuanto al tamaño, se requiere que las etiquetas sean de fácil transportación y maniobrabilidad, por lo tanto el formato de etiquetas más adecuado es el de tipo tarjeta plástica, que inclusive puede ser guardada en una billetera o similar.

Resumiendo lo expuesto anteriormente, se necesita que el sistema de control de personal mediante la utilización de tecnología RFID tenga las siguientes características:

- Lector con distancia de lectura mayor o igual a 10 cm
- Sin protocolos anticolidión
- Lector solo de lectura
- Etiquetas pasivas
- Etiquetas tipo tarjeta plástica

2.3.2.1 Lector RFID

En el mercado existe una gran variedad de lectores RFID, sin embargo no todos se ajustan a las necesidades del sistema. A continuación se presentan las características de tres lectores RFID, para analizarlos y proceder a la selección del más apropiado.

2.3.2.1.1 Módulo ID-20 [27]

El modulo ID-20 innovations, es un lector RFID para etiquetas que operan a frecuencias bajas (LF) específicamente a 125Khz, incluye una antena interna que permite leer rangos de hasta 16cm.



Figura 2.9 Lector RFID ID20

Fuente: <http://www.soselectronic.com/?str=371&artnum=54215>

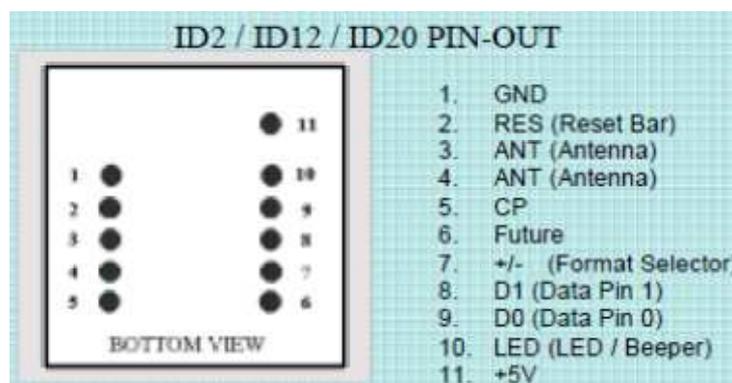


Figura 2.10 Distribución de Pines del lector ID-20

Fuente: Hoja de datos del modulo ID-20 [28]

En la tabla 2.3, se resume las características del modulo ID-20 lector RFID:

	Módulo ID20
Voltaje	4.6 – 5.4 Vdc
Corriente	65 mA
Rango de lectura	16 cm
Interface de Comunicación	Wiegand 26 Magnetic Emulation Serial ASCII (RS232)
Frecuencia	125 KHz
Formato	64 bits, código Manchester
Transponder	Sólo lectura
Código de Identificación	10 dígitos en Hex
Lectura a través de la pared	No
Protocolo anticolisión	No
Identificación audio/visual	No
Dimensiones	40 x 40 x 9 mm

Tabla 2.3 Características del módulo RFID ID20

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.3.2.1.2 Módulo RFID #28140 [29]

El Lector RFID #28140 de PARALLAX. Es un lector de baja frecuencia (125 KHz) para etiquetas pasivas. El lector recibe datos digitales por medio de su antena y los

transmite en forma serial. Para una correcta lectura las etiquetas deben estar a una distancia aproximada de 5 cm, la distancia real puede variar, dependiendo de la etiqueta y condiciones medioambientales de la aplicación.

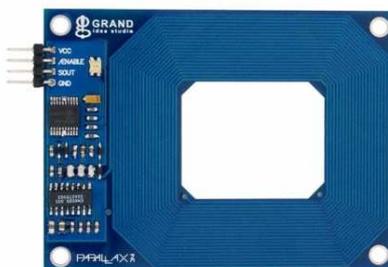


Figura 2.11 Modulo RFID #28140

Fuente: <http://parts.digikey.com/1/parts/1370890-reader-module-rfid-28140.html>

A continuación se detalla las características principales de este lector RFID:

- Frecuencia de operación de 125 KHz
- Interfaz de comunicación serial
- Voltaje de alimentación 5V
- No posee protocolo de anticolidión
- Dimensiones 62x82x4 mm

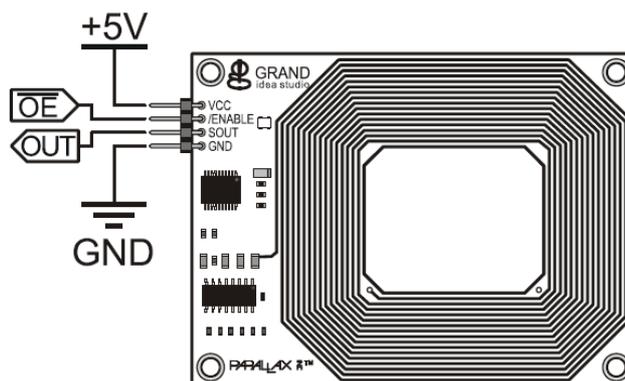


Figura 2.12 Diagrama de conexión del modulo RFID #28140

Fuente: Hoja de datos del modulo RFID #28140 [30]

2.3.2.1.3 Módulo GP90 [31]

El GP90 es un potente lector de proximidad para lecturas de largo alcance, caracterizándose por una lectura de hasta 90 cm. Es ideal para control de accesos, parkings y aplicaciones donde se requiera una lectura a través de pared.



Figura 2.13 Módulo GP90

Fuente: http://www.kimaldi.com/productos/sistemas_rfid/lectores_rfid_y_tags_125_khz/lectores_y_grabadores_rfid_125_khz/lector_proximidad_gp90

A continuación se detalla las características principales del modulo GP90:

- Lectura de etiquetas de 125 kHz.
- Alto rango de lectura: hasta 90 cm.
- Encapsulado para usos externos.
- Puede ser configurado para las salidas más usuales como: RS-232 serial ASCII y salida RS-485³².

2.3.2.1.4 Elección de la Mejor Alternativa del Lector RFID

Habiendo detallado por separado las características de cada lector RFID, se puede resumir lo expuesto anteriormente en la tabla 2.4:

Requisitos	ID-20	RFID #28140	GP90
Lector con distancia de lectura mayor o igual a 10 cm	Si	Si	Si
Sin protocolos anticolidión	Si	Si	Si
Lector solo de lectura	Si	Si	Si

Tabla 2.4 Comparación entre los diferentes lectores RFID

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

³² **RS-485** Es un estándar de comunicaciones en bus de la capa física del Modelo OSI.

Para mayor detalle, en el anexo B se adjunta el datasheet del lector ID-20.

Como se puede observar los lectores ID20, RFID #28140 y GP90 tienen las características necesarias, Sin embargo la disponibilidad en el mercado del RFID #28140 y del GP90 es muy baja, lo que hace que su costo sea elevado.

Por otro lado el lector ID20, si bien es de menor alcance, se utiliza mucho en sistemas de control de personal por su bajo costo y alta disponibilidad en el mercado.

Por lo tanto, para el desarrollo de la presente aplicación se ha utilizado este lector.

2.3.2.2 Etiquetas RFID

La elección de la etiqueta RFID está relacionada con el tipo de lector RFID antes elegido, por lo tanto debe cumplir algunas características como el funcionamiento a baja frecuencia (LF), tipo pasiva, solo lectura, etc. Que permita una correcta lectura de la etiqueta.

A continuación se presentan las características de tres etiquetas RFID, para analizarlos y proceder a la selección del más apropiado.

2.3.2.2.1 Etiqueta RFID tipo Disco [32]

La etiqueta RFID tipo disco, es una etiqueta transparente que opera a frecuencias bajas (125KHz), usada frecuentemente para control de procesos, automatización de fábricas, Identificación de artículos y seguridad.



Figura 2.14 Etiqueta RFID tipo Disco

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/products/rfid-disk-tag.html>

A continuación se detallan las características de la etiqueta RFID tipo disco:

- Frecuencia de operación: 125 KHz
- Etiqueta solo de lectura

- Material: PVC³³
- Temperatura de funcionamiento: -40 a 70 grados centígrados
- ID único de 32-bit
- Diámetro (milímetro): 18m m, 22m m, 25m m, 30m m, etc.

2.3.2.2.2 *Etiqueta RFID tipo Llavero [33]*

Este es un llavero con una etiqueta de RFID en su interior, trabaja en el rango de radiofrecuencia de 125kHz. Tienen un código único de 32-bit y no son reprogramables. Es de color gris, azul, etc.



Figura 2.15 Etiqueta RFID tipo Llavero

Fuente: <http://www.5hz-electronica.com/llaverorfid.aspx>

A continuación se detallan las características de la etiqueta RFID tipo llavero:

- Frecuencia de Operación de 125kHz
- Etiqueta solo de lectura
- Codificación tipo Manchester
- ID único de 32-bit
- Temperatura de funcionamiento: -10 a 50 grados centígrados
- Dimensiones 40 × 32 × 4.8 mm

2.3.2.2.3 *Etiqueta RFID tipo Tarjeta [34]*

La etiqueta RFID tipo tarjeta es desarrollado por la empresa EM microelectrónica y tiene en su interior un circuito integrado CMOS³⁴ EM4100. Donde la programación del circuito se realiza mediante la fusión láser que permite almacenar un código único en cada chip.

³³ **PVC** Policloruro de Vinilo

³⁴ **CMOS** Complementary metal-oxide-semiconductor (Semiconductor complementario de óxido de metal)



Fuente: <http://www.o-digital.com/wholesale-products/2226/2233-1/EM41004102-RFID-ID-Card-129216.html>

Figura 2. 16 Etiqueta RFID EM4100

A continuación se detallan las características de la etiqueta RFID:

- Frecuencia de operación 100 - 150 KHz
- Codificación Manchester
- Arreglo de 64 bits de memoria de solo lectura
- Velocidad de transmisión de 64 bits/ciclo
- Rectificador de onda completa en el chip
- Tamaño reducido del chip
- Bajo consumo de energía
- Graba información 1 sola vez
- La tarjeta tiene una dimensión de 54 x 85.5 x 0.8 mm. , mientras que el chip mide 1041 x 1016 um.

2.3.2.2.4 Elección Mejor alternativa en Etiqueta RFID

Habiendo detallado por separado las características de cada etiqueta RFID, se puede resumir lo expuesto anteriormente en la tabla 2.5:

Requisitos	Disco	Llavero	Tarjeta
Etiqueta tipo pasiva	Si	Si	Si
Etiqueta solo de lectura	Si	Si	Si
Material de elaboración(platico)	Si	Si	Si

Tabla 2.5 Comparación entre los diferentes tipos de etiquetas RFID

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

Como se puede observar las etiquetas tipo disco, llavero y tarjeta poseen todas las características necesarias para la implementación del sistema de control de personal en el colegio universitario UTN. Pero la etiqueta RFID seleccionada es la etiqueta tipo tarjeta debido a su forma rectangular en la cual se puede colocar información adicional del alumno maestro y que puede ser guardada en una billetera o similar.

2.3.3 MICROCONTROLADOR

El microcontrolador es un circuito programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo que lo gobierna.

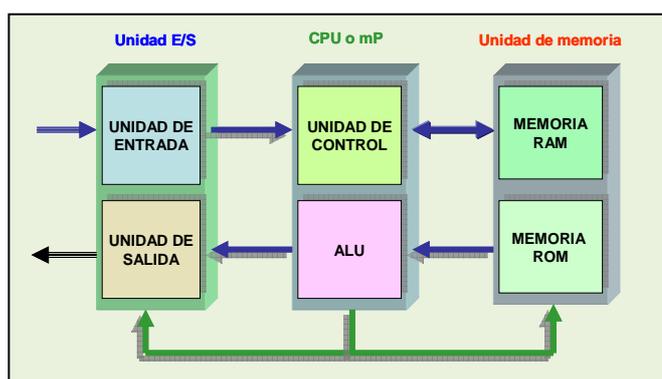


Figura 2.17 Estructura de un microprocesador

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

Existen varios fabricantes de microcontroladores, donde según su volumen de ventas y diversidad de modelos se puede establecer como principales a los siguientes fabricantes:

- Microchip Technology Corp.
- Atmel Corp
- STMicroelectronics
- Motorola Semiconductor Corp.

Los fabricantes listados anteriormente ofrecen una amplia gama de productos de difícil selección a simple vista, por lo que se deben considerar algunos parámetros para la selección de la mejor alternativa de microcontrolador, como los siguientes:

- El encapsulado del microcontrolador debe ser de preferencia tipo DIP³⁵ por la facilidad para realizar pruebas.
- El microcontrolador debe ser de 8 bits, pues para el manejo del controlador ethernet y lector RFID, no se necesita mucha carga de procesamiento.
- El microcontrolador debe tener necesariamente soporte de protocolo SPI para la comunicación con el controlador ethernet.
- El microcontrolador debe tener necesariamente modulo serial para la comunicación con el lector RFID.
- Memoria EEPROM³⁶ para almacenamiento permanente de datos.
- El número de pines de entrada/salidas del microcontrolador, debe ser mayor a 30, ya que se necesitan para incluir elementos como GLCD, led, etc.

2.3.3.1 Elección de la mejor alternativa de microcontrolador

Por la facilidad de encontrar en el mercado local dispositivos de fabricantes como MICROCHIP y ATMEL se tomo estas alternativas de dispositivos para el estudio.

Tomando en cuenta los requerimientos del sistema de control de personal para el colegio universitario UTN, en la tabla 2.6 se indica dos de los microcontroladores más frecuentemente utilizados en nuestro entorno.

Alternativas	Arquitectura	Memoria FLASH	Memoria EEPROM	Pines Entrada/Salida	Modulo SPI	Modulo Serial	Encapsulado
ATMEGA32	8 bits	32 Kbyte	256 byte	36	Si	Si	DIP
PIC18F452	8 bits	32 Kbyte	1 Kbyte	32	Si	Si	DIP

Tabla 2.6 Características de microcontroladores se ajustan a las necesidades del sistema

Fuente: hoja de datos del PIC 18F452 y ATMEGA32

³⁵ **DIP (Dual in-line package)** Es una forma de encapsulamiento común en la construcción de circuitos integrados.

³⁶ **EEPROM** Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory (ROM programable y borrable eléctricamente).

Como se puede observar los dos microcontroladores cumplen con las características necesarias para el desarrollo del proyecto, pero para una óptima elección del microcontrolador es necesario establecer algunas métricas como son la disponibilidad en el mercado y el precio.

Microcontrolador	Precio	Disponibilidad
PIC18F452	12 \$	Excelente
ATMEGA32	11 \$	Limitada

Tabla 2.7 Precio y disponibilidad de microcontroladores

Fuente: APM MICRO Quito - Ecuador

Según el análisis realizado, el PIC18F452 del fabricante microchip es la mejor opción para implementar el sistema de control de personal en el colegio universitario UTN, con tecnología RFID y controlador ethernet.

2.3.3.2 Microcontrolador PIC18f452 [35]

En los últimos años, microchip ha lanzado varias gamas de PIC con elevadas prestaciones, el PIC18F452 que es un microcontrolador de gama alta y tiene también un empaquetamiento tipo DIP. En la figura 2.18 se puede apreciar la distribución de pines del microcontrolador PIC18F452, utilizado en la implementación del sistema de control de personal.

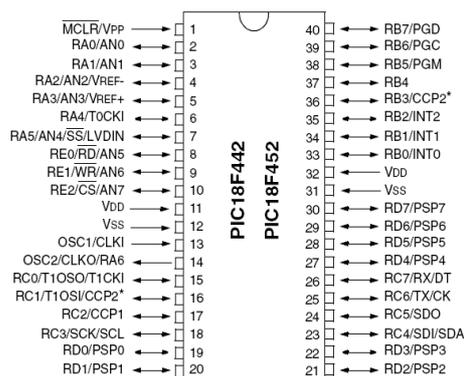


Figura 2.18 Distribución de pines del PIC18F452

Fuente: Hoja de datos del PIC18F452 [36]

Las características principales del PIC18F452 son las siguientes:

- 32Kbytes de memoria flash
- 1536 bytes de memoria RAM
- 256 bytes de memoria EEPROM
- Acepta un amplio rango de voltaje de Alimentación (2.5V a 5.5V).
- Tiene una Velocidad de operación de asta 40MHZ
- Tiene 5 puertos y 40 pines en empaquetamiento tipo DIP
- Posee 18 fuentes de interrupción
- Tiene un conversor A/D de 10 bits, con 13 canales de entrada
- Alta capacidad de corriente como fuente/drenador (25 mA / 25 mA).
- Tiene dos módulos: Captura/Comparación/ PWM³⁷ (CCP³⁸) de señales.
- Tiene un puerto serial maestro sincrónico (MSSP), que soporta SPI e I2C (en sus modos Maestro y Esclavo).
- Tiene un módulo USART³⁹ direccionable, que soporta RS-485, RS-232.
- Posee un compilador C optimizado acorde a su arquitectura,
- Tiene un Timer (WDT⁴⁰) con período programable desde 4 ms a 131 ms.
- Soporta programación serie en circuito (ICSP⁴¹)

El PIC18F452, está diseñado con arquitectura Harvard, en la que la memoria de programa y de datos poseen buses diferente, para intercambiar datos con la ALU (Unidad aritmética lógica), razón por la cual la memoria de programa es 16 bits y la memoria de datos sea de 8 bits.

El microcontrolador, está basado en la arquitectura RISC (Set de Instrucciones Reducido), contemplan la mayoría de las características de esta arquitectura. Entre ellas se pueden destacar, set de instrucciones homogéneo, reducido número de instrucciones y alta velocidad.

³⁷ **PWM** Modulación por ancho de pulsos.

³⁸ **CCP** Módulos (Capturar / Comparar / PWM).

³⁹ **USART** Universal Synchronous/Asynchronous Receiver Transmitter (Transmisor y Receptor Sincrónico / Asincrónico Universal).

⁴⁰ **WDT** Watchdog timer (Perro guardián).

⁴¹ **ICSP** In Circuit Serial Programming (Programación serial en circuito)

2.3.4 LECTOR RFID USB

El Lector RFID USB de SPARKFUN⁴² es una base para los lectores RFID, lo que lo hace ideal para tener un sistema RFID completo. Esta base de uso muy sencillo posee un conector USB – serial que es válido para los lectores ID-2, ID-12, y ID-20.

Además, mediante la interfaz USB o serial permite leer el código de la etiqueta a través de un microcontrolador o con un programa de terminal con la configuración típica: 9600bps 8N1. Incluye un led indicador que parpadea cuando se detecta una etiqueta y también un zumbador que pita con cada lectura exitosa.



Figura 2.19 Lector RFID USB

Fuente: <http://www.bricogeeek.com/shop/273-lector-rfid-usb.html>

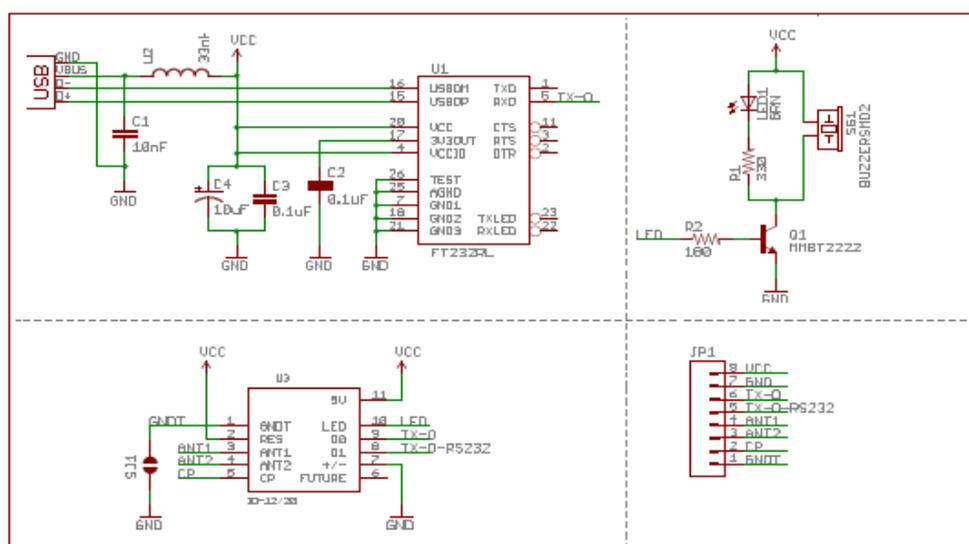


Figura 2.20 Distribución de pines del lector RFID USB

Fuente: Hoja de datos del lector RFID USB [37]

⁴² SPARKFUN Tienda electrónica en línea

2.3.5 PANTALLA GRÁFICA LCD [38]

La Pantalla Gráfica de Cristal Líquida o GLCD (acrónimo del inglés Graphic Liquid Crystal Display) es una pantalla plana formada por una matriz de píxeles monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. Por lo general son manejados mediante microcontroladores para la configuración y utilización de la misma.



Figura 2. 21 Pantalla gráfica de cristal líquida JHD12864E

Fuente: http://www.discoverelectronicsrobotics.com/product.php?id_product=50

Las principales características de este GLCD son:

- 128x64 píxeles
- 2 controladores gráficos KS0108 (cada uno controla una mitad de la pantalla)
- Tiempo de vida mínimo: 100.000 horas
- 1024 bytes de memoria

La distribución de los pines para el modelo JHD12864E, que utilizaremos en el sistema, es la siguiente:

Pin	Puerto	Función
1	VSS	Tierra
2	VDD	Alimentación
3	Vo	Tensión de contraste
4	RS	Entrada de datos
5	R/W	Lectura/escritura
6	E	Enable (habilitación)
7-14	DB0-DB7	Bus de datos
15	CS1	Chip select 1
16	CS2	Chip select 2
17	RST	Reset
18	VEE	Voltaje negativo
19	LED+	Ánodo del backlight
20	LED-	Cátodo del backlight

Tabla 2.8 Descripción de los pines de la GLCD JHD12864E

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.3.6 FUENTE DE ALIMENTACION

Todo circuito electrónico contiene alguna forma de alimentación eléctrica, donde la fuente de alimentación se encarga de adecuar las características y parámetros de la energía proveniente de la fuente primaria, según las necesidades de la carga.

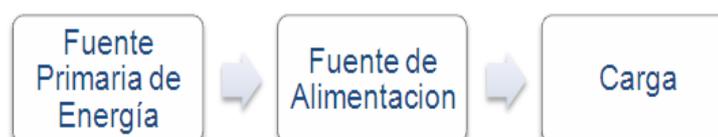


Figura 2.22 Diagrama de fuente de alimentación con carga

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

Para el diseño de la fuente de alimentación se debe conocer cuál es el voltaje que los elementos necesitan para funcionar, así como la corriente que la fuente debe entregar al hardware del sistema de control de personal.

Para conocer el valor de la corriente, se necesita calcular la corriente máxima que consumen todos los elementos juntos. A continuación se muestra los requerimientos de corriente de todos los elementos:

Elemento	Corriente
Microcontrolador	200mA
Modulo ID20	200mA
Lector RFID USB	50mA
Leds indicadores	45mA
ENC28j60-H	200mA
GLCD	150mA
Total	845mA

Tabla 2.9 Consumo Total de corriente del sistema

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

La mayoría de elementos requieren 5Vdc de alimentación, por lo tanto con lo analizado anteriormente es necesaria una fuente de 5Vdc de 1000mA.

En el mercado local existen diversas opciones de fuente de alimentación, para lo cual procedemos a buscar la mejor alternativa para la implementación del sistema de control de personal en el colegio universitario UTN.

2.3.6.1 SW07-1AAC

El SW07-1AAC es una fuente de alimentación de 5v y 1.5A, país de origen china, utilizada ampliamente en equipos de seguridad, circuitos electrónicos, etc.

Entre las características más importantes tiene:

- Tamaño mediano
- Sobretensión, protección de la sobrecarga
- Protección del cortocircuito
- Quemadura a carga plena del 100% en prueba
- Temperatura de trabajo baja

A continuación según el fabricante se detallan las especificaciones más importantes de la fuente de alimentación SW07-1AAC:

SALIDA VOLTAJE	CORRIENTE DE SALIDA		SALIDA VATIAJE	EFICACIA	TOTAL REGULACIÓN
	MINUTO	Max			
+5V	A	1.5A	8W	el 80%	el ±1%

Tabla 2.10 Características de la fuente de alimentación SW07-1AAC

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/5v-switching-mode-power-supply-368543015.html>



Figura 2.23 Fuente de alimentación SW07-1AAC

Fuente: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/5v-switching-mode-power-supply-368543015.html>

2.3.6.2 S-60-5

La fuente de alimentación S-60-5, es una fuente de tipo industrial de Precio bajo y alta confiabilidad. Entre las características más importantes tiene:

- Protección contra los cortocircuitos y contra las sobrecargas
- Sistema de enfriamiento por convección natural con conexiones por tornillo
- Energía de entrada de la CA conveniente para el mundo
- Suave empuje de corriente puede reducir el impacto de la entrada de CA
- Tamaño compacto y ligero

A continuación según su hoja de datos se detallan las especificaciones más importantes de la fuente de alimentación a utilizar para el sistema de control de personal.

Especificación	Modelo (S-60-5)
Voltaje de salida de C.C.	5V
Corriente de salida	10 ^a
Gama de corriente de salida	0-12 ^a
Onda y ruido	120mVp-p
Potencia de salida	60W
Eficacia	el 93%
Corriente de entrada	2A/115V 1A/230V
Coeficiente de temperatura	±0.03% (0~50°C)
Peso	0.55Kgs

Tabla 2.11 Especificaciones de fuente de alimentación S-60-5

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.



Figura 2. 24 Fuente de alimentación 5V – 10A

Fuente: http://www.electronicallugo.com/index.php?main_page=product_info&products_id=5991 [39]

2.3.6.3 Elección Mejor alternativa de la Fuente de Alimentación

Habiendo detallado las características de cada fuente de alimentación, se puede observar que las dos fuentes poseen las características necesarias para la alimentación del hardware del sistema de control de personal. Sin embargo se debe tomar otras consideraciones como la disponibilidad, tamaño y el precio para una elección adecuada de la fuente de alimentación.

Fuente de Alimentación	Tamaño	Precio	Disponibilidad
S-60-5	Reducido	35 \$	Excelente
SW07-1AAC	Grande	30 \$	Limitada

Tabla 2.12 Comparación entre los diferentes tipos fuentes de alimentación

Fuente: APM MICRO Quito - Ecuador

Por lo tanto la fuente de alimentación elegida para la implementación del sistema de control de personal con tecnología RFID y controlador ethernet es la S-60-5, por su reducido tamaño y alta disponibilidad en el mercado.

Según las características del controlador ethernet ENC28J60-H, este necesita una alimentación a 3.3v. Para lo cual utilizamos un regulador de voltaje, el cual cumple dos labores fundamentales: evitan el “rizado” o ruido del voltaje proveniente del circuito rectificador (remanente de CA) y entregan un voltaje constante de CC en la salida de las fuentes de poder, independiente de las variaciones en la corriente exigida por la carga o de las variaciones en el voltaje de alimentación de CA.

2.3.6.4 LD33CV

El LD33CV es un regulador de baja tensión de salida, capaz de proporcionar hasta 900 mA de corriente de salida y una tensión fija de 3.3v. En la figura 2.25 se puede observar la distribución de pines correspondiente al regulador LD33CV; el primer pin a tierra, el segundo a pin corresponde a la salida, y el tercer pin es de entrada.



Figura 2.25 Distribución de Pines del LD33CV

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.4 FUNCIÓN DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS

En la Tabla 2.13 se muestra la lista de los elementos utilizados y su función en el sistema de control de personal con tecnología RFID y un controlador ethernet para el colegio universitario UTN.

Elemento	Función
Tarjeta RFID	Identificar al usuario, tiene un código único
Lector RFID	Leer el código de las tarjetas RFID y enviarlo al microcontrolador
Lector RFID USB	Base para el lector RFID
Microcontrolador	Realiza el control del sistema
Modulo Ethernet ENC8J60-H	Convierte señales de red a señales sincrónicas SPI y viceversa
GLCD	Indicador de ingreso de usuario
S-60-5	Fuente de alimentación para circuito
LD33V	Regula voltaje a 3.3v

Tabla 2.13 Elementos Utilizados y su función

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE LOS ELEMENTOS

Una vez que se ha detallado las características técnicas de los elementos, en esta sección se muestra la conexión de los elementos entre sí. El hardware del sistema de control de personal es construido de forma modular, obteniéndose tres partes que se indican a continuación:

- Circuito de Lector RFID
- Circuito de Control
- Circuito de Alimentación

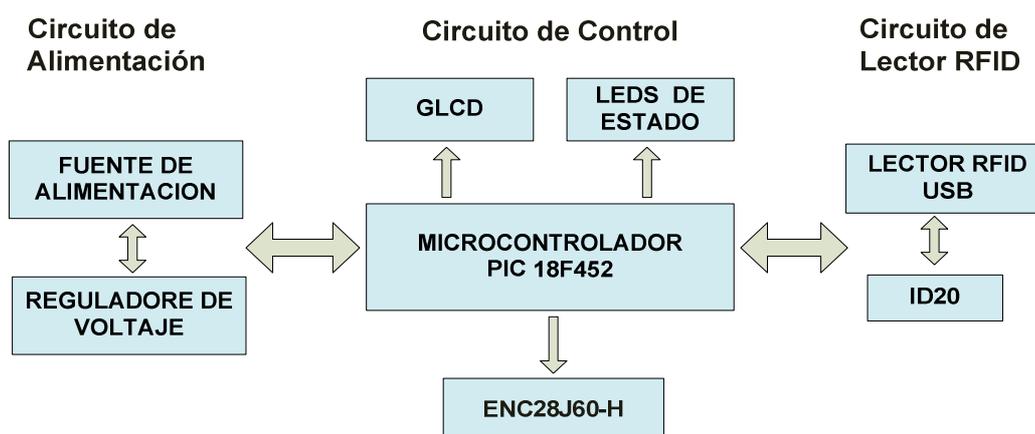


Figura 2.26 Diagrama de Bloques del Sistema

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.1 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL LECTOR RFID

La presentación de los lectores RFID pueden variar de acuerdo al fabricante y el rango de alcance. Por lo general los lectores RFID de corto alcance pueden encontrarse como circuitos integrados o en cajas plásticas.

El Lector RFID USB y el ID-20 forman un sistema RFID completo que permite una fácil implementación. El tipo de conexión que se utiliza está basado en el diagrama recomendado en la hoja de datos, en donde básicamente el lector RFID USB es un zócalo para el ID-20.

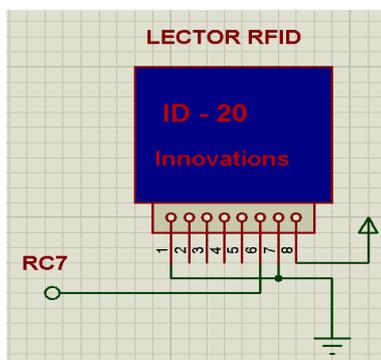


Figura 2.27 Diagrama de conexiones del lector RFID

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.2 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control se encarga de recibir mediante RS-232 los datos provenientes del lector RFID ID-20 y de enviarlos vía ethernet a un servidor centralizado que se encuentre dentro de la red, mediante el uso del modulo ethernet ENC28J60-H. Además incorpora una pantalla gráfica GLCD y leds que permite visualizar el funcionamiento del sistema de control de personal.

2.5.2.1 Distribución de los Pines del Microcontrolador

La distribución de pines del microcontrolador se ha realizado de la mejor manera, teniendo presente el tipo de señal a recibir el PIC y las características del mismo, ya sean estas señales de los tipos analógicos o digitales. En esta sección se muestra la conexión de los elementos al microcontrolador, tal como se muestra en la tabla 2.14.

Elemento	Nº Pines	Puerto	Pin	Función
Lector RFID	1	Puerto C	RC7	Comunicación Serial
GLCD	14	Puerto B y D	B0-B5;D0-D7	Salida
Leds	3	Puerto E	E0-E2	Salida
ENC28J60-H	5	Puerto C	RC0,RC1,RC3-RC5	Comunicación SPI

Tabla 2.14 Distribución de pines en el microcontrolador PIC18F452

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.2.2 Diagrama de Conexión del Modulo Ethernet ENC28j60-H

El ENC28J60-H es un transceiver⁴³ que convierte los datos ethernet a SPI, y es capaz de soportar niveles de voltaje TTL⁴⁴, por lo que se puede conectar directamente con un microcontrolador equipado con SPI.

En la figura 2.28 se aprecia la conexión entre el modulo ethernet ENC28J60-H y algunos pines del puerto C del microcontrolador PIC18F452, como también la alimentación a 3.3v para un correcto funcionamiento del modulo.

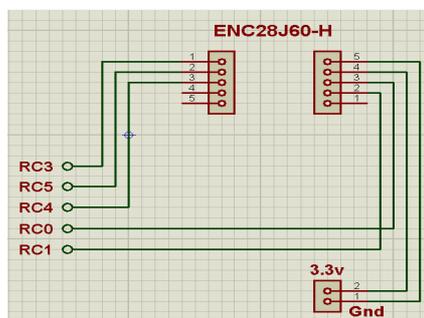


Figura 2.28 Diagrama de conexión del controlador ethernet ENC28J60-H

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.2.3 Diagrama de Conexión de GLCD

La pantalla GLCD permite visualizar la bienvenida e ingreso de un usuario al sistema de control de personal. La ventaja de este tipo de pantallas es que podemos visualizar caracteres y también gráficos en un entorno muy amigable para el usuario.

⁴³ **Transceiver** Dispositivo que recibe la potencia de un sistema mecánico, electromagnético o acústico y lo transmite a otro, generalmente en forma distinta.

⁴⁴ **TTL** Transistor transistor logic (lógica transistor a transistor).

Las 8 líneas de datos (D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7) están conectadas con 8 líneas del puerto D y las líneas de control (RS, RW, E, CS1, CS2, RST) están conectados al puerto B del microcontrolador.

En la figura 2.29 se aprecia la conexión entre la pantalla GLCD y los pines del microcontrolador PIC18F452.

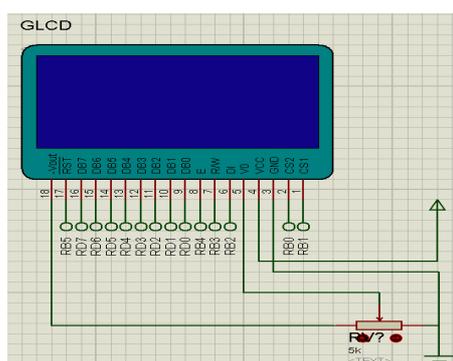


Figura 2.29 Diagrama de conexión de la GLCD

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.2.4 Diagrama de Conexión de leds

Los leds conectados al puerto E del PIC18F452, indican las diferentes etapas de funcionamiento del sistema de control de personal (inicio sistema, registro de usuario, etc.). Un diodo led debe estar conectado a través de una resistencia que limite la corriente, para un caso típico ronda en los 15 mA. La resistencia se calcula con la corriente que necesita el led para funcionar I_f , el voltaje de polarización V_f y el voltaje de alimentación E :

$$R = \frac{(E - V_f)}{I_f} = \frac{(5 - 0,7)}{15mA} = 286,6 \Omega$$

Se utiliza una resistencia estándar de 330 Ω .

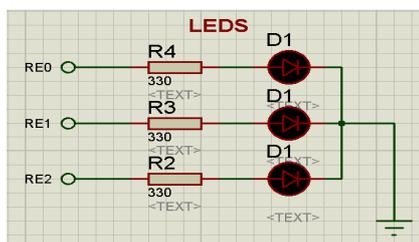


Figura 2.30 Diagrama de conexión de leds

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.5.3 DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN

El circuito de alimentación se encarga de la alimentación para el circuito del lector RFID y para circuito de control, como se detalla en la hoja de datos del controlador ethernet funciona con un voltaje de alimentación a 3.3V, por lo que se utiliza el regulador de voltaje LD33CV para la alimentación del modulo.

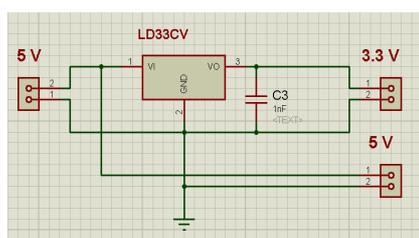


Figura 2.31 Circuito de alimentación

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.6 ESQUEMA GENERAL DE CONEXIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE PERSONAL MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE UN CONTROLADOR ETHERNET Y LA TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA

Una vez que se ha diseñado la conexión de todos los elementos, se puede integrar todos como se muestra en la Figura 2.32.

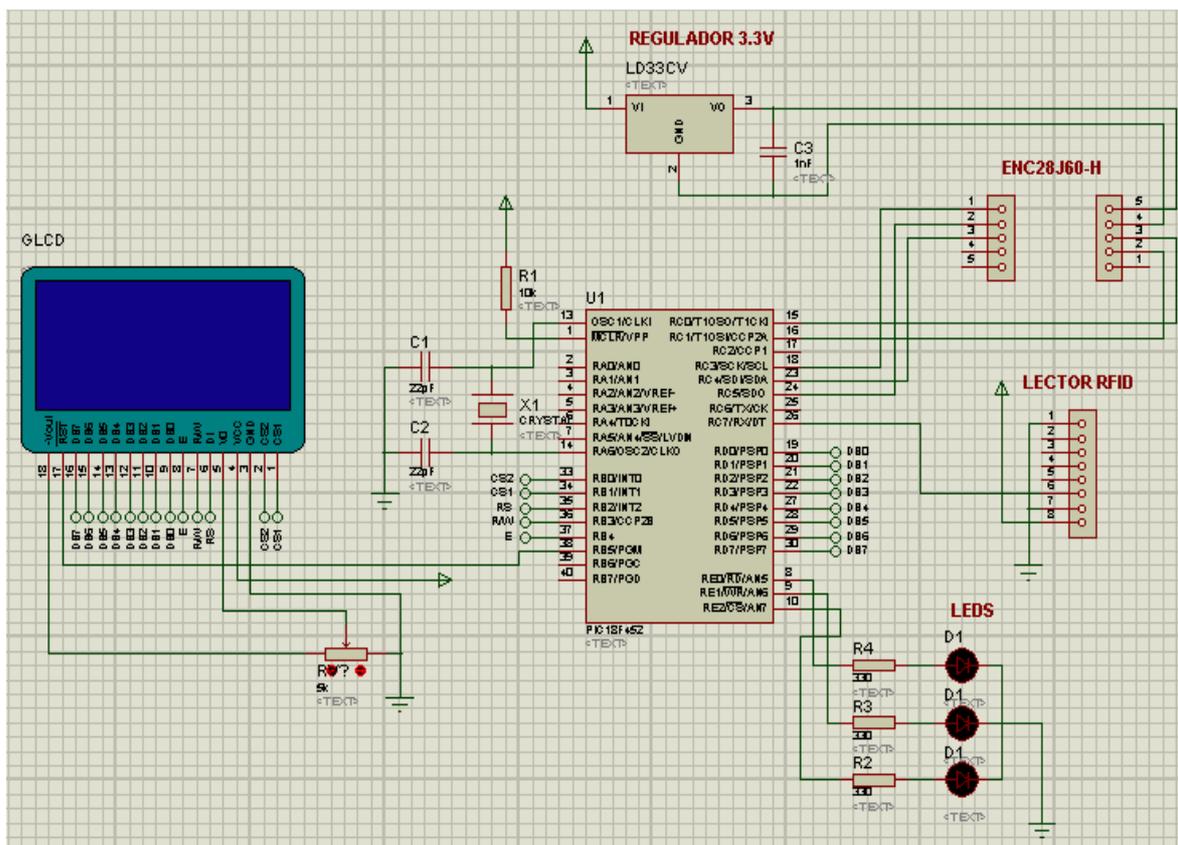


Figura 2.32 Esquema general de conexión

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

2.7 DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO

Dado al avance de la electrónica y sus herramientas, cada día nos permiten optimizar espacios y tiempo al momento de diseñar un circuito. El objetivo es reducir espacio y realizar nuestra PCB⁴⁵ lo más pequeña posible para que nos resulte fácil su alojamiento. A continuación en la figura 2.33 mostramos el diseño del PCB ya ruteado en EAGLE.

⁴⁵ PCB Printed circuit board (circuito impreso)

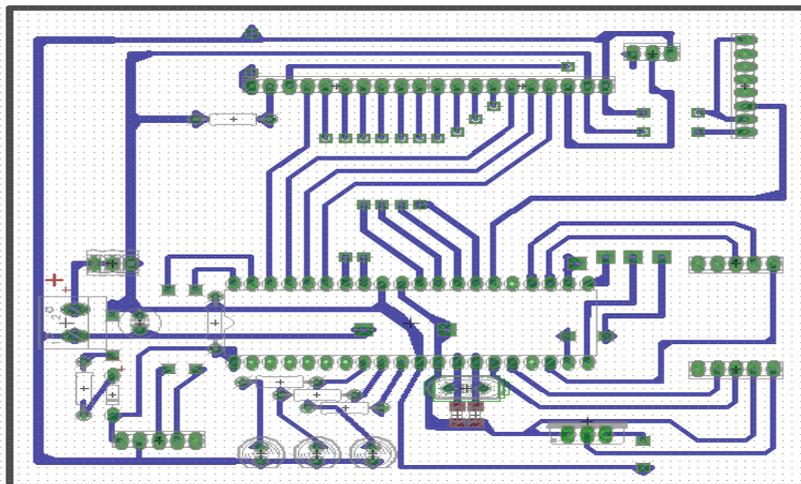


Figura 2.33 Diseño del circuito

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.

El editor EAGLE contiene además una herramienta que nos permite apreciar en una elegante imagen 3D el resultado final de la implementación de nuestro hardware.

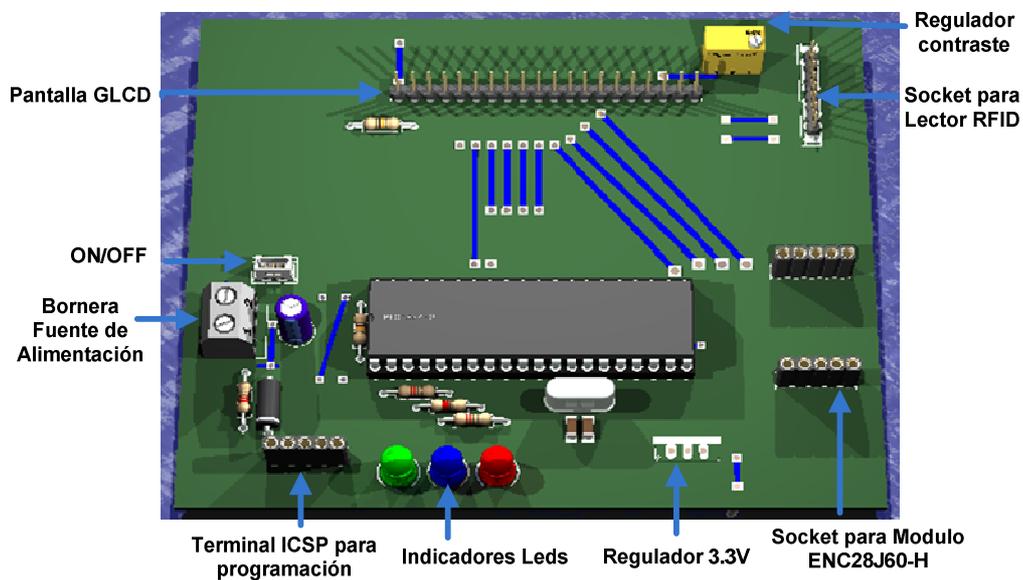


Figura 2.34 Imagen 3D de la cara superior de la tarjeta

Fuente: Darwin Marcelo Pillo G.