

MICROCONTROLADORES AVANZADOS

CONTROL REMOTO DE ROBOTS USANDO MÓDULOS DE
RADIOFRECUENCIA XBEE A 2.4GHZ CON CAPACIDAD DE
COMUNICACIÓN SERIAL A DATALOGGER E INTERFAZ GRÁFICA

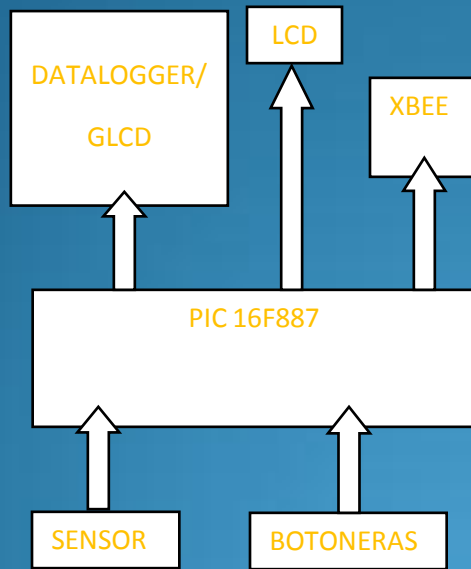
CARLOS ANDRÉS CARRERA CADENA
LUIS MIGUEL GUAÍÑA MEJÍA

MICROCONTROLADORES AVANZADOS

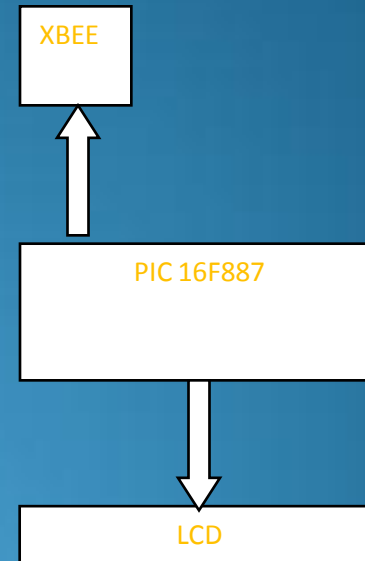
Xbee 1mW WIRE Antenna (XB24-AWI-001)



DIAGRAMA DE BLOQUES

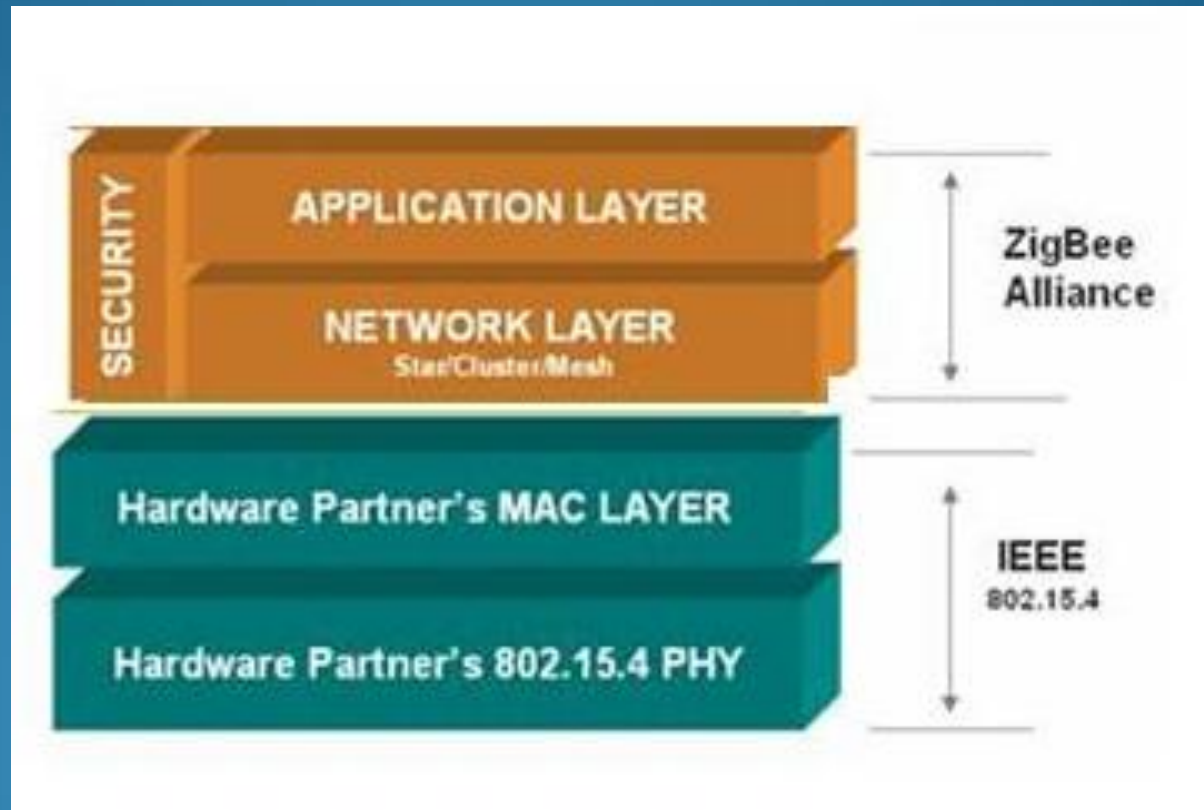


TX



RX

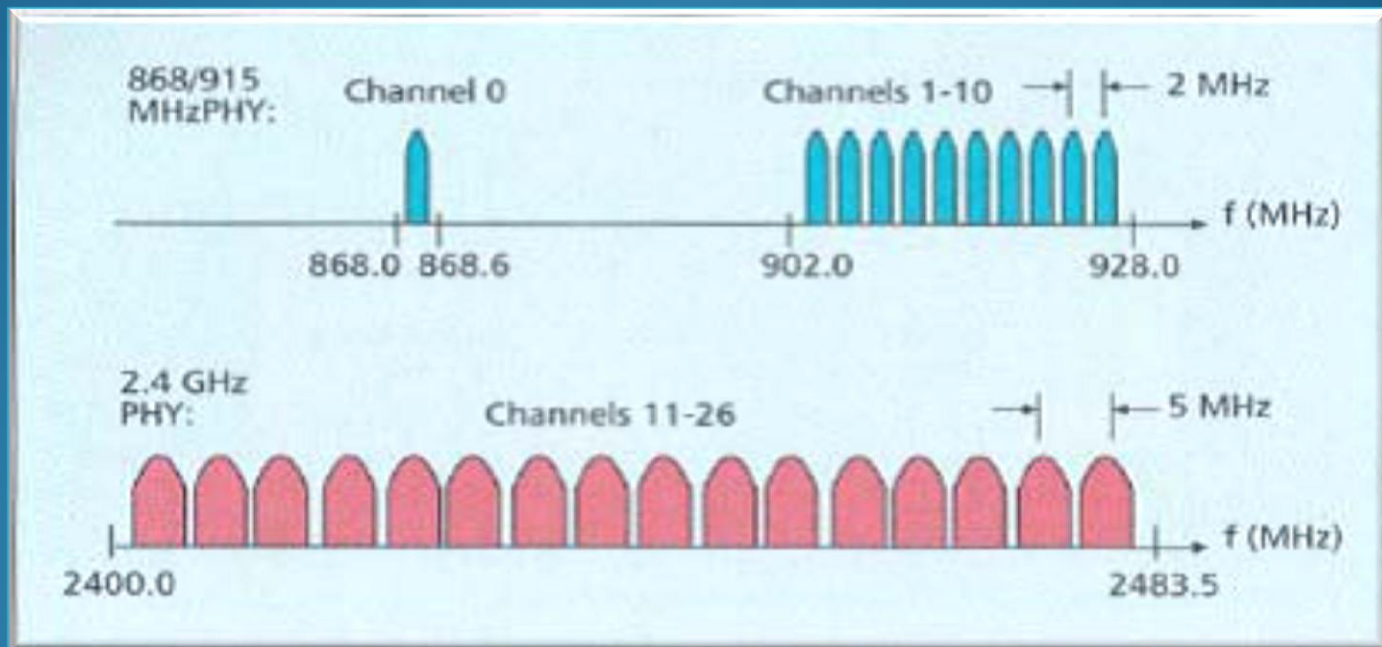
Protocolo Zigbee/802.15.4



CARACTERÍSTICAS

- Área de Comunicación de 10 a 75 metros.
- Tasa de Transferencia de 250Kbps.
- Puede transmitir en una de tres posibles bandas de frecuencias.

Bandas de frecuencias de estándar 802.15.4



COMPARACIÓN

	ZigBee and 802.15.4	GSM/GPRS CDMA	802.11	Bluetooth
Focus Application	Monitoring and Control	Wide Area Voice and Data	High-Speed Internet	Device Connectivity
Battery Life	Years	1 Week	1 Week	1 Week
Bandwidth	250 Kbps	Up to 2 Mbps	Up to 54 Mbps	720 Kbps
Typical Range	100+ Meters	Several Kilometers	50-100 Meters	10-100 Meters
Advantages	Low Power, Cost	Existing Infrastructure	Speed, Ubiquity	Convenience

APLICACIONES



Descripción de los Pines del Módulo Xbee

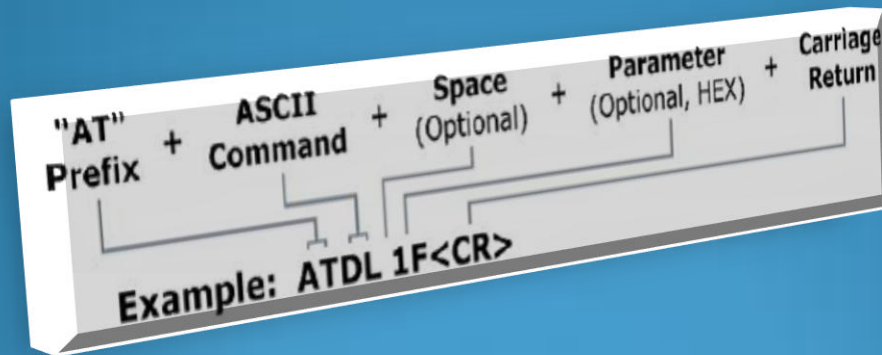
Pin #	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / CONFIG	Input	UART Data In
4	DO8*	Output	Digital Output 8
5	RESET	Input	Module Reset (reset pulse must be at least 200 ns)
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 / RX Signal Strength Indicator
7	PWM1	Output	PWM Output 1
8	[reserved]	-	Do not connect
9	DTR / SLEEP_RQ / DI8	Input	Pin Sleep Control Line or Digital Input 8
10	GND	-	Ground
11	AD4 / DIO4	Either	Analog Input 4 or Digital I/O 4
12	CTS / DIO7	Either	Clear-to-Send Flow Control or Digital I/O 7
13	ON / SLEEP	Output	Module Status Indicator
14	VREF	Input	Voltage Reference for A/D Inputs
15	Associate / AD5 / DIO5	Either	Associated Indicator, Analog Input 5 or Digital I/O 5
16	RTS / AD6 / DIO6	Either	Request-to-Send Flow Control, Analog Input 6 or Digital I/O 6
17	AD3 / DIO3	Either	Analog Input 3 or Digital I/O 3
18	AD2 / DIO2	Either	Analog Input 2 or Digital I/O 2
19	AD1 / DIO1	Either	Analog Input 1 or Digital I/O 1
20	AD0 / DIO0	Either	Analog Input 0 or Digital I/O 0

Modos de Operación

- **Modo de Bajo Consumo**
- **Modo Transparente**
- **Modo API**

Modos de Operación

Modo de Comando.- Este modo permite ingresar comandos AT al módulo Xbee, para configurar, ajustar o modificar parámetros.



Tarjeta Adaptadora USB



Software X_CTU

The screenshot displays the X-CTU software interface for a COM8 port. The window title is "X-CTU [COM8]". The interface includes several tabs: "PC Settings", "Range Test", "Terminal", and "Modem Configuration". Under "Modem Configuration", there are sub-sections for "Modem Parameters and Firmware", "Parameter View", "Profile", and "Versions".

The "Modem Parameters and Firmware" section contains buttons for "Read", "Write", and "Restore", along with a checkbox for "Always update firmware". The "Parameter View" section has "Clear Screen" and "Show Defaults" buttons. The "Profile" section has "Save" and "Load" buttons. The "Versions" section has a "Download new versions..." button.

The "Modem" is set to "XBEE" and the "Function Set" is "XBEE 802.15.4". The "Version" is "10A5".

The main area shows a tree view under "Networking & Security" with the following items:

- (C) CH - Channel
- (3332) ID - PAN ID
- (0) DH - Destination Address High
- (1234) DL - Destination Address Low
- (5678) MY - 16-bit Source Address
- (13A200) SH - Serial Number High
- (4008A8ED) SL - Serial Number Low
- (0) RR - XBee Retries
- (0) RN - Random Delay Slots
- (0) MM - MAC Mode
- (19) NT - Node Discover Time
- (0) CE - Coordinator Enable
- (1FFE) SC - Scan Channels
- (4) SD - Scan Duration
- (0) A1 - End Device Association
- (0) A2 - Coordinator Association
- (0) AI - Association Indication
- (0) EE - AES Encryption Enable
- KY - AES Encryption Key

Below the tree view, there is a text box with the following text:

Set/read the serial interface baud rate for communication between modem serial port and host. Request non-standard baud rates with values above 0x80 using a terminal window. Read BD register to find actual baud rate achieved.

The status bar at the bottom shows: COM8 | 1200 8-N-1 FLOW:NONE XB24 Ver:10A5

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En este proyecto, haremos uso de un sensor de temperatura ampliamente conocido, el LM35, cuya salida estará conectada al canal 2 del convertidor ADC del PIC16F887, para digitalizar el valor de voltaje dado por este sensor.

El PIC trabajará a 20Mhz a una tasa de 9600 bps.

DIAGRAMA ESQUEMATICO

TRANSMISOR

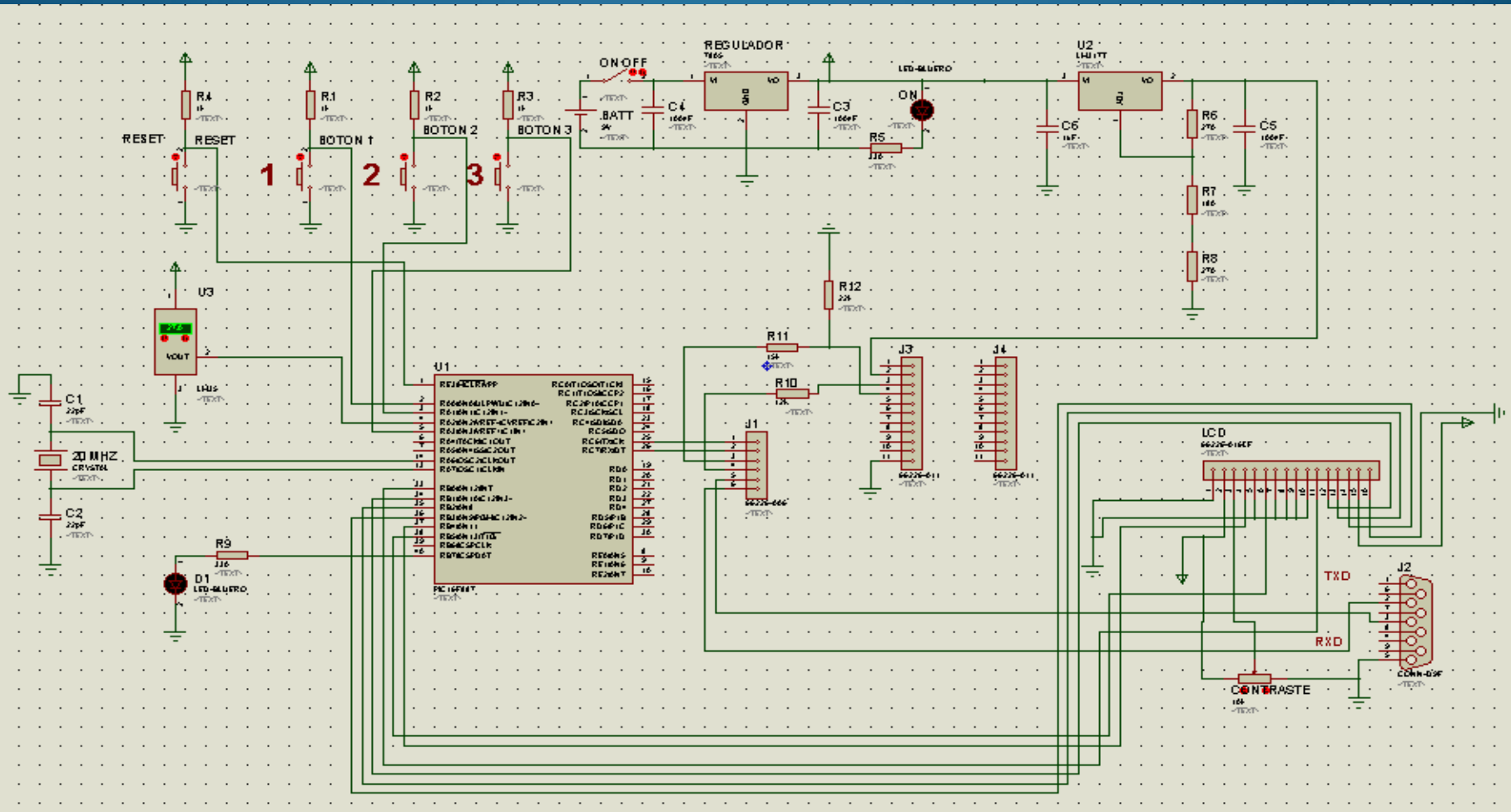
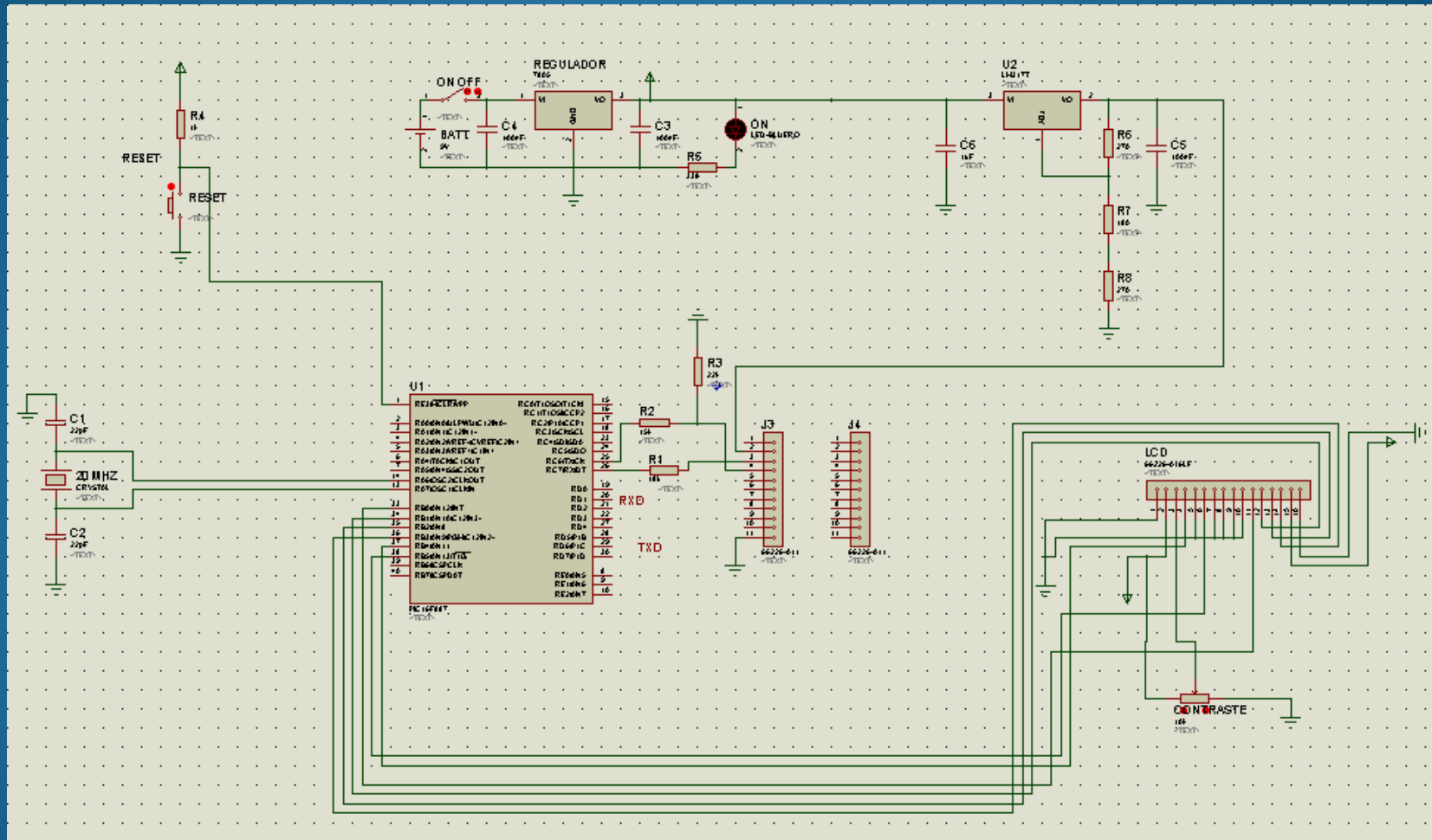


DIAGRAMA ESQUEMATICO

RECEPTOR

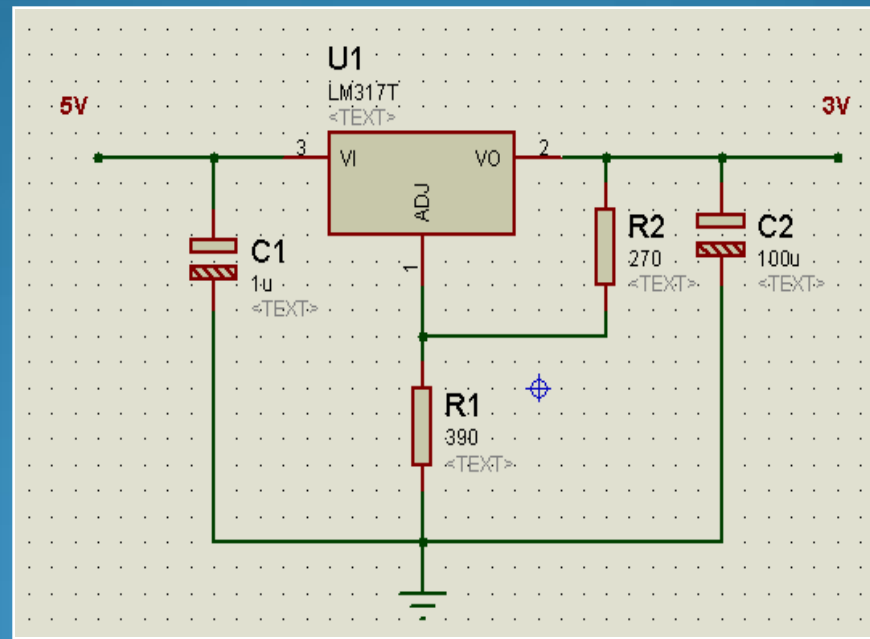


Consideraciones de alimentación y conexiones

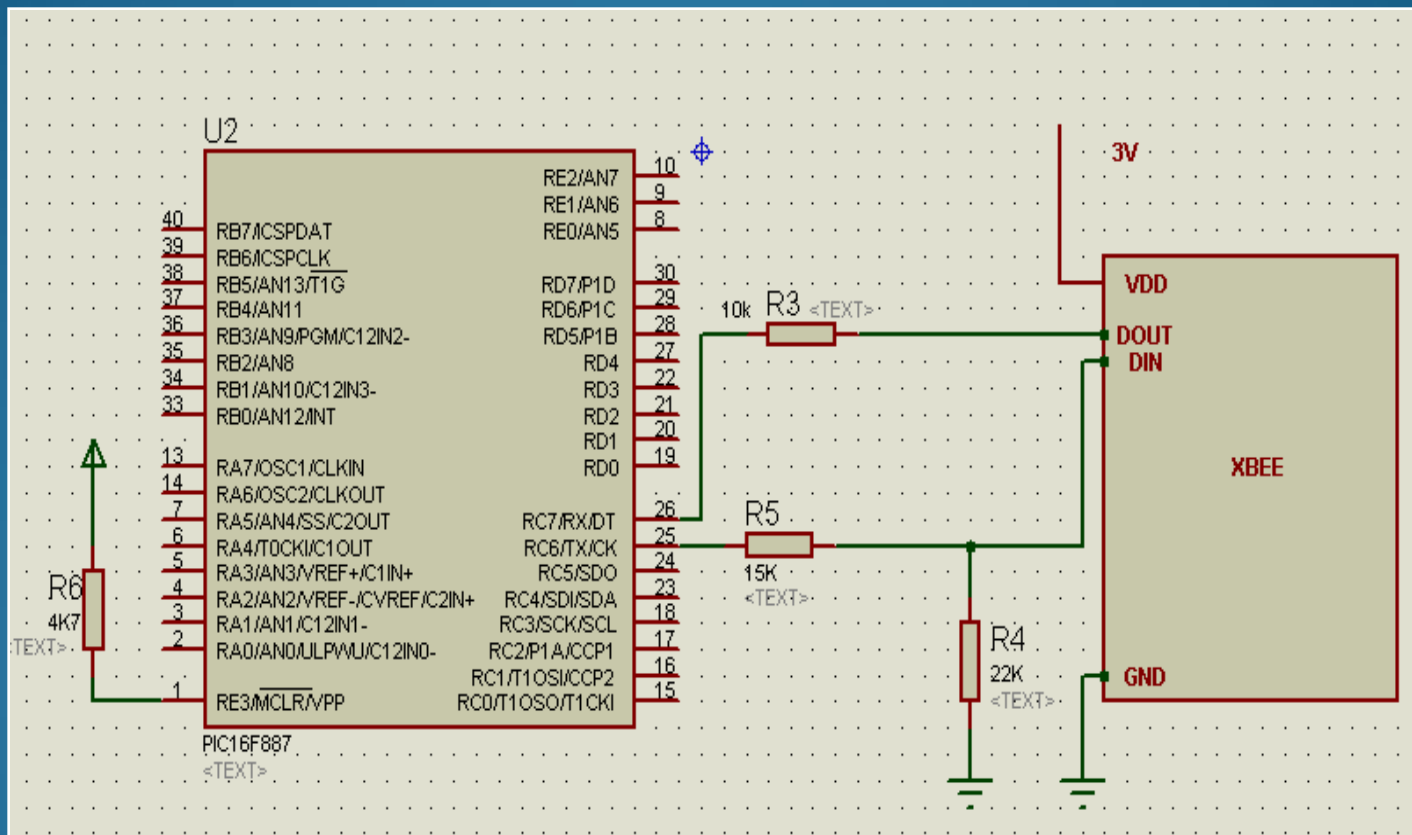
Voltaje de Alimentación de 2.8 a 3.3 V

Reducción mediante el regulador de voltaje LM317T.

Consideraciones de alimentación y conexiones



Conexión PIC a módulo Xbee



Configuración de XBEE

Nuestros módulos, por defecto trabajan en modo transparente, que implica que cada mensaje recibido es puesto en el búfer de transmisión para su envío.

Configuración

The screenshot shows the X-CTU [COM4] Remote Configuration window. The interface includes several tabs: PC Settings, Range Test, Terminal, and Modem Configuration. The Modem Configuration tab is active, showing sections for Modem Parameters and Firmware, Parameter View, Profile, and Versions. The Modem Parameters and Firmware section has buttons for Read, Write, and Restore, and a checkbox for 'Always update firmware'. The Parameter View section has buttons for Clear Screen and Show Defaults. The Profile section has buttons for Save and Load. The Versions section has a button for Download new versions... Below these sections, there are dropdown menus for Modem (XBEE), Function Set (XBEE 802.15.4), and Version (10E6). A tree view under Networking & Security lists various parameters such as Channel, PAN ID, Destination Address High/Low, Source Address, Serial Number High/Low, MAC Mode, XBee Retries, Random Delay Slots, Node Discover Time, Node Discover Options, Coordinator Enable, Scan Channels, Scan Duration, End Device Association, Coordinator Association, Association Indication, and AES Encryption Enable. At the bottom, a status bar shows the following messages: Getting modem type...OK, Modem's firmware not updated, Setting AT parameters...OK, and Write Parameters...Complete.

X-CTU [COM4]

Remote Configuration

PC Settings | Range Test | Terminal | Modem Configuration

Modem Parameters and Firmware | Parameter View | Profile | Versions

Read | Write | Restore | Clear Screen | Save | Download new versions...
Always update firmware | Show Defaults | Load

Modem: XBEE | Function Set | Version
XB24 | XBEE 802.15.4 | 10E6

Networking & Security

- (C) CH - Channel
- (3332) ID - PAN ID
- (0) DH - Destination Address High
- (0) DL - Destination Address Low
- (1) MY - 16-bit Source Address
- (13A200) SH - Serial Number High
- (403D7382) SL - Serial Number Low
- (0) MM - MAC Mode
- (0) RR - XBee Retries
- (0) RN - Random Delay Slots
- (19) NT - Node Discover Time
- (0) NO - Node Discover Options
- (0) CE - Coordinator Enable
- (1FFE) SC - Scan Channels
- (4) SD - Scan Duration
- (0) A1 - End Device Association
- (0) A2 - Coordinator Association
- (0) AI - Association Indication
- (0) EE - AES Encryption Enable

Getting modem type...OK
Modem's firmware not updated
Setting AT parameters...OK
Write Parameters...Complete

Configuración

X-CTU [COM4]

Remote Configuration

PC Settings | Range Test | Terminal | Modem Configuration

Modem Parameters and Firmware | Parameter View | Profile | Versions

Read | Write | Restore | Clear Screen | Save | Download new versions...

Always update firmware | Show Defaults | Load

Modem: XBEE | Function Set | Version

XB24 | XBEE 802.15.4 | 10E6

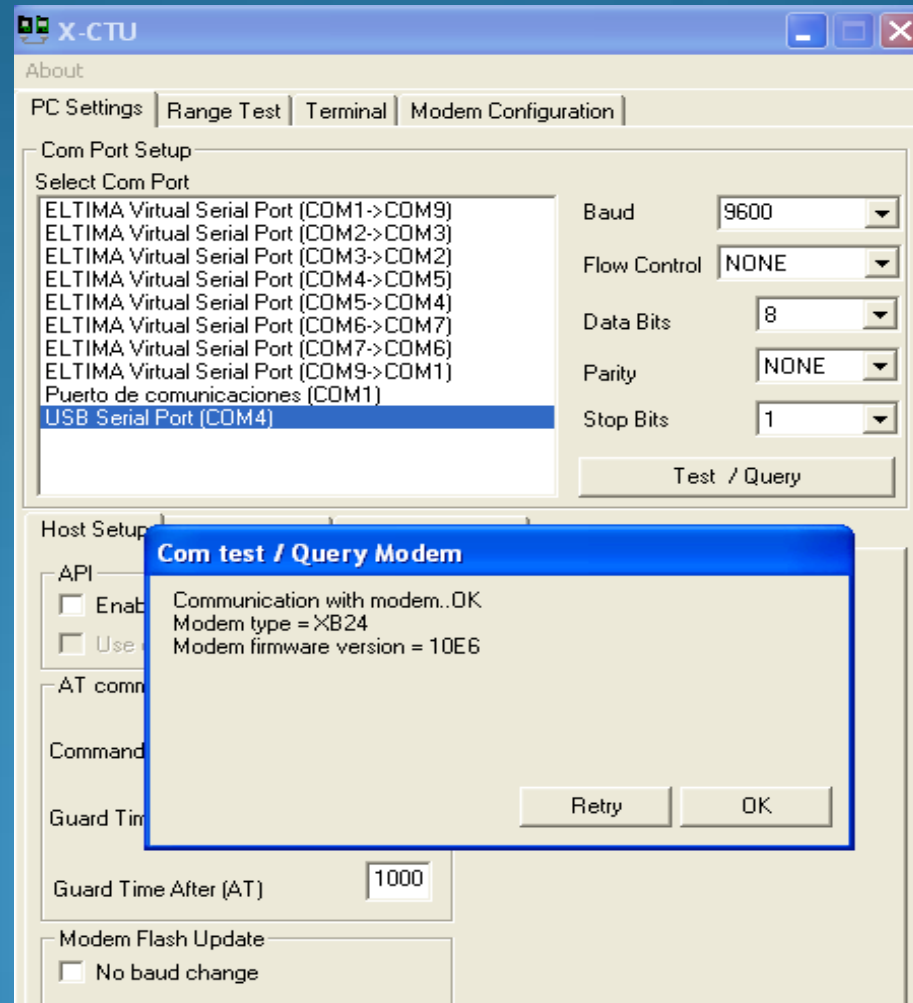
- (0) SP - Cyclic Sleep Period
- (3E8) DP - Disassociated Cyclic Sleep Period
- (0) SD - Sleep Options
- Serial Interfacing
 - (3) BD - Interface Data Rate 3 - 9600
 - (0) NB - Parity
 - (3) RO - Packetization Timeout
 - (0) AP - API Enable
 - (FF) PR - Pull-up Resistor Enable
- I/O Settings
 - (0) D8 - D18 Configuration
 - (1) D7 - D107 Configuration
 - (0) D6 - D106 Configuration
 - (1) D5 - D105 Configuration
 - (0) D4 - D104 Configuration
 - (0) D3 - D103 Configuration
 - (0) D2 - D102 Configuration
 - (0) D1 - D101 Configuration
 - (0) D0 - D100 Configuration
 - (1) IU - I/O Output Enable

Getting modem type...OK
Modem's firmware not updated
Setting AT parameters..OK
write Parameters...Complete

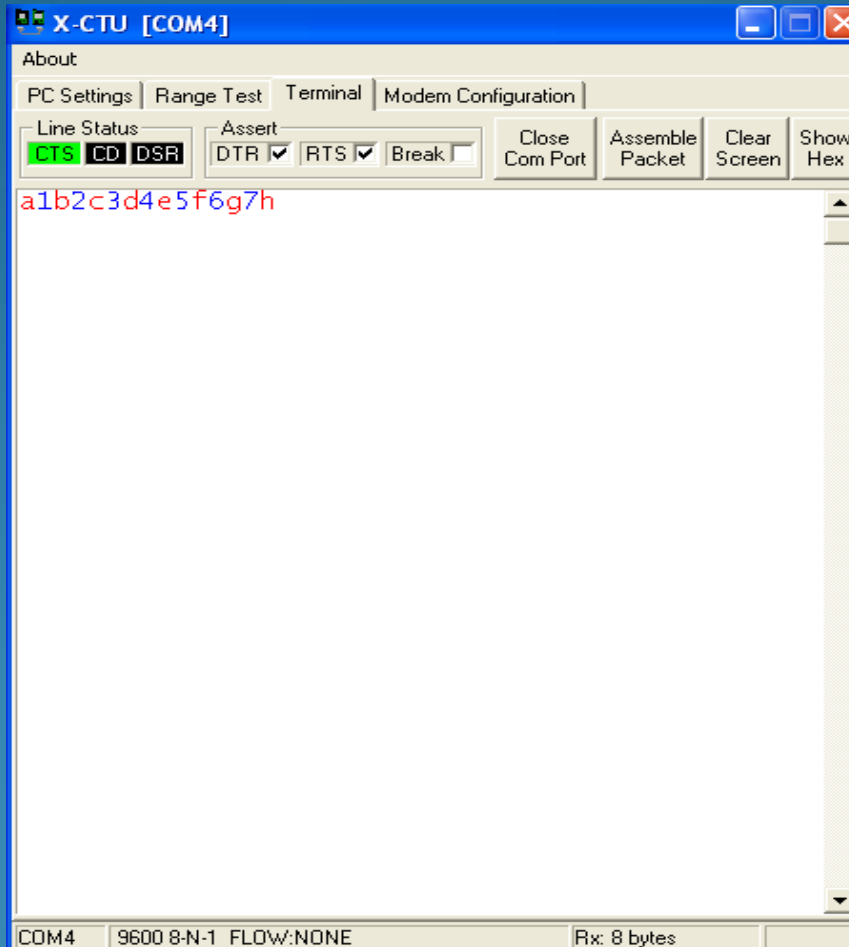
DATALOGGER

Guardaremos en el datalogger, los datos de temperatura tomados del sensor LM35, con muestras a intervalos de 30s, esto se lo hará mediante comunicación serial usando el UART de nuestro PIC

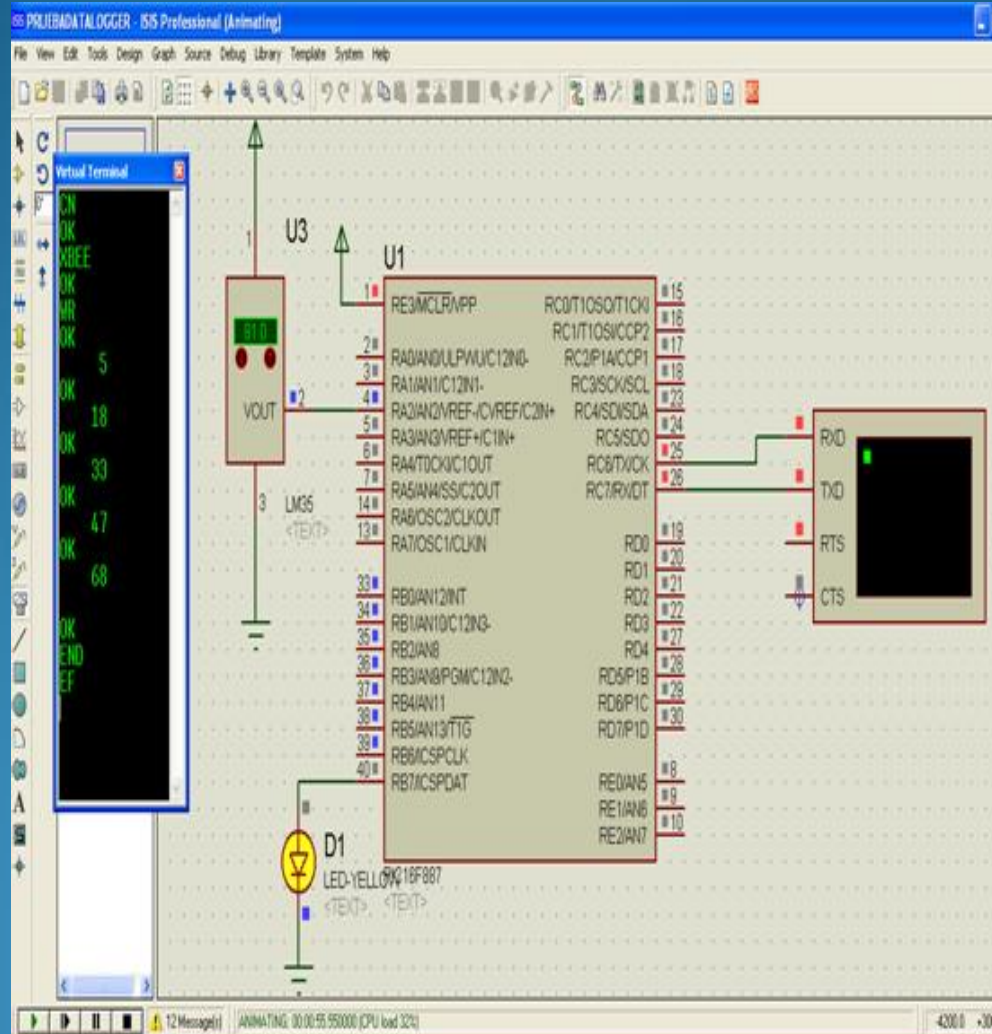
Prueba de comunicación entre Xbee y PC

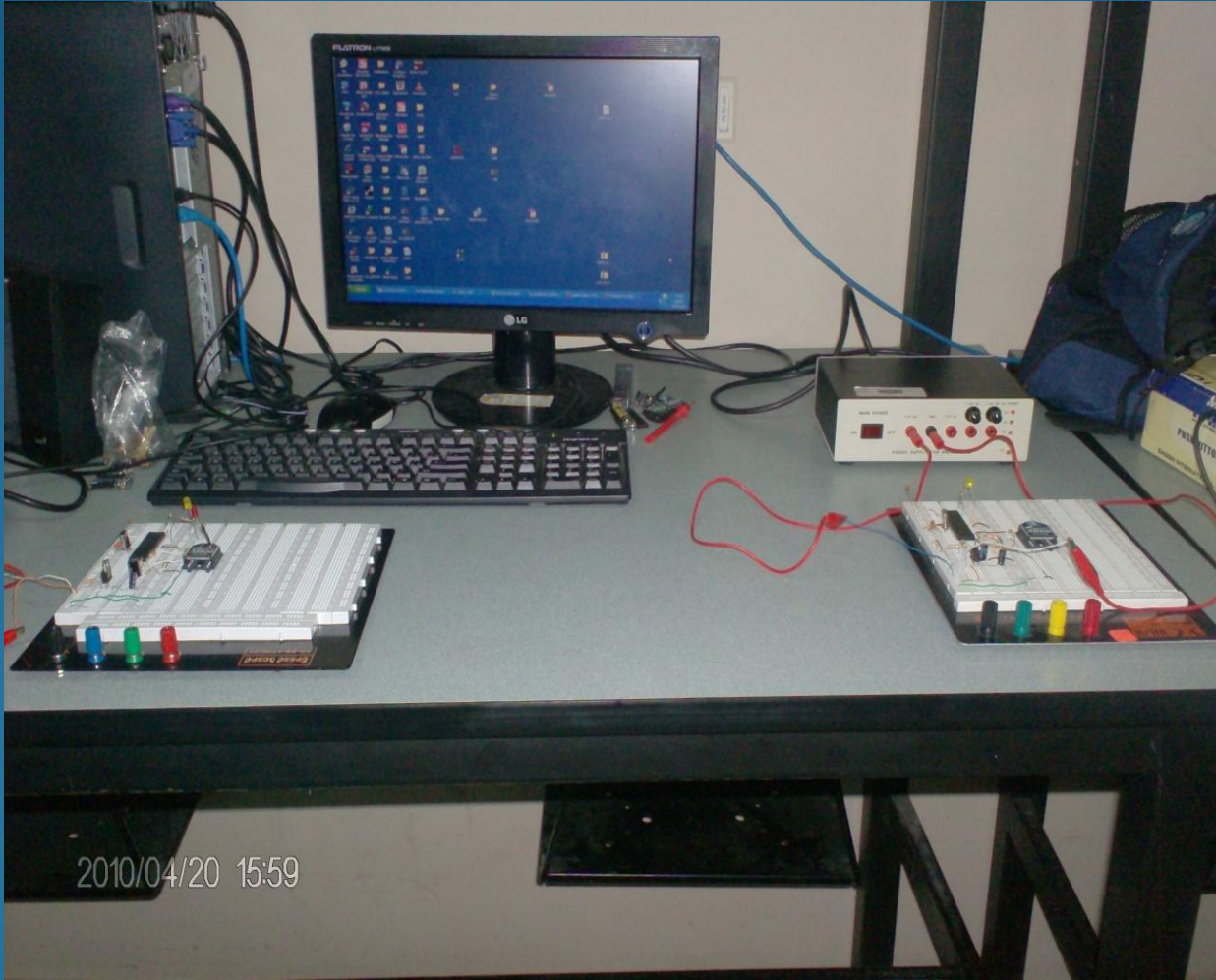


Prueba Tx-Rx entre Xbee con PICs



Simulación Comunicación con datalogger





2010/04/20 15:59

CONCLUSIONES

Se pudo identificar que los módulos con tecnología Zigbee, son módulos inteligentes que tienen una funcionalidad variada y amplia, a pesar del tamaño reducido que presentan; y permiten un ahorro significativo de energía. Los módulos Xbee de nuestro proyecto son de la serie 1, lo que implica lamentablemente que su capacidad es limitada en comparación con series más avanzadas, las cuales si permiten formar redes, el verdadero objetivo del protocolo Zigbee; en cambio en nuestro caso, solamente podemos realizar comunicación punto a punto o en estrella.

CONCLUSIONES

Durante la implementación del proyecto, pudimos notar que el módulo Xbee es muy sensible a fluctuaciones en la alimentación, ya que los picos de voltaje de la fuente afectaron al módulo a tal punto de dañarlo, y que además cuando el voltaje bajaba a niveles menores de 2.8V no funcionaba el módulo. Pudimos notar además que son de fácil configuración e implementación, ya que no requiere de mucha circuitería adicional, sólo adaptadores de voltaje a sus entradas; en nuestro caso usamos divisores de voltaje mediante resistores.

CONCLUSIONES

Los módulos Xbee son bastante inmunes al ruido, así lo pudimos comprobar en el laboratorio, cuando en cierto momento se conectaron varias fuentes de voltaje, unos 8 PCs, celulares con llamadas entrantes, además de WI-FI, que podría interferir ya que trabaja en 2.4 GHz, al momento de usar la red inalámbrica de la Espol, y los datos se transmitieron sin problema.

CONCLUSIONES

Mediante las placas adaptadoras tanto para el protoboard, como para la conexión con un puerto USB de la PC, pudimos manipular de una manera más rápida y sencilla a los módulos Xbee, para cada una de las pruebas realizadas. La placa adaptadora del protoboard fue necesaria, ya que la separación entre los pines del módulo era más pequeña que aquella en el protoboard; además de permitirnos colocar y retirar los módulos conforme requeríamos. La placa adaptadora USB, en cambio, nos facilitó, la comunicación con el PC para pruebas y configuración, sin necesidad de adaptar los niveles a RS-232 por nuestra cuenta.

RECOMENDACIONES

Al momento de alimentar el módulo, hacerlo mediante regulador y no directo desde una fuente de voltaje, debido a los picos presentados, que pueden afectar al equipo, procurando que sea siempre menor al máximo estipulado que es 3.3 V.

Es preferible utilizar un oscilador externo como un cristal, cuando se vaya a comunicar el PIC con el módulo, ya que son más exactos, además que preferible sea de frecuencia mayor conforme aumentemos la tasa de transferencia.

RECOMENDACIONES

Cuando se lo quiera configurar mediante la aplicación X-CTU, verificar que se seleccionó el puerto correcto de la computadora, que el mismo no esté dañado, y que la aplicación tenga actualizada la lista de firmware de los módulos, para que sea compatible con el nuestro.

Para iniciar la comunicación serial, se debe dar un tiempo prudencial al módulo, al menos unos 500ms, para que se establezca antes de iniciar la transmisión. Verificar además que los parámetros de tasa de transferencia sean iguales tanto en ambos módulos Xbee, transmisor y receptor, como en el código de los PICs.