



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Estudio de factibilidad del
protocolo ANT para el desarrollo
de prácticas de laboratorio**

MATERIAL DIDÁCTICO

Que para obtener el título de
Ingeniera en Telecomunicaciones

P R E S E N T A

Fátima Isabel Valdez Palacios

ASESOR DE MATERIAL DIDÁCTICO

M.I. Juventino Cuéllar González



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

**Estudio de factibilidad del protocolo ANT para el
desarrollo de prácticas de laboratorio**

Índice General

Índice General	1
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas	8
1.- INTRODUCCIÓN	9
1.1 Alcance	11
1.2 Justificación.	12
1.2.1 Limitaciones	12
1.2.2 Potencial del protocolo.	12
2. CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE	14
2.1 Kit de evaluación TI ANT	18
2.2 Hardware	19
2.2.1 Módulo ANTC782M5IB o CC2571	19
2.2.2 Placa de la batería ANT	20
2.2.3 Tarjeta ANT EEPROM	21
2.2.4 Tarjeta de interfaz USB	22
2.3 Instalación KIT AntWare II	23
2.3.1 Instalación del controlador USB	23
3. PRUEBAS Y RESULTADOS	31
3.1 Configuración alámbrica	31
3.2 Configuración inalámbrica	35
4.- PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO	37
4.1 Descripción del programa KIT ANTWare II	37
4.1.1 Objetivo	37
4.1.2 Introducción	37
4.1.2.1 Red simple en ANT	37
4.1.2.2 Nodos ANT	38
4.1.2.3 Canales ANT	39
4.1.2.4 Canales de comunicación	40
4.1.2.5 Datos de ráfaga (Burst)	42
4.1.3 Equipo y material	43

4.1.4 Desarrollo	43
4.1.4.1 Primeros pasos	43
4.1.4.2 Panel de dispositivos	44
4.1.4.3 Detección de los módulos C7	47
4.1.4.4 Panel de canales	49
4.1.4.5 Despliegue de la vista del programa	49
4.1.4.6 Apertura del canal principal	52
4.1.4.7 Canal ID	54
4.1.4.8 Asignación de canales	54
4.1.4.9 Apertura del canal esclavo	54
4.1.4.10 Ventanas emergentes para dispositivos A y B	55
4.1.4.11 Envío de paquetes de datos	56
4.2 Características avanzadas del programa KIT ANTWARE II	58
4.2.1 Objetivo	58
4.2.2.1 Configuración del canal	58
4.2.2.2 Tipo de canal	59
4.2.2.2.1 Canal bidireccional	59
4.2.2.2.2 Canal bidireccional compartido	59
4.2.2.2.3 Canal de solo transmisión / recepción	60
4.2.2.3 Frecuencia de RF	60
4.2.2.3.1 Agilidad de frecuencia	60
4.2.2.4 ID de canal	61
4.2.2.4.1 Tipo de transmisión	61
4.2.2.4.2 Tipo de dispositivo	62
4.2.2.4.3 Número del dispositivo	62
4.2.2.5 Período de canal	63
4.2.2.6 Red	63
4.2.2.7 Topologías de red	64
4.2.4 Desarrollo	66
4.2.4.1 Características avanzadas	66
4.2.4.2 Ajustes	66
4.2.4.3 Opciones	66

4.2.4.4	Abrir con un solo clic	68
4.2.4.5	Reinicio automático	68
4.2.4.6	Dispositivos USB de búsqueda automática	68
4.2.4.8	Guardar y cargar automáticamente todos los perfiles de dispositivo	68
4.2.4.9	Opciones de desbordamiento de Textbox	68
4.2.4.10	Filtros	69
4.2.4.11	Perfiles	71
4.2.4.12	Archivos de registro	71
4.2.4.13	Herramientas	72
4.2.4.14	AutoANT	72
4.2.4.15	Cargar script	73
4.2.4.16	Controles de secuencias de comandos cargadas	73
4.2.4.17	Modo de cola	74
4.2.4.18	Estadística	74
4.2.4.19	Canal	74
4.2.4.20	Ventana estadísticas del canal	75
4.2.5	Notas técnicas	75
4.2.6	Ejemplo de configuración de canal	75
4.2.7	Establecer un canal	76
4.3	Descripción del módulo FITNESS FIT2	79
4.3.1	Objetivo	79
4.3.2	Introducción	79
4.3.2.1	Módulo Fitness FIT2: Características	79
4.3.2.2	Alianza entre un dispositivo ANT y otro ANT.	81
4.3.2.3	Módulo FIT2 para equipos de entrenamiento físico	81
4.3.2.4	Montaje y 'Branding'.	81
4.3.3	Equipo y material	82
4.3.4	Desarrollo	82
4.3.5	Tutorial ANTWare II	82
4.3.5.1	Conéctese a los dispositivos USB	83
4.3.5.2	Asignación de un tipo de canal	85
4.3.5.3	Configuración de los parámetros del canal	87

4.3.5.4	Abriendo el canal	88
4.3.5.5	Envío de datos	90
5.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	94
5.1	Factibilidad Técnica	94
5.1.1	El microcontrolador MSP430F132 y su subsistema de inserción.	94
5.1.1.1	Antena tipo F	96
5.1.1.2	Control de puerto asíncrono (RTS)	96
5.1.1.3	Modo síncrono	99
5.1.2	Factibilidad Operativa.	102
5.1.3.1	¿Es fácil de utilizar el kit?	102
5.1.3.2	¿Es fácil de aprender?	103
5.1.3.3	¿Es fácil armar algo con una aplicación?	103
5.1.3.4	¿Puede romperse fácilmente?	104
5.1.3.5	¿Hay documentación?	104
5.1.3.5.1	Conexiones.	104
5.1.3.5.2	Configuración	104
5.1.3.5.3	Pruebas	105
5.1.3.5.2	Ejemplos	105
5.1.4	Factibilidad económica.	105
5.1.4.1	Didi-Key Electronics	106
5.1.4.2	Rutronik 24 Next generation e- commerce.	107
5.1.4.3	Alibaba	108
5.1.4.4	Components-Mart	109
5.1.4.5	Comparación de precios	110
2.1.5	Comparación con otros módulos y protocolos.	111
5.1.5.1	Precio del circuito alternativo	112
5.1.5.2	Observaciones acerca del precio del kit	114
5.1.6	Ventajas y desventajas respecto a prácticas de antenas y/o temario actual	114
5.1.6.1	Ventajas y desventajas respecto a prácticas de antenas	114
5.1.6.2	Ventajas y desventajas respecto al temario actual.	115
6.	CONCLUSIONES	117
	REFERENCIAS	119

ANEXOS	122
APÉNDICE A: Instalación de una máquina virtual	122
Glosario de términos	128
Banda ISM	128
PAN	128
PopOut	129
Referencia Funcional de ANT	129
Panel de canales	129
Configuración obligatoria del canal	129
BASIC	130
Avanzado	130
Inc / Exc Lista	130
Serial	130
Freq / Prox	130
SDU (Actualización de Datos Selectivos)	130
Cifrado	131
Umbral RSSI	131
Mensajería	131
Ficha reconocida	131
Ficha Burst	131
Ficha extendida	131
Ficha General	132
Simulación	132

Índice de Figuras

Figura 1.1 Características de conexión.	11
Figura 1.2 Capas ANT en ANT / HOST estándar y Sistema en dispositivos de chip.....	13
Figura 2.1 Capas del protocolo Bluetooth.....	15
Figura 2.2 Interconexión asíncrona en serie.....	16
Figura 2.3 Interconexión síncrona en serie.	17
Figura 2.4 Principio del filtro gaussiano sobre la banda base.....	17
Figura 2.5 Contenido del KIT TI ANT.	18
Figura 2.6 Módulo C7.	20
Figura 2.7 Tarjeta de la batería del ANT.	20
Figura 2.8 Placa EEPROM.....	22
Figura 2.9 Tarjeta de interfaz USB.	23
Figura 2.10 Tarjeta USB con módulo C7.....	24
Figura 2.11 Descarga de los controladores.	25
Figura 2.12 Ejecutable de los controladores.	26
Figura 2.13 Instalación de los controladores.....	26
Figura 2.14 Dispositivo ANT USB detectado.....	27
Figura 2.15 Detección de los módulos C7 montados en las tarjetas USB.	27
Figura 2.16 Selección de las propiedades del dispositivo detectado.....	28
Figura 2.17 Búsqueda de los controladores.....	29
Figura 2.18 Selección del archivo que contiene los controladores.	29
Figura 2.19 Confirmación de que el controlador está instalado.....	30
Figura 3.1 Conexión alámbrica	31
Figura 3.2 Módulo A detectado.	32
Figura 3.3 Opción Master del canal A.	33
Figura 3.4 Módulo A transmitiendo.....	34
Figura 3.5 Módulo B recibiendo.	35
Figura 3.6 Transmisión exitosa desde dos computadoras.	36
Figura 4.1 Red simple en ANT.	38
Figura 4.2 Contenido de un nodo ANT.....	39
Figura 4.3 Canal de comunicación entre dos nodos ANT.....	40
Figura 4.4 Direcciones de la comunicación entre nodos en un canal de comunicación.....	41
Figura 4.5 Ventana de aplicación de ANTWare II.....	44
Figura 4.6 Dispositivos ANT detectados.	45
Figura 4.7 Opción de dispositivo emergente (popout device).....	46
Figura 4.8 Ventana que permite abrir la opción de dispositivo emergente.	47
Figura 4.9 Dispositivos USB enumerados.	48
Figura 4.10 Selección del dispositivo A, para conectarse a ambos dispositivos.....	49

Figura 4.11 Vista del programa.....	50
Figura 4.12 Características de la pestaña de canales.....	51
Figura 4.13 Apertura del canal principal.....	53
Figura 4.14 Apertura del canal esclavo.....	55
Figura 4.15 Ventanas emergentes para dispositivos A y B.....	56
Figura 4.16 Envío de paquetes de datos.....	57
Figura 4.17 Ejemplo de redes ANT.....	65
Figura 4.18 Configuración de la ventana de opciones.....	67
Figura 4.19 Configuración de la ventana de filtros.....	69
Figura 4.20 Ejemplo de archivo de dispositivo.....	72
Figura 4.21 Ventana de control de dispositivos con AutoANT.....	73
Figura 4.22 Ventana de herramientas estadísticas mediante RSSI.....	74
Figura 4.23 Proceso para establecer un canal entre los nodos maestro y esclavo.....	77
Figura 4.24 Modulo Fitness FIT2.....	79
Figura 4.25 Aplicaciones del módulo FIT2 y flujo de datos ANT.....	80
Figura 4.26 Red simple punto a punto.....	83
Figura 4.27 Vista del dispositivo USB en PC1.....	84
Figura 4.28 Vista del dispositivo USB en PC2.....	85
Figura 4.29 Canal Maestro PC1.....	86
Figura 4.30 Canal Esclavo PC2.....	87
Figura 4.31 Configuración de la ID de canal en PC1.....	88
Figura 4.32 Abrir el canal MASTER en la PC1.....	89
Figura 4.33 Abrir el canal SLAVE en la PC2.....	90
Figura 4.34 Envío de paquetes de datos en PC1.....	91
Figura 4.35 Recepción de un mensaje de difusión.....	92
Figura 4.36 Recepción de una transferencia de ráfaga.....	93
Figura 5.1 Señal RTS después de la transferencia de un host en serie hacia el dispositivo ANT.....	97
Figura 5.2 Conexión asíncrona del microcontrolador MPS430F132.....	98
Figura 5.3 Conexiones de modo síncrono ANT.....	99
Figura 5.4 Modo de sincronización de bytes.....	100
Figura 5.5 Modo de sincronización de bits.....	101
Figura 5.6 Módulo c7 vendido por la página Digi-key.....	106
Figura 5.7 Kit ANTAP2DK1 vendido en línea por la página Rutronik 24.....	107
Figura 5.8 Kit ANTAP2DK1 vendido en línea por la página Alibaba.com.....	108
Figura 5.9 Módulo C7 vendido en línea por la página Alibaba.com.....	109
Figura 5.10 Módulo C7 vendido en línea por la página Components-mart.com.....	110
Figura 5.11 Kit alternativo D52DK2 vendido en línea por la página Digi-key.....	113
Figura 5.12 Componentes del kit D52DK2 vendidos por separado en línea por la página Digi-key.....	113

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Componentes del KIT TIEVAL.....	19
Tabla 2.2 PIN-OUT de la placa de la batería.	21
Tabla 2.3 PIN-OUT de la tarjeta de interfaz USB.	22
Tabla 4.1 Estado maestro / esclavo de los canales de la Figura 4.2.	39
Tabla 4.2 Direcciones de la comunicación entre nodos en un canal de comunicación.	42
Tabla 4.3 Parámetros principales de un filtro.....	70
Tabla 4.4 Ejemplo de configuración de canal.	75
Tabla 5.1 PIN-OUT del módulo.....	95
Tabla 5.2 Comparación de precios para el módulo C7 y el kit completo ANT.	110
Tabla 5.3 Tabla comparativa del módulo C7 vs el módulo D52.....	111

1.- INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es comprender y experimentar con la tecnología ANT¹ con la finalidad de poder utilizarla en el laboratorio de Sistemas de Radiofrecuencia, muy particularmente, en la asignatura de Transmisores y Receptores del nuevo Plan de Estudios 2016, Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones.

ANT significa interoperabilidad, lo que quiere decir que los productos ANT de múltiples marcas trabajan en conjunto. Además, como los dispositivos son compatibles, siempre se puede agregar o actualizar su sistema de monitoreo. ANT es un protocolo inalámbrico de potencia ultra baja (ULP-Ultra Low Power), que se encarga de enviar información de forma inalámbrica de un dispositivo a otro, de una manera robusta y flexible. (What is ANT. This is ANT, 2019)

Este trabajo integra la investigación, el análisis, el diseño y la implementación de pruebas y experimentos que permitan primero, conocer la tecnología y posteriormente desarrollarla a través de prácticas de laboratorio que contribuyan con el manual de prácticas de la asignatura.

Primeramente, se describen las partes y características del KIT ANTWare II, así como los requisitos mínimos del equipo de cómputo necesarios para su operación.

Una manera de describir el procedimiento general de cómo trabajar con el kit, es montar los módulos del C7 en la placa USB y posteriormente conectarlo a la computadora y abrir el programa ANTWare II para leer sus características. Es importante mencionar que dicho programa sólo está habilitado para versiones iguales o anteriores a Windows 7; existen otras herramientas diseñadas para trabajar con distintos lenguajes de programación como visual C++ 2008 y Java, el presente escrito trabaja únicamente con ANTWare II, pero en la página oficial de ANT se pueden encontrar distintos ejemplos diseñados para analizarse con el programa ANT-FS el cual no se utilizó para el diseño de las prácticas por falta de recursos para poder usarlo, dicho lo anterior se alienta a las siguientes generaciones, investigar por nuevas versiones de controladores compatibles con Windows 10. En caso de utilizar una Mac, no se necesita instalar ningún controlador para las memorias ANT USB. En su lugar, se debe instalar el paquete de biblioteca ANT MacOSX con código fuente de la página de descargas de ANT.

¹ ANT es un protocolo de red de microcontroladores inalámbricos que se ejecuta en la banda ISM de 2.4 GHz. Diseñado para dispositivos de ultra baja potencia.

El dispositivo C7 se presentó en la ciudad de Dallas, el 4 de enero de 2011 por la compañía Texas Instruments Incorporated (TI) (NYSE: TXN), fue la primera solución inalámbrica de un solo chip que permite la comunicación directa de corto alcance entre dispositivos con capacidad ANT de potencia ultra baja y dispositivos móviles de uso común que se basan en la tecnología inalámbrica, lo cual permite el funcionamiento simultáneo a través de una antena compartida con coexistencia incorporada y aumenta la conexión inalámbrica con un rango de transmisión hasta dos veces la distancia de una solución ANT de modo único. (TI announces ANT. This is ANT, 2019)

En seguida, se presentan las pruebas desarrolladas con el KIT ANT. Se comentan los principales problemas encontrados y la manera en que fueron solucionados, en algunos casos definitivamente y en otros temporalmente.

Se proponen tres prácticas de laboratorio para integrar el manual de prácticas de la asignatura de Transmisores y Receptores.

Las prácticas propuestas utilizan dos equipos de cómputo para establecer un enlace de comunicación inalámbrica y proporcionan el escenario ideal para dar paso a trabajos a futuro en el que se podrían agregar experimentos que sustituyan una computadora por un módulo de batería portátil para establecer la comunicación, esperando de esta forma disminuir la potencia de alimentación de los microcontroladores y adecuar el alcance de radiación de las señales para evitar interfieran con otras señales de algún otro microcontrolador considerando que son experimentos llevados a cabo en el laboratorio y que son desarrollados por equipos de trabajo de dos estudiantes.

El presente trabajo deja un espacio a futuro para investigar sobre nuevos controladores y de esta forma aprovechar más cualidades del equipo o buscar alternativas, ya que algunos de los controladores que se encuentran en los manuales de fábrica ya no están disponibles en línea, actualmente se puede adquirir el kit en diferentes páginas en línea, las cuales se mostrarán más a detalle a lo largo de este documento.

Finalmente, se describen las conclusiones derivadas del desarrollo, experimentos, pruebas y resultados.

La idea principal es trabajar con el equipo, mostrar al estudiante lo interesante que puede ser interactuar con la tecnología apoyado de circuitos más comerciales de aplicaciones directas, que los alumnos vean como los conocimientos teóricos obtenidos en materias como Transmisores y Receptores son la base para crear equipos que ocupamos en la vida cotidiana.

La siguiente imagen muestra una representación del tipo de conexión que se va a establecer:

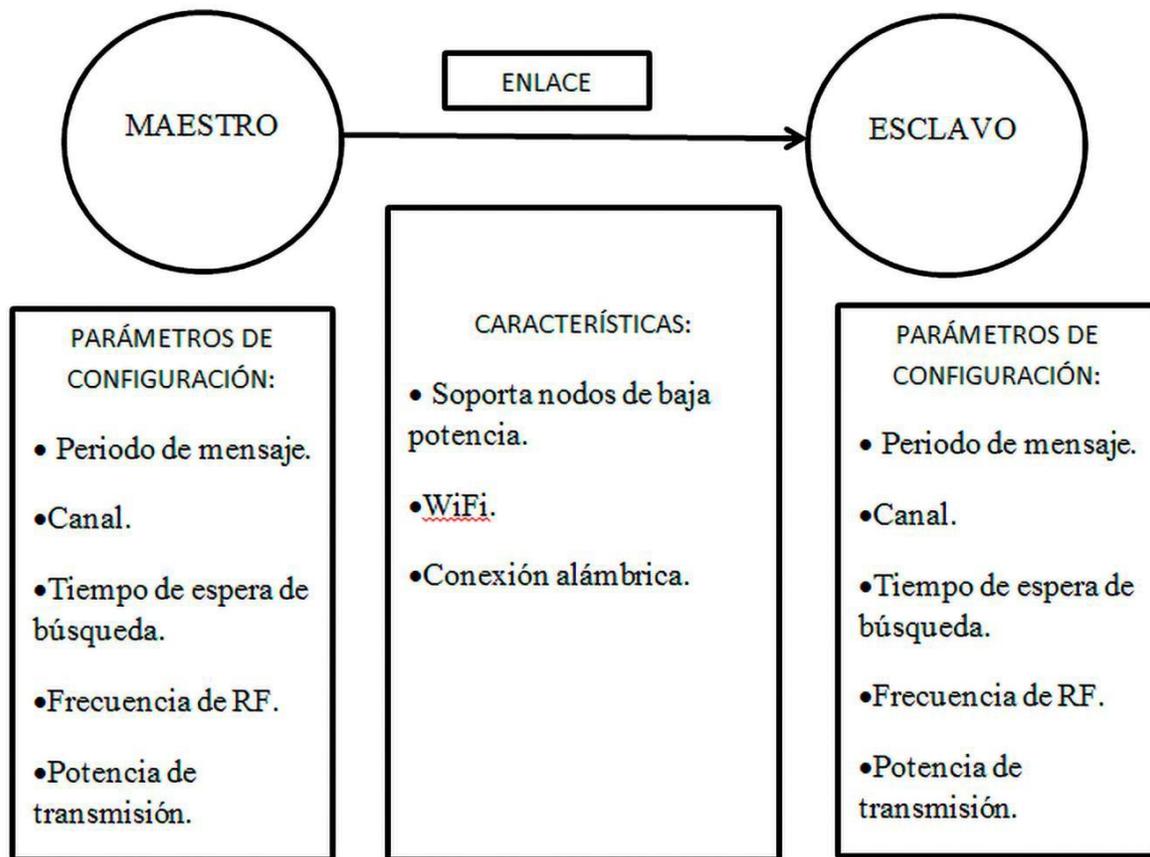


Figura 1.1 Características de conexión.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013)

1.1 Alcance

- Se pretende que el alumno de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones realice prácticas de laboratorio de una forma didáctica.
- Se alienta al alumno a la investigación para futuras aplicaciones con el kit.
- Se pretende que el alumno analice y evalúe el funcionamiento y características principales del kit en general.

- Entendimiento de las características principales del módulo C7, como lo son el tipo de modulación que utiliza así como el amplificador que se seleccionó para su diseño previo, estableciendo así una relación directa con la clase de Transmisores y Receptores.
- Que el alumno comprenda el procesamiento de información a través del transmisor y receptor comandados por el microcontrolador C7.
- Comprender e identificar el significado de un módulo tranceiver, en específico el MSP430F132.
- Conocer la factibilidad operativa del kit y determinar qué tan eficiente es, conocer un circuito parecido y determinar cuál es más factible.
- Entender el proceso de instalación de la herramienta ANT Ware II.
- Concluir a partir de las pruebas y resultados de las prácticas el proceso de comunicación.
- Conocer la factibilidad económica del kit en general.

1.2 Justificación.

1.2.1 Limitaciones

- No se encuentra información suficiente para la instalación de todas las herramientas para el diseño de aplicaciones.
- Los manuales se encuentran en inglés por lo que se debe tener dominio sobre el idioma.
- Se puede encontrar en línea un kit más barato.
- Es difícil encontrar en venta los componentes del kit por separado.

1.2.2 Potencial del protocolo.

La interfaz entre ANT y la aplicación host ha sido diseñada con la máxima simplicidad en mente tal que ANT se puede implementar fácilmente y rápidamente en nuevos dispositivos y aplicaciones. La encapsulación de la complejidad protocolo inalámbrico dentro del chipset ANT reduce enormemente la carga sobre el controlador de host de la aplicación, lo que permite un bajo costo del microcontrolador (MCU-Micro Controller Unit), para

establecer y mantener redes inalámbricas complejas. Las transferencias de datos se pueden programar de una manera determinista o ad-hoc. A modo de ráfaga (burst) la cual permite la transferencia eficiente de grandes cantidades de datos almacenados en y desde un PC u otro dispositivo de computación. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p8)

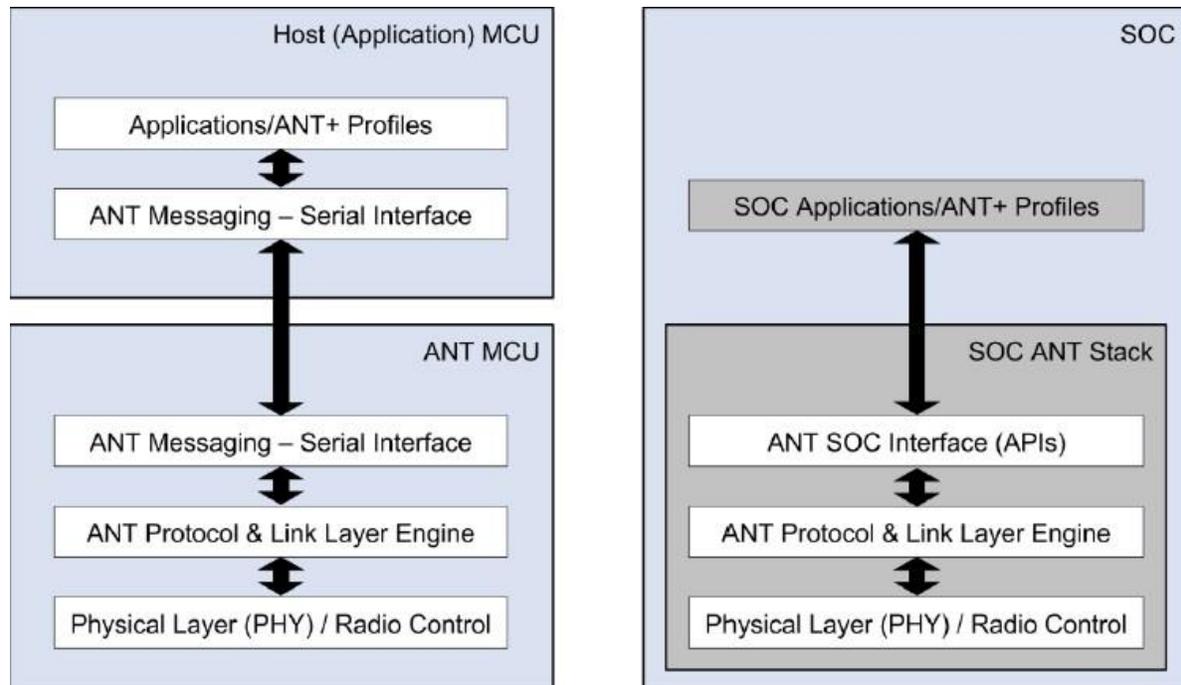


Figura 1.2 Capas ANT en ANT / HOST estándar y Sistema en dispositivos de chip.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p8)

Para comprender el funcionamiento del protocolo ANT basta con entrar a la página www.thisisant.com y descargar los diferentes manuales que se muestran para tener una idea más clara sobre el funcionamiento del procesamiento de la información, así como descargar el programa de interfaz gráfica ANT Ware II.

2. CARACTERÍSTICAS DEL HARDWARE

ANT es un protocolo de redes locales pequeñas que utiliza sensores inalámbricos que funciona en la banda ISM de 2,4 GHz, la cual hoy en día está saturada, por lo que utiliza un radio de propagación relativamente reducido. Está diseñado para utilizar ultra baja energía. (ANT.FIT2 fitness module, 2014, p5)

El consumo en condiciones típicas de operación se mencionan en la tabla 5.3 que es una tabla comparativa del módulo C7 vs el módulo D52, las características de dicho protocolo proporcionan facilidad de uso, alta eficiencia y escalabilidad.

Maneja fácilmente topologías de red tipo peer-to-peer, estrella y topología tipo árbol, proporciona comunicaciones de datos fiables con funcionamiento en red flexible y adaptativa, lo cual es útil para que cualquier usuario pueda utilizar el equipo. ANT es extremadamente compacto, requiere un mínimo de recursos del microcontrolador y reduce considerablemente los costes del sistema. (ANT.FIT2 fitness module, 2014, p5)

El protocolo IEEE con el que cuenta esta tecnología es el 802.15.1, el cual presenta una WPAN (Wireless Personal Area Network) que utiliza tecnología inalámbrica Bluetooth.

A continuación se presenta una vista de la arquitectura de una WPAN, en la Figura 2.1. Se enfatiza la tradicional separación de larga escala del sistema en dos partes; capa física (PHY) del IEEE 802.15.1 y la subcapa MAC (medium access control) del DLL (data link layer).

En la siguiente figura se muestra la pila del protocolo en la séptima capa del modelo del OSI en la tecnología inalámbrica de Bluetooth y su relación con este estándar. Como se puede observar en la siguiente figura las subcapas LLC (logical link control) y el MAC juntas abarcan las funciones deseadas para el DLL del modelo de OSI.

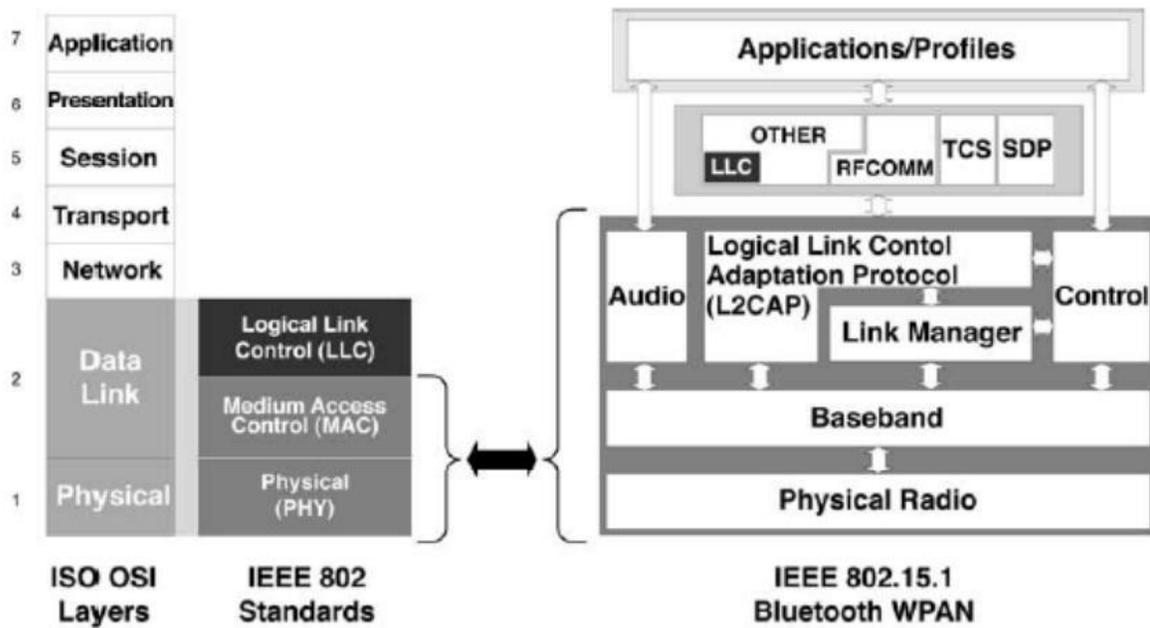


Figura 2.1 Capas del protocolo Bluetooth.

(El estándar Bluetooth IEEE 802.15.1., Catarina, UDLAP, s.f)

Este dispositivo no puede transmitir voz dado que su tasa de transferencia de ráfaga es de hasta 20Kbps, lo que proporciona un verdadero rendimiento de datos, pero para transmitir voz con calidad aceptable, se necesita una tasa de transferencia mayor a 48kbps.

Por otra parte, proporciona un manejo sin preocupaciones de las capas físicas del modelo OSI de red y de transporte. Además, se incorpora fácilmente a lo que conocemos como las capas de bajo nivel que son clave para proporcionar seguridad y que forman la base para las implementaciones de seguridad de red sofisticada definidas por el usuario. ANT asegura que el usuario tenga el control adecuado sobre el manejo del kit, mientras que aligera considerablemente la carga computacional en la prestación de una simple pero eficaz solución de red inalámbrica. (ANT.FIT2 fitness module, 2014, p5)

El módulo ANT C7 ha sido probado y cumple con los límites para un dispositivo digital de Clase B, de conformidad con Parte 15 de las Reglas de la FCC. Estos límites están diseñados para proporcionar una protección razonable contra interferencias perjudiciales. En una instalación residencial. Este equipo genera, utiliza y puede emitir energía de radiofrecuencia y, si no lo hace, instalado y utilizado de acuerdo con las instrucciones, puede causar interferencias perjudiciales en las comunicaciones de radio. Sin embargo, no hay garantía de que no se produzcan interferencias en una instalación en particular. (ANT.FIT2 fitness module, 2014, p10)

El módulo C7 trabaja con un amplificador clase B. Los amplificadores de clase B se caracterizan por tener intensidad casi nula a través de sus transistores cuando no hay señal en la entrada del circuito, por lo que en reposo el consumo es casi nulo. El voltaje de polarización y la máxima amplitud de la señal entrante poseen valores que hacen que la corriente de salida circule durante el semiciclo de la señal de entrada. Este amplificador se caracteriza por aprovechar al máximo la corriente entregada por la fuente.

El módulo FIT2 también conocido como módulo C7 puede conectarse con el controlador de la consola del equipo de fitness a través de una interconexión asíncrona

La siguiente imagen muestra el diagrama de bloques del circuito, que se puede encontrar también en la hoja de datos del módulo C7.

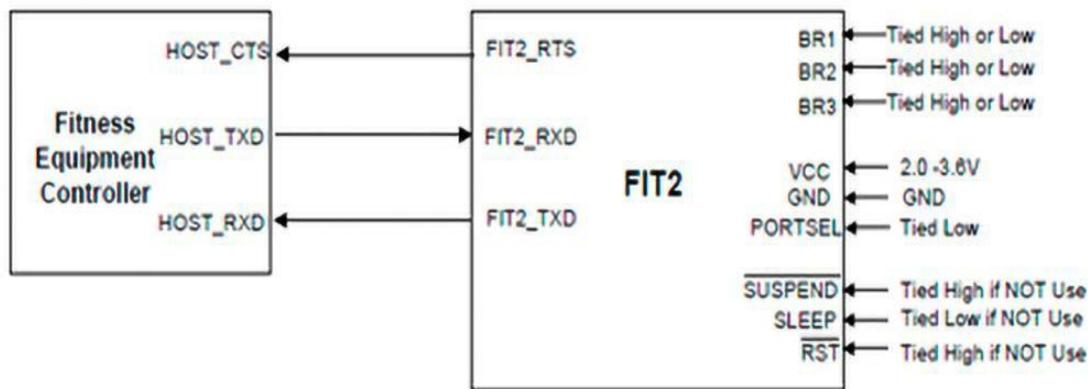


Figura 2.2 Interconexión asíncrona en serie.

(ANT.FIT2 fitness module, 2014, p7)

Notas:

- Los módulos RXD y TXD se conectan directamente al hardware UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) del microcontrolador.
- Los pines de selección de velocidad de transmisión (BR1, BR2 y BR3) se pueden conectar directamente al nivel lógico de interés.
- RTS (Reset) se puede conectar a un pin de interrupción para el control de flujo en algunas aplicaciones.

El módulo FIT2 puede conectarse con el controlador de la consola del equipo de fitness a través de una interconexión de byte sincrónico en serie a 1Mbps de velocidad, y se puede usar con un puerto SPI (Serial Peripheral Interface) de hardware.

La siguiente imagen muestra el diagrama de bloques de la conexión en su forma síncrona.

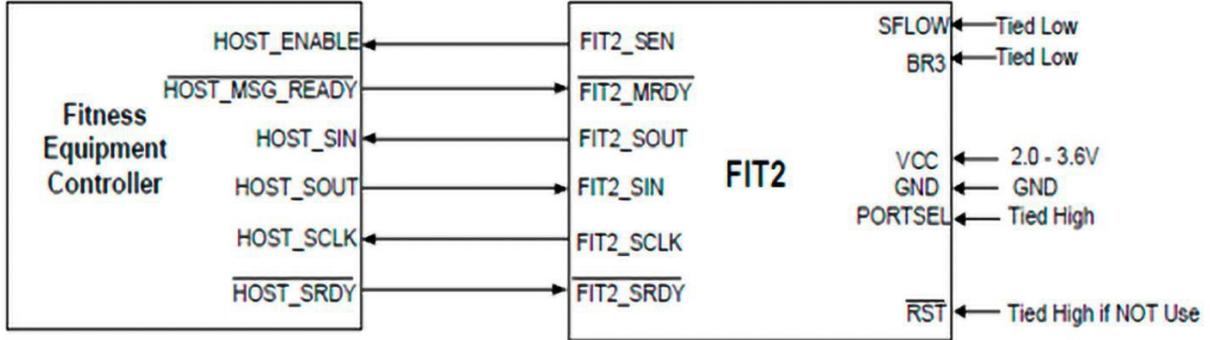


Figura 2.3 Interconexión síncrona en serie.

(ANT.FIT2 fitness module, 2014, p7)

El tipo de modulación que ocupa el módulo es modulación GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) la cual se caracteriza por ser un tipo de modulación donde un 1 lógico es representado mediante una desviación positiva (incremento) de la frecuencia de la onda portadora, y un 0 mediante una desviación negativa (decremento) de la misma. Este tipo de modulación contiene a la entrada del modulador un filtro pasabajo gaussiano que "suaviza" las transiciones de la señal de datos, lo que evita que las señales de altas frecuencias pasen al modulador y aumenta el ancho del pulso por un período mayor que la duración de un bit, lo que puede causar interferencia entre símbolos. (Gerez, Sabih H, 07/02/2013)

La siguiente imagen muestra el principio del filtro Gaussiano.

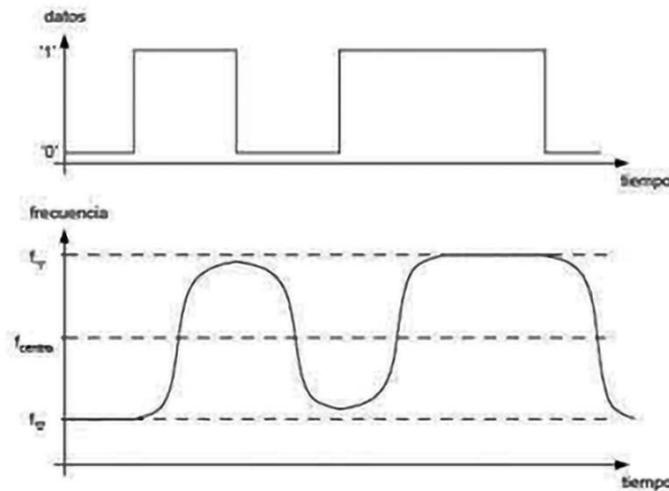


Figura 2.4 Principio del filtro Gaussiano sobre la banda base.

(Gerez, Sabih H, 07/02/2013)

2.1 Kit de evaluación TI ANT

El kit de evaluación TI ANT es un conjunto completo de herramientas de hardware y software para ayudar a los usuarios a evaluar y diseñar un prototipo utilizando la tecnología ANT basada en la solución de chip único de Texas Instruments. El acrónimo ANT significa en inglés: Advanced and Adaptive Network Technology, TI proviene de Texas Instruments. Los productos ANT y dispositivos de múltiples marcas trabajan en conjunto. Además, como los dispositivos son compatibles, siempre puede agregar o actualizar su sistema de monitoreo. (ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

En la figura 2.5 podemos observar el contenido del kit, con cada uno de sus componentes, así mismo en la tabla 2.1 se describe cada uno de los componentes explicando brevemente su función.

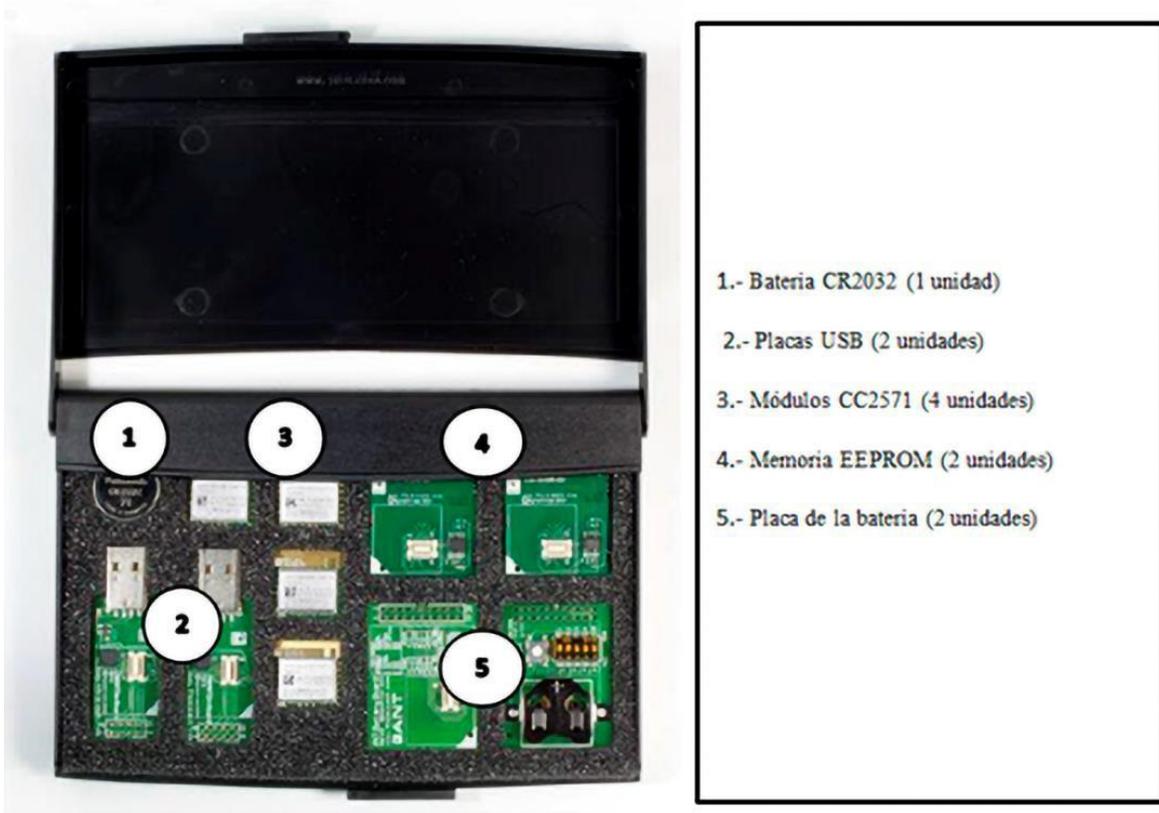


Figura 2.5 Contenido del KIT TI ANT.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

Tabla 2.0.1 Componentes del KIT TI EVAL

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

Número	Componente	Cantidad	Descripción
1	Módulo CC2571	4	Módulos basados en el procesador de red ANT CC2571 de RF. Usado para evaluar las características del CC2571.
2	Memoria EEPROM	2	Placa EEPROM utilizada como dispositivo de memoria externa para ANT-FS integrado Aplicaciones.
3	Placa de la batería	2	Placa de la batería para la batería CR2032 al módulo de energía y / o al tablero de la batería.
4	Placas USB	2	Las placas USB permiten que la placa y / o el módulo EEPROM se conecten al software del PC Aplicaciones.
5	Batería CR2032	2	Batería de la célula de la moneda CR2032 que se utilizará con el tablero de la batería.

La presentación general del kit es bastante portátil y fácil de usar, sólo se tienen que montar las placas EEPROM (si se desea programar una memoria externa) con el módulo CC2571 encima de la placa USB para poder visualizar en el programa ANTWare II las características de cada componente.

2.2 Hardware

Las sub-secciones siguientes describen en detalle las piezas del componente del kit de desarrollo.

2.2.1 Módulo ANTC782M5IB o CC2571

El módulo C7 también llamado chip CC2571, es un dispositivo de 20 mm x 20 mm que utiliza el último sistema ANT en chip ofrecido por Texas Instruments. Se basa en la nueva generación de plataformas de radio de ultra baja potencia de Texas Instruments. Incorpora muchas mejoras en la pila del núcleo ANT, incluyendo ANT-FS integrado. (ANT. TI eval kit user manual, 2010, p13)

Como se menciona en el capítulo 2 de este manual el tipo de modulación que ocupa el kit es modulación GFSK.

En la figura 2.6 podemos observar el módulo C7 visto desde la parte de frente y posterior, este es un chip fundamental para el procesamiento de la información.

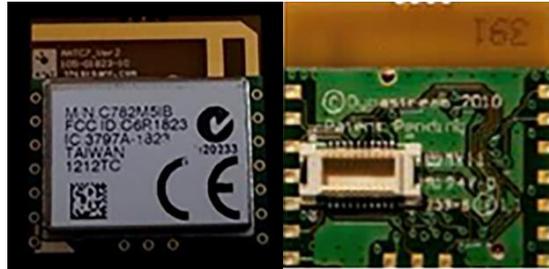


Figura 2.6 Módulo C7.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p13)

2.2.2 Placa de la batería ANT

El propósito de la tarjeta de batería es alimentar el módulo C7 y permitir al usuario crear una conexión externa MCU al chip ANT a través de la cabecera de 20 terminales. El módulo puede pilarse directamente sobre la placa de la batería.

Opcionalmente, la tarjeta EEPROM se puede montar en su lugar si se utiliza la función ANT-FS del CC2571. Los pinout del conector de 20 pines en la placa de la batería se enumeran en la tabla 2.2. La figura 2.7 muestra la tarjeta de la batería del ANT.

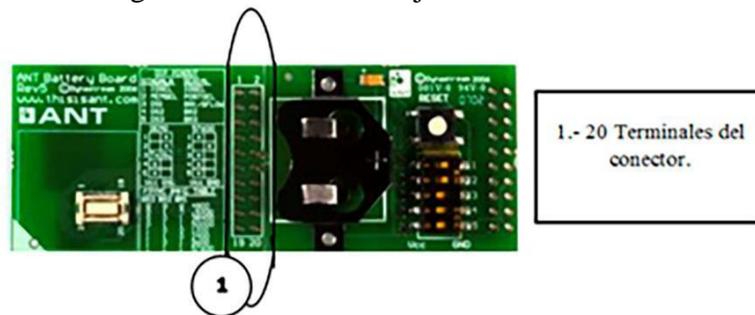


Figura 2.7 Tarjeta de la batería del ANT.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p13)

La siguiente tabla muestra el PIN-OUT de la placa de la batería.

Tabla 2.0.1 PIN-OUT de la placa de la batería.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p14)

PIN	Nombres de Señal
1	Vcc
2	Tierra
3	RXD / SIN / AIO2
4	TXD / SOUT / IO
5	IOSELECT / RTS / SEN
6	RST
7	TIE_GND
8	Tierra
9	SUSPEND / SRDY / AIO0
10	SLEEP / MRDY / AIO1
11	RXD / SIN / AIO2
12	RXD / SIN / AIO2
13	AIO4
14	IO5
15	TXD / SOUT / IO6
16	IO7
17	PORTSEL
18	BR1 / SFLOW / DevSel1
19	BR2 / SCLK / DevSel2
20	BR3 / DevSel3

2.2.3 Tarjeta ANT EEPROM

El propósito de la tarjeta EEPROM es permitir la interconexión de una EEPROM externa directamente con el módulo C7, lo cual facilita al usuario probar y configurar el integrado FS y ANT-FS del módulo CC2571. La tarjeta EEPROM se puede montar directamente en la placa de la batería o en la memoria USB ANT-UIF. El módulo C7 se monta directamente en la parte superior de la tarjeta EEPROM. La EEPROM es un Chip de la serie M95 de ST con 1 megabit de memoria.



Figura 2.8 Placa EEPROM.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p14)

Para el propósito de este manual sólo vamos a trabajar con las placas USB. Para utilizar la memoria EEPROM así como las bases de batería es requerido el programa ANT FS, el cual al momento de realizar este trabajo, no se tenía disponible para realizar alguna prueba.

2.2.4 Tarjeta de interfaz USB

El propósito de la tarjeta de interfaz USB es permitir al usuario conectar módulos directamente a la PC, proporcionando la opción de utilizar el microcontrolador de forma externa y utilizar programas como ANTware o aplicaciones para controlar directamente el hardware ANT. El módulo C7 puede montarse directamente en el puerto USB con la tarjeta de interfaz. Alternativamente, la tarjeta EEPROM se puede montar en la placa USB con el C7 montado directamente en la parte superior de la tarjeta de interfaz USB. El Pinout de la cabecera de 10 pines en la tarjeta de interfaz USB es descrito en la tabla 2.3

Tabla 2.0.1 PIN-OUT de la tarjeta de interfaz USB.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p15)

PIN	Nombres de Señal
1	Vcc
2	Tierra
3	RXD / SIN / AIO2
4	TXD / SOUT / IO6
5	IOSELECT / RTS / SEN
6	RST
7	TIE_GND
8	Tierra
9	SUSPEND / SRDY / AIO0
10	SLEEP / MRDY / AIO1

La tarjeta de interfaz USB es el adaptador que permitirá observar los resultados de procesamiento de información en una computadora, la figura 2.9 muestra la tarjeta de interfaz USB.

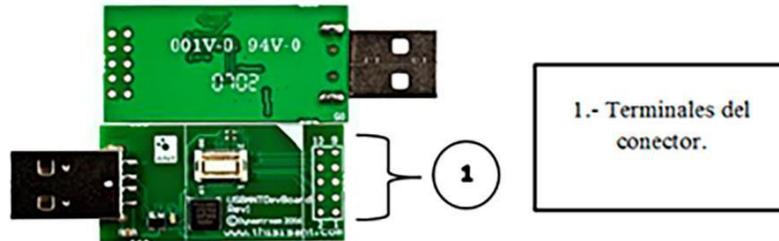


Figura 2.9 Tarjeta de interfaz USB.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p15)

2.3 Instalación KIT AntWare II

La herramienta de aplicación para PC ANTWare utiliza dos módulos C7 y dos tarjetas de interfaz USB. Para poder utilizarlo se debe descargar e instalar la aplicación PC ANTWare II de www.thisisant.com. Tenga en cuenta que .NET Framework 3.5 debe estar instalado en su PC para que esta aplicación se ejecute. Descargar e instalar los controladores USB.

2.3.1 Instalación del controlador USB

Descargar el controlador USB ANT de www.thisisant.com y copiar todo el contenido en su disco duro, descomprimirlos. Conecte un módulo ANT a una de las tarjetas de interfaz USB del Kit de desarrollo ANT.

El procesamiento de información se puede observar fácilmente en una computadora al montar el módulo C7 en la tarjeta USB, únicamente se debe tener en cuenta que los pines de la tarjeta coincidan con los pines del módulo C7, a continuación, se muestra en la figura 2.10 cómo se debe montar el módulo C7 en la tarjeta USB.



Figura 2.10 Tarjeta USB con módulo C7.

(Valdez F., 2017, fotografía de tarjeta USB con módulo C7, fotografía propia)¹⁴

Las instrucciones para instalar el controlador USB son:

Se debe descargar de la siguiente dirección electrónica los controladores para que el programa reconozca la tarjeta USB.

La siguiente imagen muestra el archivo que se debe descargar desde la página <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>. Se tiene que tener en cuenta que este controlador sólo funciona para Windows 7 y que se debe contar con el código de registro que se encuentra en la caja del kit.

La siguiente imagen muestra una captura de pantalla de la página oficial de donde se deberán descargar los controladores.

¹⁴ El módulo C7 se debe colocar encima de la tarjeta USB, tener en cuenta que los pines deben coincidir para no dañar la tarjeta.

HERRAMIENTAS DE SOFTWARE		
	OTA Updater	1.4
	observante	1.1
	N5 Starter Kit ANT IO Demo	1.0
	tarjeta de interfaz ANT USB - Windows	1.2.40.201 Controlador de la
	ANTware II	4.1.00
	ANTware II Guía del usuario	1.2
	ANT USB - Windows	1.2.40.201 Controlador
	ANT USB1 - Windows	1.2.40.201 Controlador
	Desinstalación de controladores USB1 - Windows	0.0C
	USB2 Código fuente de prueba IQC	1.0.0
	USB2 IQC Test Guía del usuario	1.0

Figura 2.11 Descarga de los controladores.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla de la página oficial de descarga de controladores USB, captura propia)

Una vez descargado el controlador, se mostrará una carpeta comprimida, se debe abrir dicha carpeta y extraer el contenido, dentro de dicha carpeta comprimida se encuentra el ejecutable, la siguiente imagen muestra el programa que se debe ejecutar para instalar el controlador de USB.

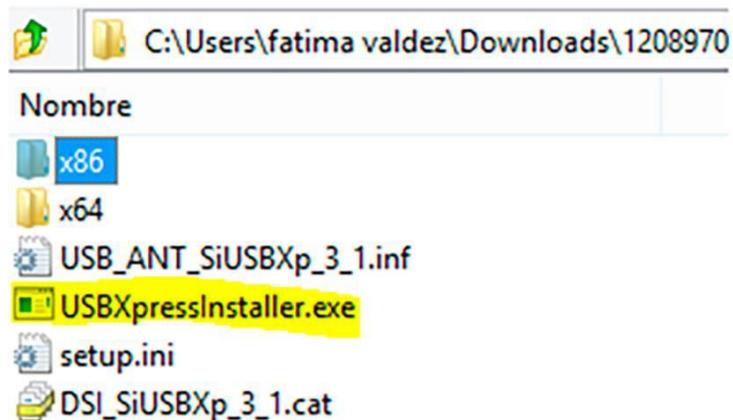


Figura 2.12 Ejecutable de los controladores.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla de la descarga de controladores USB, captura propia)

Una vez que se ejecute el controlador con extensión .exe seleccione “No”, “No esta vez” y, a continuación, haga clic en el botón “Siguiente” para continuar.



Figura 2.13 Instalación de los controladores.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla, instalación de controladores USB, captura propia) Se

debe conectar le módulo C7 encima de la placa USB, posteriormente ir a Panel de control > Dispositivos e impresoras. Seleccionar “ANT USB Device”.

La siguiente figura muestra cómo se debe ver el dispositivo USB cuando se ha instalado el controlador.¹⁶

¹⁶ Para que la computadora detecte el dispositivo se debe conectar previamente el módulo C7 encima de la tarjeta USB y posteriormente conectarla en la entrada USB de la computadora.

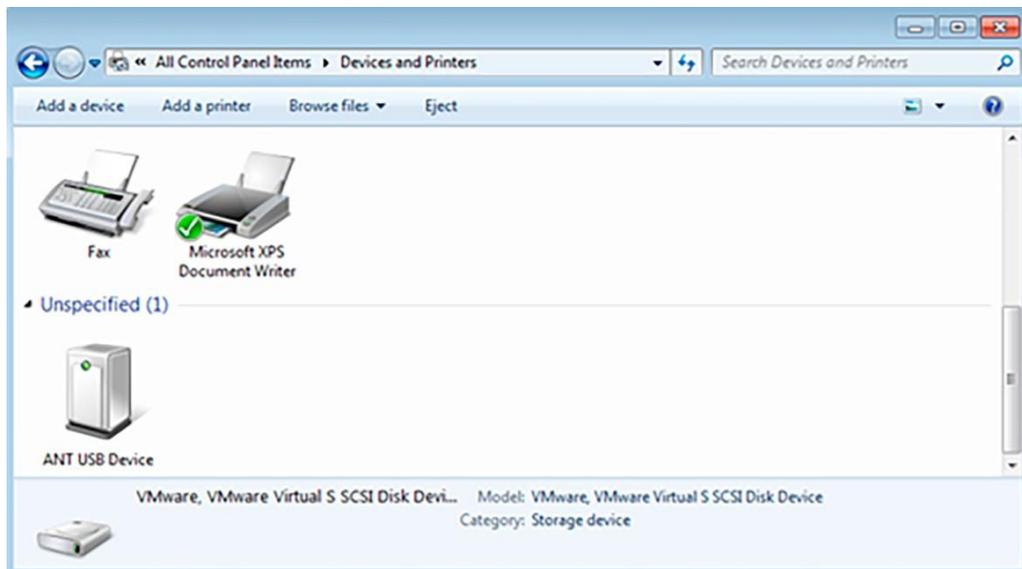


Figura 2.14 Dispositivo ANT USB detectado

(Valdez F., 2017, captura de pantalla, dispositivo ANT USB detectado, captura propia)

Al conectar el dispositivo C7 con el módulo USB la computadora deberá detectar instantáneamente el dispositivo, la figura 2.14 muestra dicha detección, en este caso se han conectado dos módulos C7 con su respectiva tarjeta USB.¹⁷



Figura 2.15 Detección de los módulos C7 montados en las tarjetas USB. (Valdez F., 2017, captura de pantalla, detección de los módulos C7 montados en las tarjetas USB, captura propia)

Se selecciona el dispositivo con click izquierdo > Hardware > Propiedades > “Change settings” > Actualizar controlador.

¹⁷ Los módulos USB se mostrarán en cuanto se conecten a la entrada correspondiente de la computadora, es recomendable montar el módulo C7 para posteriormente corroborar que el programa ANT Ware II detecta el microcontrolador correctamente.

Selección del dispositivo se muestra a continuación.

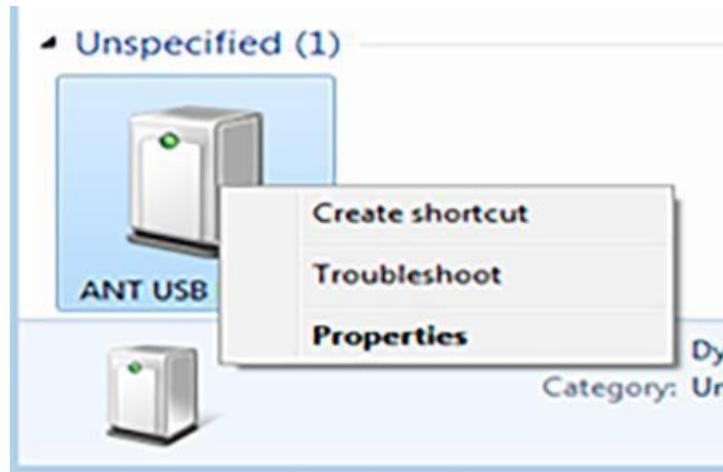


Figura 2.16 Selección de las propiedades del dispositivo detectado.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla de la selección de uno de módulos C7 montado en la tarjeta USB, captura propia)

Se seleccionan las carpetas que se descargaron para corroborar que el controlador trabaje correctamente. Es recomendable reiniciar la computadora justo después de haber instalado los controladores para la detección de las tarjetas USB para obtener resultados favorables.

Para instalar los controladores, una vez que ya se han descargado de la página de descargas de ANT <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>.

Posteriormente se debe dar “click” izquierdo en el ícono “Device”, posteriormente se selecciona la pestaña de “Driver” y en la opción de “Update Driver” se selecciona para detectar el driver.

Como se muestra en la siguiente imagen en la que el menú de los controladores se ha seleccionado, se debe desplegar un sub-menú al seleccionar las propiedades del nuevo dispositivo que ha sido detectado por la computadora.¹⁹

¹⁹ Al seleccionar la opción “Update Driver” se debe tener en consideración la ubicación de la descarga del controlador.



Figura 2.17 Búsqueda de los controladores.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla, búsqueda de los controladores, captura propia)

La siguiente imagen muestra la selección de la ubicación de la descarga de los controladores dentro de la computadora.

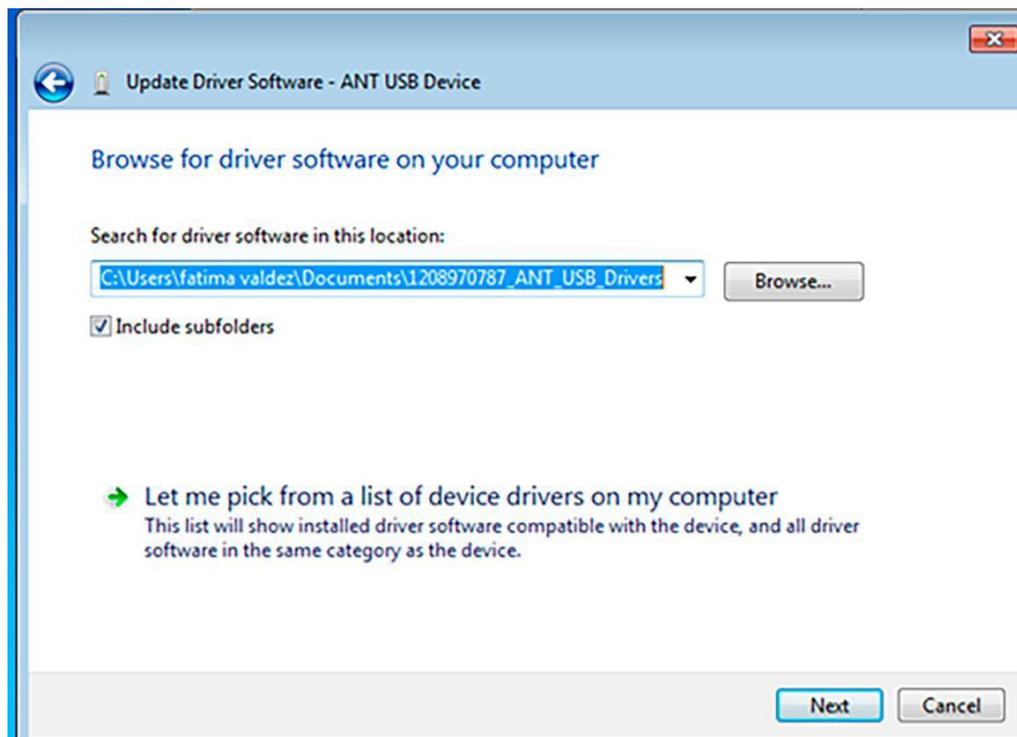


Figura 2.18 Selección del archivo que contiene los controladores.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla, selección del archivo que contiene los controladores, captura propia)

Cuando los controladores se hayan instalado correctamente se mostrará una pantalla de confirmación, como se muestra en la figura 2.19.²¹

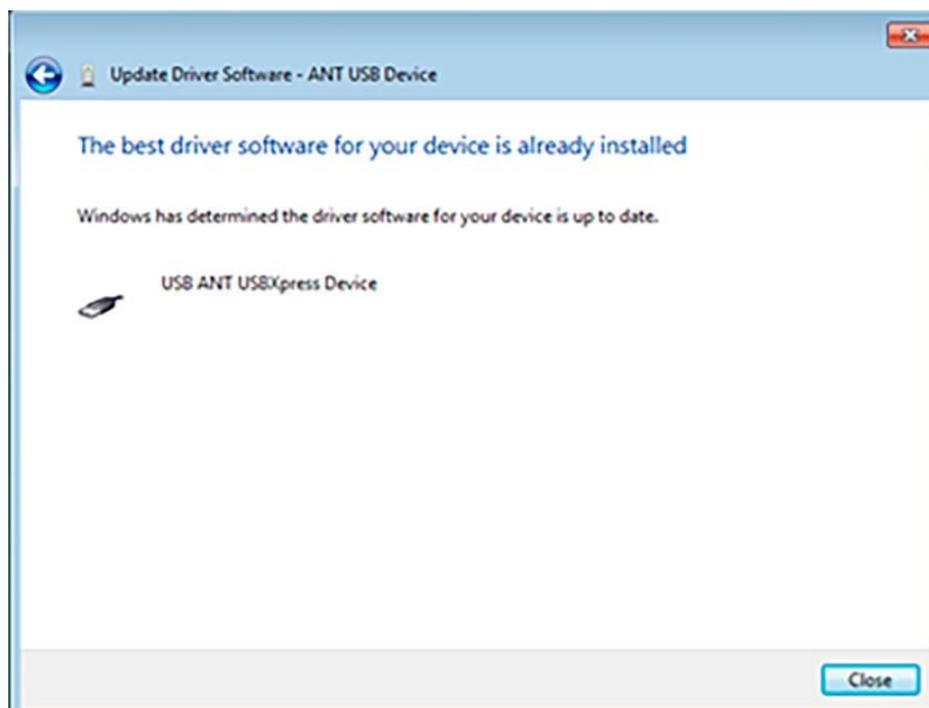


Figura 2.19 Confirmación de que el controlador está instalado.

(Valdez F., 2019, captura de pantalla, confirmación de que el controlador está instalado, captura propia)

La configuración general de los controladores es fácil y rápida, el problema es la versión y la desactualización de los controladores que provocan incompatibilidad con los sistemas operativos recientes, estos controladores están diseñados para utilizar versiones anteriores o iguales a Windows 7 o versiones anteriores, si no se cuenta con dicho sistema operativo se recomienda leer el apéndice A y así ver la forma de instalar correctamente el programa utilizando Windows 7, descrito brevemente es instalar una máquina virtual e instalar el programa ANTWare II junto con los drivers dentro de esta para poder operar el programa y que el sistema operativo detecte los controladores.

²¹ Cuando la confirmación de que el controlador se ha instalado satisfactoriamente se puede proceder a abrir el programa ANT Ware II para visualizar los dispositivos y sus parámetros de transmisión y recepción del módulo C7.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

3.1 Configuración alámbrica

En este modo de conexión se utilizará una sola máquina para comunicar dos módulos C7, tal como se muestra en la figura 3.1.



Figura 3.1 Conexión alámbrica

(Valdez F., 2017, fotografía, conexión alámbrica, fotografía propia)

En este caso se realizó la prueba de comunicación en una sola computadora, el circuito de una computadora en este caso funge como medio de transmisión; con el programa ANT Ware II previamente instalado junto con los controladores para que el equipo reconozca las tarjetas USB.

Esta prueba se presenta en la práctica 1 (Descripción del programa KIT ANT Ware II) con más detalle, mostrando cada una de las ventanas del programa y explicando cada una de sus funciones y aplicaciones, esta prueba es rápida y fácil de hacer, es aplicable para confirmar el funcionamiento de los módulos.

Se recomienda que antes de abrir el programa, al menos si se está utilizando una máquina virtual, se conecten las USB, posteriormente abra el programa y espere un momento para darle tiempo a la computadora de detectar las USB, ya que si se montan y se desmontan de la computadora muchas veces la máquina virtual puede llegar a saturarse y alentar la computadora, en caso de que no reaccione la máquina virtual ciérrela y vuelva a abrirla.

Se conecta la primer USB en la computadora para tener la imagen de la figura 3.2, mostrando así que el primer módulo fue detectado.



Figura 3.2 Módulo A detectado.

(Valdez F., 2016, captura de pantalla, tarjeta A detectada, captura propia) Posteriormente se

hace lo mismo con la otra USB, el programa detectará automáticamente ambas tarjetas y de acuerdo con el orden en que se ingresen les asignará un nombre (A, B, C.... respectivamente).

Se dejan los valores predeterminados de la aplicación y se selecciona para el canal A la opción “Master” y para el canal B “Slave”. En caso de que se le dé clic en el botón “auto open” en el receptor o esclavo (en este caso se le asignó al módulo llamado B), este procederá a intentar recibir información, detectará que el módulo “Master” se encuentra conectado, pero al no recibir nada, arrojará mensajes de error.

Por otro lado, si se activa el módulo Master pero se tarda mucho en configurar el módulo Slave, alrededor de 5 minutos, el Master procederá a dar por terminada la sesión al detectar que no se está recibiendo ningún mensaje.

En la imagen de la figura 3.3 se muestra cómo automáticamente el programa desglosa el menú para elegir el módulo que se quiere seleccionar como Master. (ANT. TI eval kit user manual, 2010, p8)



Figura 3.3 Opción Master del canal A.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p8)

Una vez que los dos canales se han especificado, se presiona el botón “auto open” en cada uno de ellos para comenzar la conexión entre ellos. En una primera prueba se intentó utilizar un sistema operativo Windows 8, dado que no se contaba con una versión igual o

anterior a Windows 7 se necesitó instalar una máquina virtual en la laptop, para más información sobre la instalación de esta se recomienda revisar el contenido del anexo 1. Las siguientes imágenes muestran por parte de cada uno de los módulos cómo la transmisión y recepción se realiza de manera satisfactoria.

Cuando el módulo esté transmitiendo, mostrará en la parte derecha de la pantalla la transmisión de información en hexadecimal como se observa en la figura 3.4. (ANT. TI eval kit user manual, 2010, p9)



Figura 3.4 Módulo A transmitiendo.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

Cuando un módulo se encuentre recibiendo información, se mostrará la imagen de la figura 3.5, en este caso dicho módulo es el B.

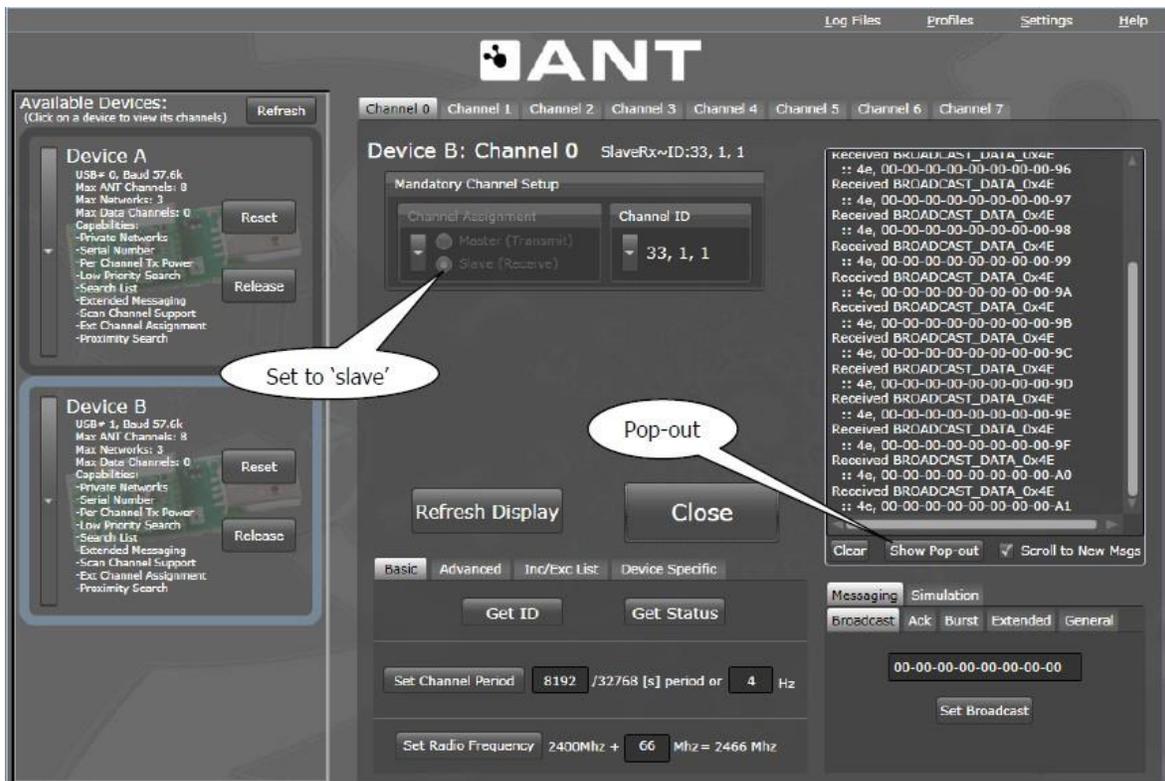


Figura 3.5 Módulo B recibiendo.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

3.2 Configuración inalámbrica

En cuanto a la opción inalámbrica, se deben realizar exactamente los mismos pasos con el módulo Esclavo y Maestro, en este caso, al solo haber un módulo en cada computadora y como el nombre que el programa asigna a cada módulo comienza con “A”, en ambas computadoras el único módulo conectado se llamará “A”, pero al dejar los valores predeterminados y escogiendo en una computadora un módulo como “Master” y en la otra eligiendo la opción de “Slave” al seleccionar la opción “auto Open” en cada una se procederá a transmitir y recibir la información según corresponda como se muestra en la figura 3.6.



Figura 3.6 Transmisión exitosa desde dos computadoras.

(Valdez F., 2017, fotografía, transmisión exitosa desde dos computadoras fotografía propia)

4.- PROPUESTA DE PRÁCTICAS PARA LABORATORIO

4.1 Descripción del programa KIT ANTWare II

4.1.1 Objetivo

La presente práctica pretende que el alumno comprenda el uso del programa ANTWare II para la manipulación y transferencia de datos de un módulo C7 a otro, utilizando dos dispositivos USB.

Por otra parte, también se pretende que el alumno tenga nociones de la descripción de cada uno de los componentes del programa y de esta forma se facilite el utilizarlo.

4.1.2 Introducción

En esta práctica el alumno conectará dos tarjetas USB con sus respectivos módulos C7 a una computadora, abrirá el programa ANT Ware II y podrá visualizar las características principales del programa, comprenderá el funcionamiento básico de transmisión, recepción de una red simple ANT.

4.1.2.1 Red simple en ANT

El uso y la configuración de ANT están basados en canales. Cada nodo ANT (representado por un círculo) puede conectarse a otros nodos ANT a través de canales dedicados. Cada canal conecta generalmente dos nodos vecinos; sin embargo, un solo canal puede conectarse a múltiples nodos.

Cada canal tiene, como mínimo, un solo participante maestro y un esclavo único. El maestro actúa como el transmisor primario y el esclavo actúa como el receptor primario. Las flechas grandes en la Figura 4.1 indican el flujo de datos principal de maestro a esclavo; las flechas pequeñas indican el flujo de mensajes inversos (por ejemplo, Canal B, C). Un canal con una sola flecha (por ejemplo, Canal A) es utilizado para representar un enlace unidireccional, que admite el uso de nodos de transmisión de baja potencia. Observe que un nodo ANT puede actuar simultáneamente como un esclavo (por ejemplo, un canal Hub1 A, B) y un canal maestro (por ej., Hub1 canal C), en la siguiente imagen se puede

observar que el Hub 1 es un dispositivo maestro que recibe la información de dos sensores, posteriormente enviará la información procesada al esclavo Hub 2. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p13)

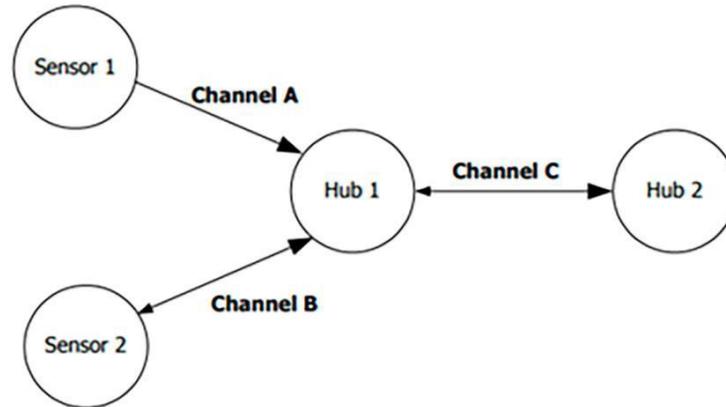


Figura 4.1 Red simple en ANT.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p11)

4.1.2.2 Nodos ANT

Cada nodo en una red ANT contiene un programa de protocolo ANT y un controlador de host (MCU). El programa ANT tiene la función de establecer y mantener las conexiones de la operación del canal dentro de su firmware con el fin de controlar los componentes físicos del microcontrolador, a través de uno o más sensores que recibirán las señales, al estar emparejados con un primer hub, este procesará dichas señales para mandarlas por un medio de transmisión hacia el segundo hub. Por otra parte el host del controlador gestiona las funciones de una aplicación que utiliza una carga limitada para iniciar la comunicación entre el dispositivo ANT y otros nodos, lo cual se hace a través de una simple interfaz entre el host y el programa ANT, como se muestra en la Figura 4.2.

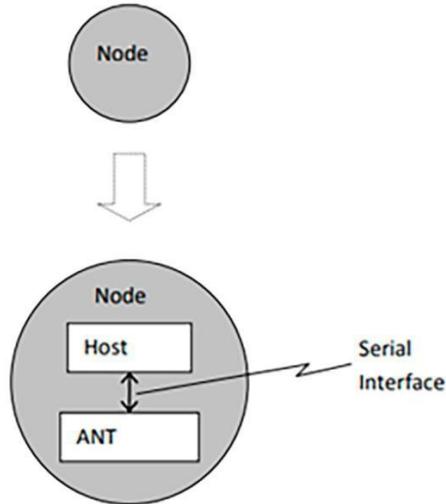


Figura 4.2 Contenido de un nodo ANT.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p12)

La Tabla 4.1 describe el estado maestro / esclavo de cada uno de los canales mostrados en la Figura 4.2.

4.1.2.3 Canales ANT

En esta sección, se presentan más detalles sobre el bloque fundamental de construcción del protocolo ANT: el canal. Como fue previamente discutido, debe establecerse un canal para conectar dos nodos vecinos.

Tabla 4.0.1 Estado maestro / esclavo de los canales de la Figura 4.2.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p11)

Canal	Maestro	Esclavo
Canal A	Sensor 1 (Sólo Tx)	Hub 1 (Rx)
Canal B	Sensor 2 (Tx)	Hub 1 (Rx)
Canal C	Hub (Tx)	Hub 2 (Rx)

La imagen de la figura 4.3 muestra el canal de comunicación entre dos nodos, en los que se tiene un Master y un Slave.

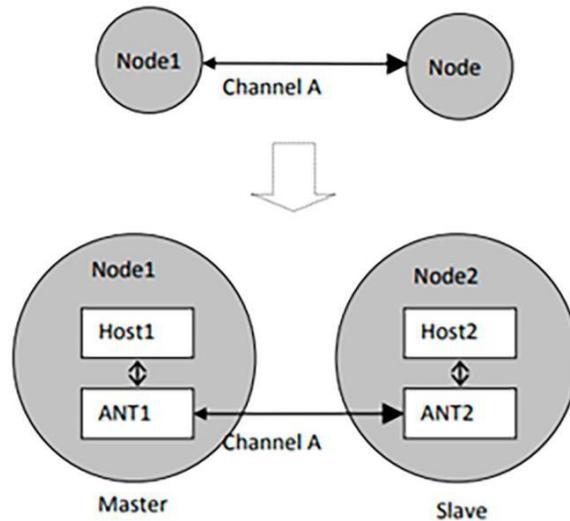


Figura 4.3 Canal de comunicación entre dos nodos ANT.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p13)

Un canal de comunicación permite el intercambio de información entre dos nodos:

1. Un maestro (por ejemplo, Nodo1)
2. Un esclavo (por ejemplo, Nodo2)

4.1.2.4 Canales de comunicación

La comunicación entre los nodos ANT se establece de diferentes maneras dependiendo de varios factores como: el tipo de canal que se utiliza; la configuración de dicho canal; el tipo de datos que se están enviando; y la dirección en que se envían los datos.

La mayoría de las implementaciones ANT utilizan canales síncronos, independientes y bidireccionales. Cuando un nodo maestro abre un nodo sincrónico, el nodo maestro abrirá primero una ventana de búsqueda para comprobar que no sea probable que su transmisión interfiera con la transmisión de otro dispositivo, y luego transmitir mensajes en el período del canal designado, en otras palabras, una vez que se abra el canal, un dispositivo maestro siempre transmitirá un mensaje en cada intervalo de tiempo del canal, tal como se muestra en la Figura 4.4 Cuando se utilizan canales bidireccionales, el dispositivo maestro mantiene su receptor de radio encendido durante un breve tiempo mientras se transmite cada mensaje. Esto permite que el esclavo envíe opcionalmente los datos al maestro inmediatamente después de que haya recibido un mensaje.

La imagen de la figura 4.4 muestra en una línea de tiempo las formas de comunicación dadas entre un nodo Master y un nodo Slave.

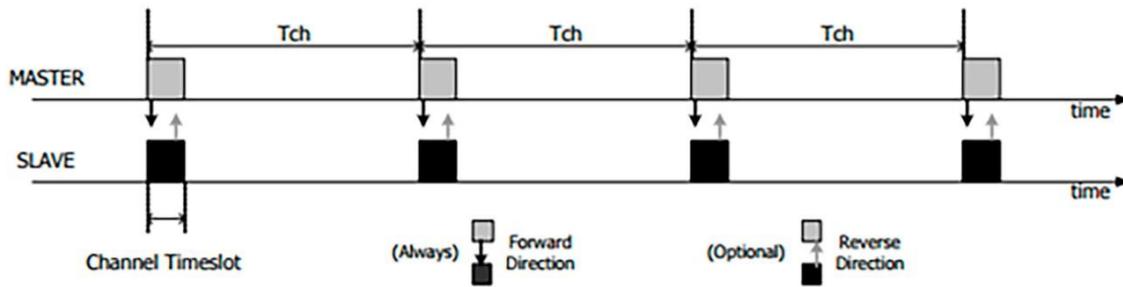


Figura 4.4 Direcciones de la comunicación entre nodos en un canal de comunicación.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p14)

Los tipos de canales disponibles se enumeran y se describen en la tabla 4.2. Cada tipo de canal también debe configurarse con los parámetros de canal deseados (por ejemplo, frecuencia de RF, periodo de canal e ID de canal) y cualquier característica adicional tal como, cifrado de canal.

Los tipos de datos ANT determinan la forma en que estos serán enviados entre los dos nodos de un canal ANT. Hay cuatro tipos de datos: transmisión, confirmación, ráfaga y transferencia avanzada de mensajes en ráfaga.

Cada vez que la aplicación host envía un mensaje de datos ANT para su transmisión, especifica el tipo de datos junto con los datos del mensaje. Los detalles sobre el host a la interfaz ANT y la mensajería se describen en las secciones posteriores.

Los mensajes de datos se transfieren entre nodos en una, de dos direcciones:

1. Dirección hacia adelante (Master -> Slave)
2. Dirección inversa (Slave -> Master)

Todos los tipos de datos se pueden transmitir en ambas direcciones, excepto en los canales de transmisión / recepción solamente.

El tipo de canal especifica el tipo de comunicación que se producirá en el canal. Se trata de un campo de 8 bits con valores en el rango de 0 a 255. El tipo de canal debe especificarse antes de abrir y establecer un canal. Algunos tipos comunes de canales se dan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.0.1 Direcciones de la comunicación entre nodos en un canal de comunicación.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p15)

Valor	Descripción
0x00	Canal esclavo bidireccional
0x10	Canal maestro bidireccional
0x20	Canal esclavo bidireccional compartido
0x30	Canal master bidireccional compartido
0x40	Canal Receptor Esclavo Único (diagnóstico)
0x50	Canal principal de transmisión única (legado)

4.1.2.5 Datos de ráfaga (Burst)

La transmisión de datos en ráfaga proporciona un mecanismo para enviar grandes cantidades de datos entre dispositivos. Las transferencias de ráfagas consisten en una serie rápida de mensajes de datos reconocidos continuos. La velocidad a la que los paquetes se transmiten en el canal es independiente y significativamente más rápida que el período del canal; dando como resultado un rendimiento de datos máximo de 20 kbps. Se debe tener en cuenta que esto también significa que los paquetes de ráfaga están sincronizados entre sí, en lugar de con el período de canal regular.

De manera similar a los mensajes reconocidos, se informará a la MCU del host de origen sobre el éxito o el fracaso de la transferencia en ráfaga. Sin embargo, la notificación de éxito / falla es para la transferencia de ráfaga completa en lugar de para cada paquete y, a diferencia de los mensajes confirmados, cualquier paquete de datos perdido en la transferencia se reintentará automáticamente. Si algún paquete no se transmite correctamente después de cinco reintentos, ANT abortará la transferencia de ráfaga y notificará a la MCU del host un mensaje de error.

Cuando se envía una única ráfaga de paquetes, se comporta de manera idéntica a un mensaje confirmado, y no hay reintentos asociados con una sola ráfaga de paquetes.

No hay límite en la duración de una transacción de ráfaga. Sin embargo, las transacciones en ráfaga tienen prioridad sobre todos los demás canales abiertos en ambos nodos participantes. Si hay otros canales en el sistema, se debe tener cuidado de darles servicio con una frecuencia razonable. Aunque el protocolo ANT es robusto y puede manejar las interrupciones causadas por las transferencias de ráfagas u otras interferencias externas, la

falta excesiva de canales puede provocar la pérdida de sincronización o de datos. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p23)

4.1.3 Equipo y material

- Computadora
- Componentes del kit TI de evaluación:
 - 2 módulos CC2571 (C7)
 - 2 placas USB

4.1.4 Desarrollo

Instrucciones del contenido del reporte:

1) Solución del problema

Para comenzar a entender cómo utilizar el programa describa los pasos que se indican en la práctica.

Muestre en el reporte captura de pantalla de cada paso.

Describa lo fácil o complicado que le fue realizar cada apartado.

2) Explique las capturas de pantalla visualizadas

3) Describa el funcionamiento para poder comunicar los módulos C7

4) ¿Cómo cree que se podría realizar una comunicación inalámbrica con estos módulos?

5) Anexe su conclusión general.

4.1.4.1 Primeros pasos

La figura 4.5 muestra la ventana de aplicación que aparece de inicio al abrir el software de ANT WARE II. En el lado izquierdo de la aplicación están los paneles del dispositivo y la parte restante de la ventana es el panel del canal.

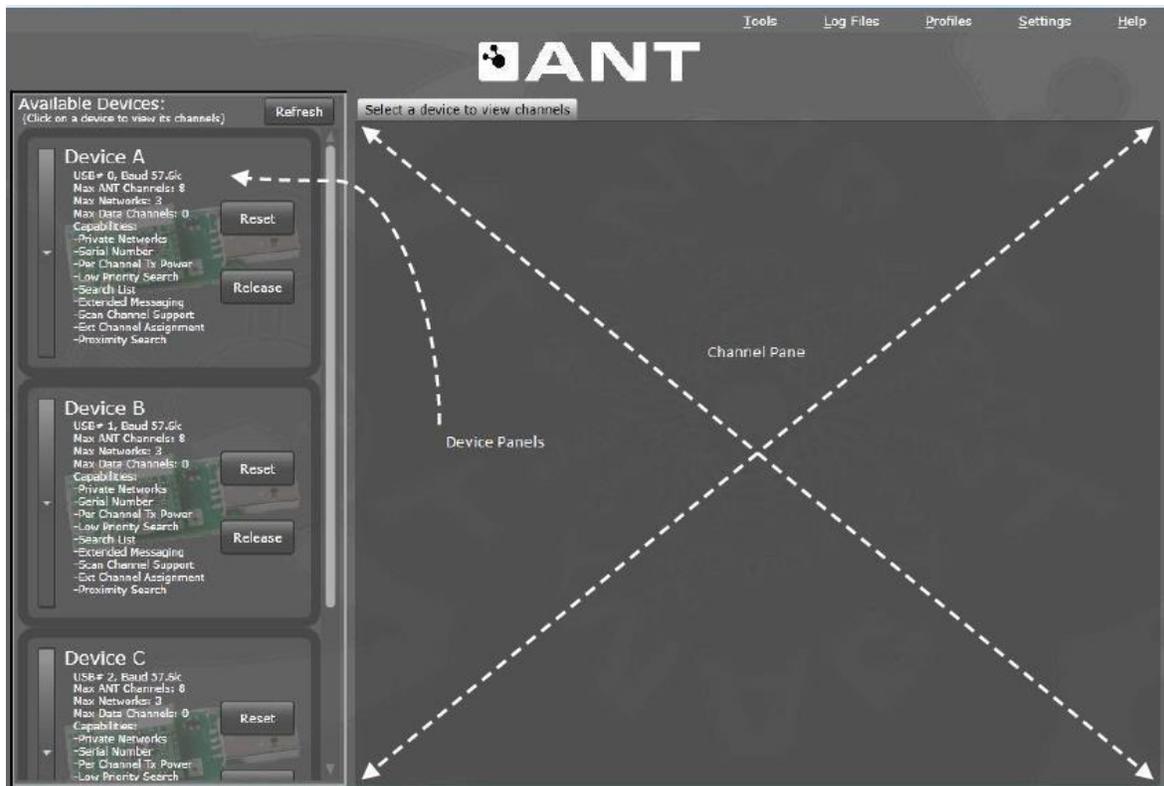


Figura 4.5 Ventana de aplicación de ANTWare II.

(ANT, ANTWare II User's Guide, 2013, p7)

4.1.4.2 Panel de dispositivos

Los paneles de los dispositivos muestran todos los dispositivos que están conectados a la PC, y no están en uso en otras aplicaciones. Cada panel muestra las capacidades del dispositivo ANT respectivo y proporciona acceso a las funciones aplicables a ese dispositivo. Los paneles del dispositivo también se utilizan para seleccionar los canales del dispositivo que se muestran en el panel de canales.

La figura 4.6 muestra el panel del dispositivo después de que el botón de expansión se ha pulsado, lo que permite el acceso a todas las funciones de nivel del dispositivo, tales como el establecimiento de la clave de red, potencia de transmisión, etc. Esta vista del dispositivo expandido también muestra la visualización de realimentación de nivel del dispositivo.

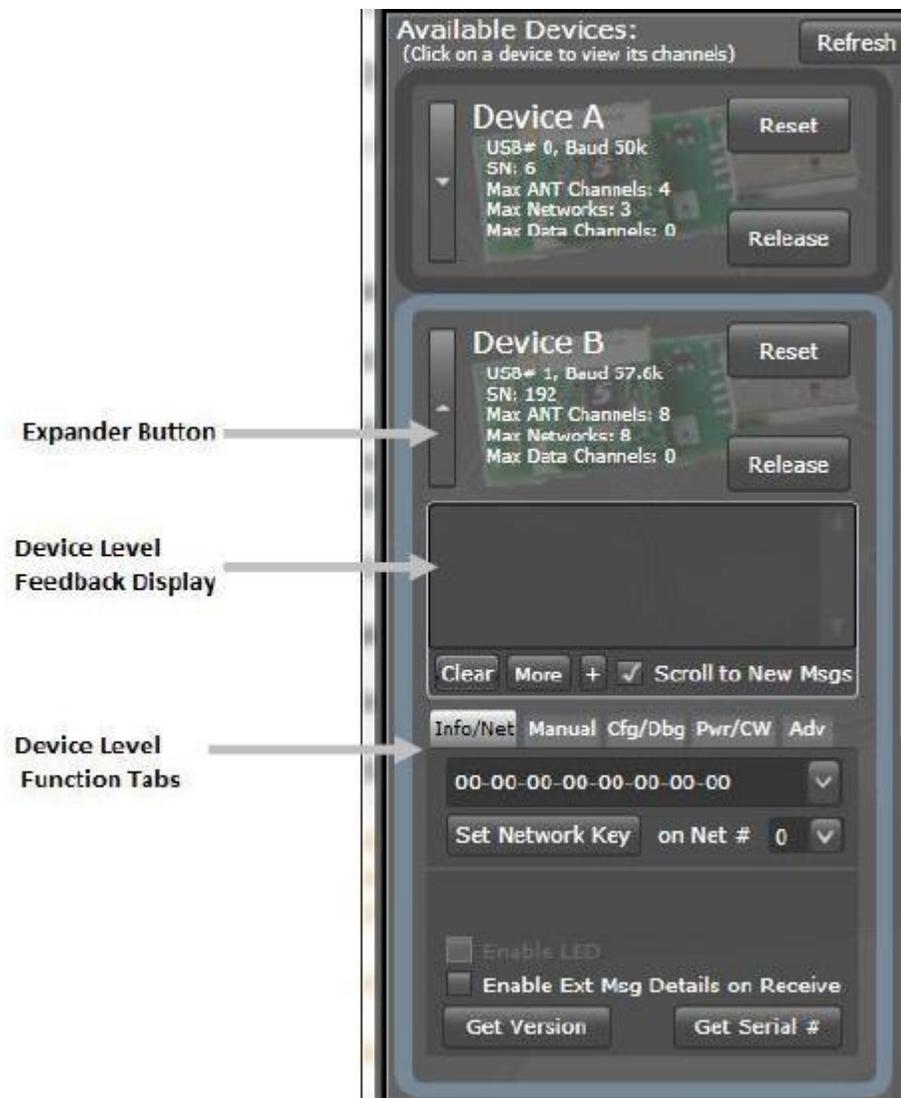


Figura 4.6 Dispositivos ANT detectados.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p8)

La opción de dispositivos emergentes (popout device) se muestra en la Figura 4.7. Puede abrirse haciendo clic en el botón “Show Advanced Device Panel” (Mostrar panel de dispositivos avanzados) bajo la pestaña “Adv” o el botón '+' en la pantalla de realimentación (véase la figura 4.8). Permite acceder al nivel avanzado de comandos disponibles en un dispositivo en particular. La opción está disponible para cada dispositivo y se puede configurar según sea necesario.

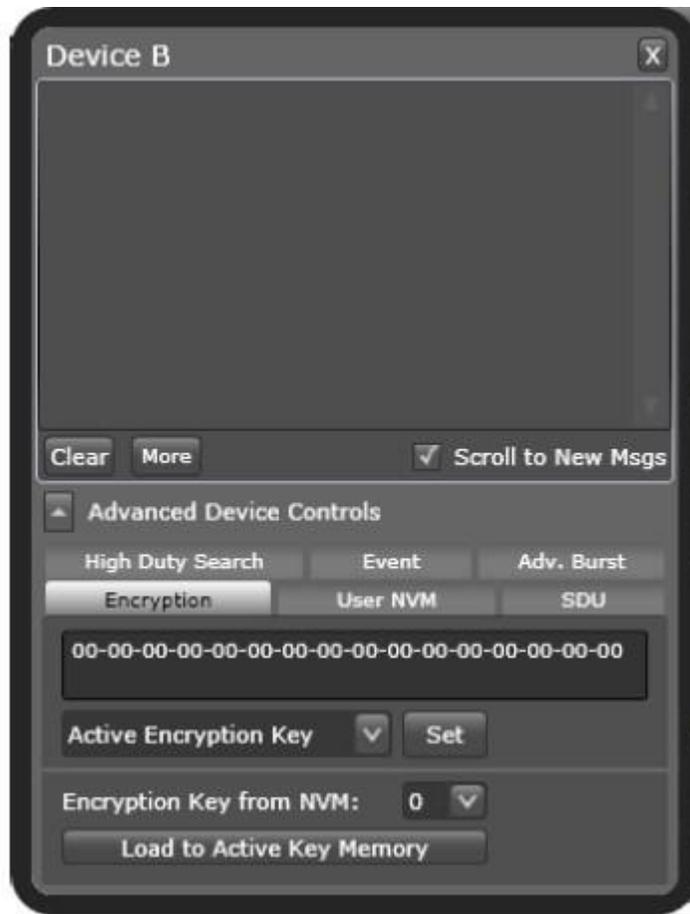


Figura 4.7 Opción de dispositivo emergente (popout device).

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p9)

La imagen de la Figura 4.8 muestra la ventana en la que podemos abrir la opción de dispositivo emergente.



Figura 4.8 Ventana que permite abrir la opción de dispositivo emergente.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p9)

4.1.4.3 Detección de los módulos C7

Con las dos tarjetas de interface USB conectadas, inicie la aplicación ANTware II. Se detectarán automáticamente las dos placas USB, una con el nombre de Device A y la otra con el nombre de Device B, al seleccionar alguno de los dos módulos, el programa mostrará los parámetros de cada módulo C7, como se muestra en la figura 4.9.

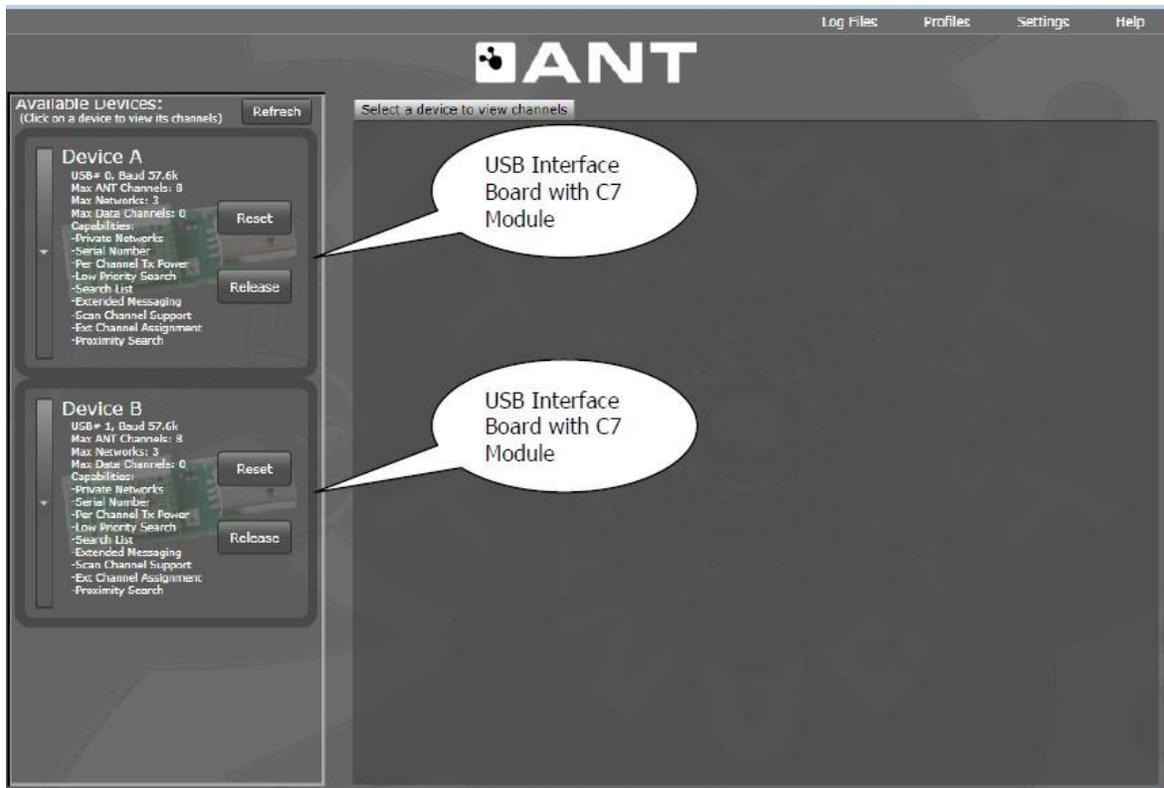


Figura 4.9 Dispositivos USB enumerados.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p11)

Conectar a cada dispositivo haciendo clic en alguna parte del recuadro de enumeración. Tener en cuenta que una vez conectado a un dispositivo, la conexión a otro dispositivo no lo desconectará. Después de la conexión, se puede seleccionar un dispositivo haciendo clic en el recuadro de enumeración.

La captura de pantalla de la Figura 4.10, muestra los dos dispositivos conectados con el dispositivo A como el dispositivo seleccionado y el dispositivo B mostrado en segundo término.



Figura 4.10 Selección del dispositivo A, para conectarse a ambos dispositivos.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p11)

4.1.4.4 Panel de canales

El panel de canales muestra todos los canales de un dispositivo seleccionado. Para seleccionar un dispositivo, simplemente haga clic en cualquier parte del dispositivo deseado (excepto para los botones Reset y Release). Una vez que se selecciona un dispositivo, su panel de dispositivos tendrá un contorno resaltado y todos sus canales aparecerán como pestañas en el panel de canal (Figura 4.10). Cada ficha contiene todas las funciones para manipular los parámetros de configuración del canal.

Comente sus observaciones.

4.1.4.5 Despliegue de la vista del programa

Se tienen varias áreas bajo cada opción de canal (Figura 4.11): la asignación de canal y la identificación del canal son cajas expandibles que permiten el control sobre los parámetros de "Configuración obligatoria del canal", los cuales requieren de la intervención del usuario antes de abrir un canal. Utilizando las pestañas "Comandos del canal" (Básico, Avanzado,

etc.) pueden controlar parámetros de configuración de canales más avanzados descritos en las siguientes secciones.

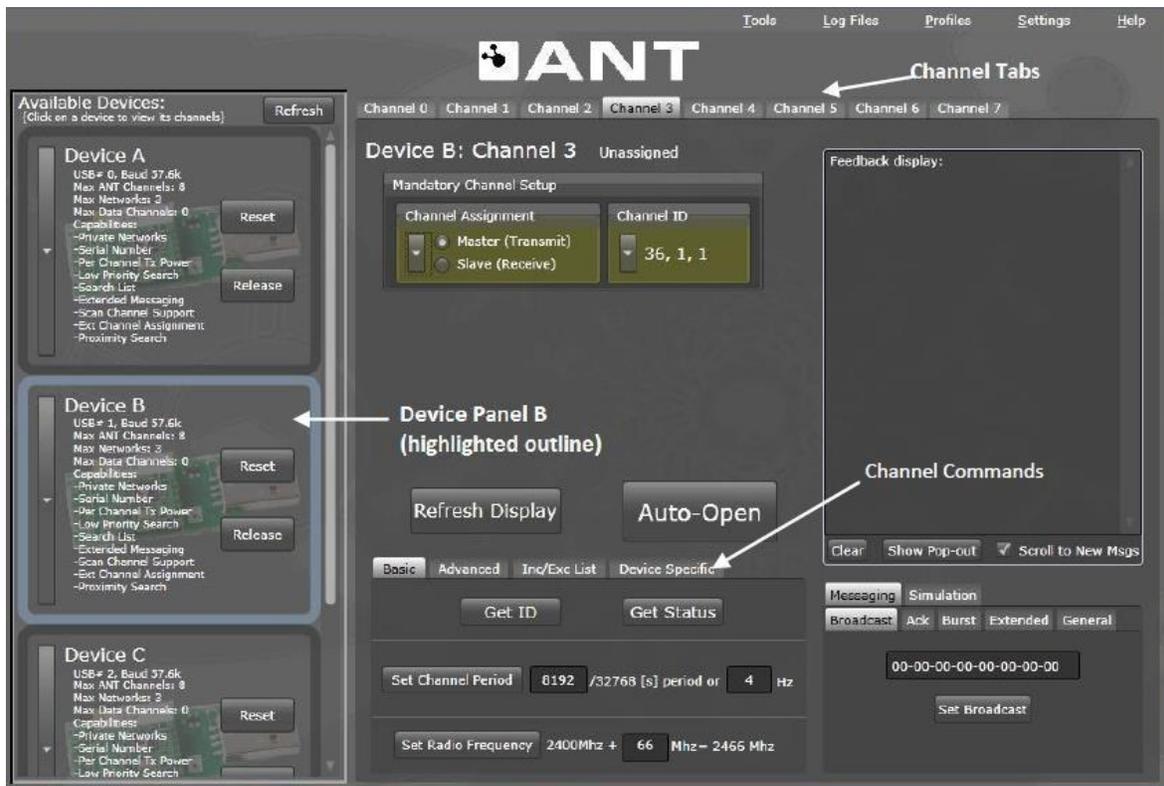


Figura 4.11 Vista del programa.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p10)

La parte superior derecha contiene la pantalla de realimentación y la parte inferior derecha contiene un conjunto de fichas para controlar el canal de mensajería. Seleccione el botón 'Show Pop-Out', se abrirá la pantalla de realimentación y el control de mensajes en una ventana emergente separada. Esto permite al usuario ver y administrar la actividad en varios canales a la vez.

Una función importante está en el prominente botón 'Auto-Open'. El botón Auto-Open facilita la configuración del canal aplicando automáticamente todos los cambios de parámetros con solo presionar un botón. A medida que se establece cada parámetro, sus respectivos campos son destacados con un tinte amarillo; cuando se pulsa el botón "Auto-Open" ANTware II aplicará todas las configuraciones resaltadas y luego abrirá el canal. Tenga en cuenta que sólo los parámetros resaltados se configuran cuando "Auto-Open" es usado; los parámetros que se configuran manualmente (es decir, presionando el botón correspondiente al lado del parámetro) no necesitan que se vuelvan a configurar al pulsar "Auto-Open". La Figura 4.12 muestra las características de la pestaña del canal 3.

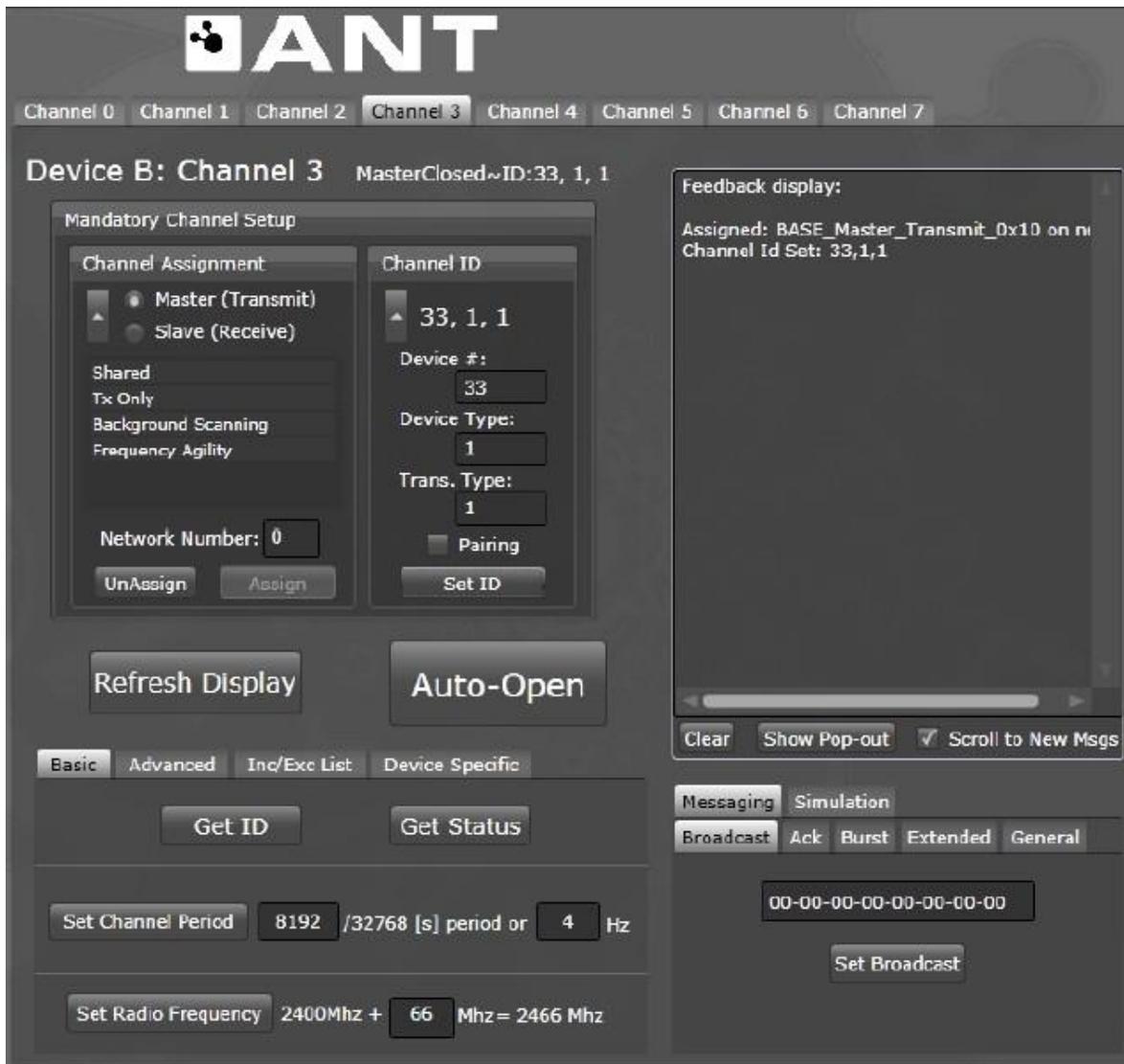


Figura 4.12 Características de la pestaña de canales.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p12)

Cuestionario de sección:

- 1.-Describa la diferencia entre usar la pestaña 'Show Pop-Out' en ANTware II y 'Auto-Open'
- 2.- Explique con sus propias palabras y con ayuda de capturas de pantalla en general las pestañas explicadas para esta sección.

4.1.4.6 Apertura del canal principal

El dispositivo A utilizará la configuración predeterminada como transmisor maestro a 2466 MHz en el período de canal 4Hz. Para comenzar a transmitir datos simplemente hacer clic en “Auto-open”; este botón enviará todos los comandos de configuración del canal al chip ANT. Una vez abierto el canal, el canal maestro transmitirá continuamente datos de 8 bytes, paquetes a 4Hz. Éstos se mostrarán en la "Feedback display" en el lado derecho de la aplicación.

Para tener una tasa de mensajes de 4Hz en un canal, el valor del período del canal se debe establecer en $32768/4 = 8192$.

La tasa de mensajes predeterminada es 4Hz, que se elige para proporcionar un rendimiento sólido como se describe a continuación. Es recomendado que la tasa de mensajes se deje en el valor predeterminado para proporcionar redes fácilmente detectables con buena potencia y latencia

La velocidad máxima de mensajes (o el período mínimo del canal) depende de la capacidad de cálculo del sistema. Altas velocidades de datos en combinación con múltiples canales activos limitarán sustancialmente la velocidad máxima de mensajes.

El Burst, puede alcanzar una velocidad de datos de 20 kbps. Esto es independiente de la velocidad del mensaje. En otras palabras, la tasa de mensajes afectará el tiempo entre las transferencias de Burst completas, pero no afecta la tasa real del Burst.

La asignación adecuada del período del canal es crítica y es imperativo tener en cuenta los siguientes problemas:

- La tasa de mensajes es directamente proporcional al consumo de energía.
- Un pequeño período de canal permite mayores tasas de transferencia de datos.
- Un pequeño periodo de canal obtendrá mejores resultados en la búsqueda del dispositivo, esto de forma más rápida.

D0000652_ANT_Message_Protocol_and_Usage_Rev_5.1

Instrucciones:

Haga clic en el panel del dispositivo apropiado para seleccionar el dispositivo ANT que actuará como maestro del canal. En la pestaña del canal (por ejemplo, Canal 0) vaya a la “Configuración de Canal Obligatorio” y seleccione la opción 'Maestro (Transmisión)' en el cuadro 'Asignación de Canal. Establezca el 'ID de canal' como se desee; en este ejemplo 33, 1, 1.

Haga clic en 'Auto-Open' y ANTWare II enviará los comandos de configuración y abrirá el canal maestro. Una vez que el canal se abre, el dispositivo maestro comenzará a transmitir mensajes de difusión en el período de canal predeterminado. La pantalla de retroalimentación de la pestaña mostrará:

Comandos que realiza: 'Asignación de Canal ...', 'Configuración de ID de canal ...', 'Canal de apertura ...'

Eventos resultantes de RF: EVENT_TX, código de mensaje 0x03

Datos enviados: 00-00-00-00-00-00-00-00 (por defecto para incrementar cada mensaje)

Mensaje decodificado serie: 40, 00-01-03 (Canal de respuesta de eventos, Canal # -msg código ID-MSG)

Para continuar viendo esta retroalimentación mientras se configuran otros canales, haga clic en el botón "Show Pop-out". Se abrirá otra ventana que sólo contiene la visualización de retroalimentación de ese canal.

La figura 4.13 muestra la pantalla principal al momento de que el módulo A se encuentra transmitiendo.



Figura 4.13 Apertura del canal principal.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p10)

4.1.4.7 Canal ID

Cada canal debe tener un ID (identificador) configurado. El ID del canal es un mecanismo ANT clave que permite a los canales y redes existir en el mismo entorno. El ID del canal se utiliza para identificar de forma única un canal en una red dada. El ID del canal se establece mediante el nodo maestro y el esclavo, lo cual se utiliza para especificar el maestro y de esta forma comunicarse. Los nodos esclavos pueden buscar un maestro específico o un tipo de maestro estableciendo uno o más de los parámetros de ID del canal al valor comodín '0'. Una vez que se encuentra un maestro coincidente, su ID del canal reemplaza automáticamente los valores comodín.

Para configurar la red de un solo canal descrito anteriormente, primero se debe asegurar que dos dispositivos USB ANT están conectados a la PC.

Al abrir ANTWare II, los dos dispositivos deben mostrarse en la lista de dispositivos ANTWare II.

Instrucciones de sección:

- 1.- Describa el funcionamiento general de un C7 que utiliza un funcionamiento de configuración predeterminado de transmisor.
- 2.- Explique lo que entiende “que despliega la pantalla de retroalimentación” cuando da clic en el botón de 'Auto-Open' en la apertura del canal principal.
- 3.- Para qué sirve un canal ID.

4.1.4.8 Asignación de canales

En una red ANT, un canal consiste en un dispositivo maestro que transmite un mensaje de difusión en un canal configurado con un cierto período; y un dispositivo esclavo, que encuentra y sincroniza la difusión periódica del maestro. El "Maestro" y las asignaciones de canal "Esclavo" con la difusión periódica se utilizan simplemente para fines de sincronización y no limitar las capacidades de un nodo dado en una red; los nodos maestro y esclavo admiten la comunicación.

Instrucciones de sección:

- 1.- ¿Expliqué para qué cree que sirve una asignación de canales, qué ventajas conlleva un modelo de organización así?

4.1.4.9 Apertura del canal esclavo

El dispositivo B se configurará como esclavo. Después de abrir el canal buscará y sincronizará con el maestro (Dispositivo A). Para configurar el Dispositivo B simplemente cambiar la asignación de canales de "Master" a "Slave". Abra el canal haciendo clic en "Auto-Open". El esclavo puede tardar hasta 3 segundos en encontrar el maestro.

Una vez hecho esto, los mensajes recibidos del maestro se mostrarán en la "pantalla de realimentación". Los datos recibidos y transmitidos por el maestro se pueden mostrar simultáneamente presionando el botón "Show Pop-out".

La imagen de la Figura 4.14 muestra la recepción del canal esclavo con los parámetros predeterminados.



Figura 4.14 Apertura del canal esclavo.

(Valdez F., 2016, captura de pantalla, apertura del canal esclavo, captura propia)

Instrucciones de sección:

1.- Explique cómo entiende el funcionamiento de la apertura del canal esclavo

4.1.4.10 Ventanas emergentes para dispositivos A y B

Seleccione el dispositivo A y pulse el botón "Show Pop-out". A continuación, seleccione Dispositivo B y haga lo mismo. Las ventanas de exhibición se pueden ahora mostrar lado a lado. Expanda ambas ventanas haciendo clic en la flecha hacia abajo en la esquina inferior izquierda de la ventana.

En la imagen de la Figura 4.15 se puede observar detenidamente qué es lo que se está transmitiendo y recibiendo.



Figura 4.15 Ventanas emergentes para dispositivos A y B.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p11)

4.1.4.11 Envío de paquetes de datos

Los paquetes de datos con datos específicos pueden ser enviados desde el maestro al esclavo, o desde el esclavo al maestro. Seleccionando el tipo de mensaje y haciendo clic en enviar, tenga en cuenta que el último paquete de datos establecido por el maestro siempre serán datos, como se muestra a continuación.

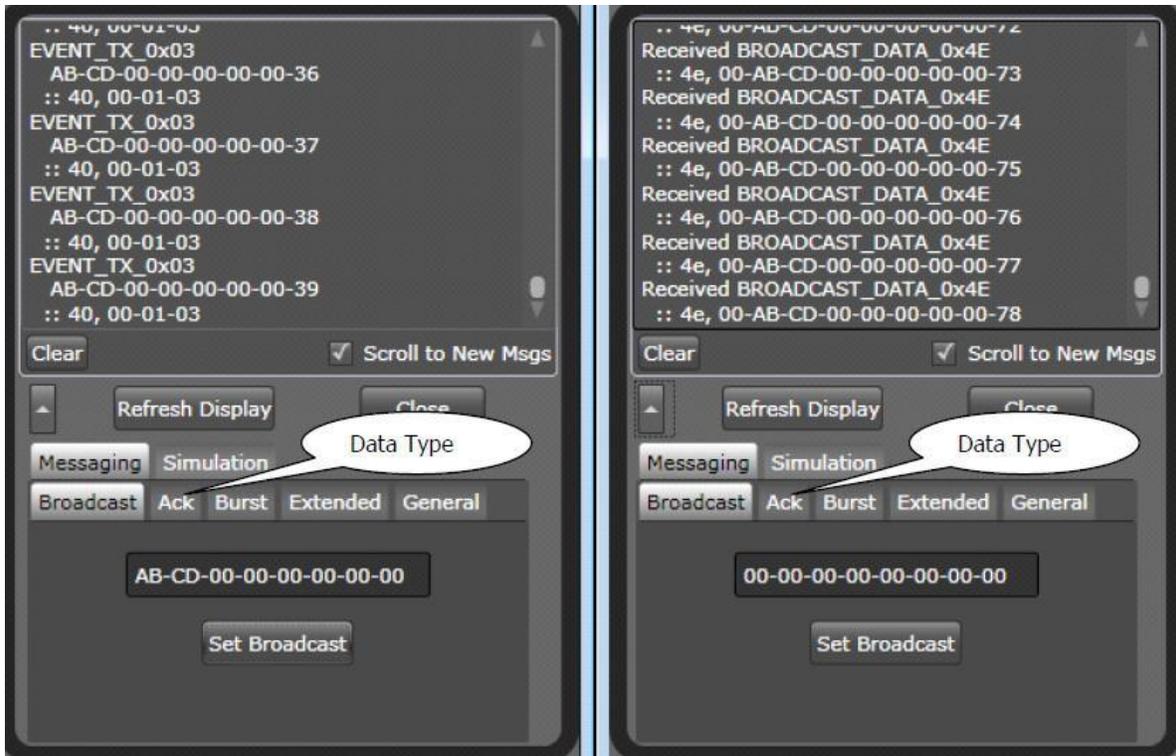


Figura 4.16 Envío de paquetes de datos.

(ANT. TI eval kit user manual, 2010, p11)

Para seguir viendo esta retroalimentación mientras se configuran otros canales, haga clic en el botón "Show Pop-out". Esto abrirá otra ventana que sólo contiene la visualización de retroalimentación de ese canal. Utilice el botón de expansión que se muestra en la Figura 4.14 para mostrar la visualización de retroalimentación si no está ya visible.

Cuestionario de sección:

1.- Describa el envío de paquetes de datos ¿Qué significan las primeras líneas del envío y recibo en los canales?

Se puede observar al leer todo el contenido de la primera práctica que es un proceso muy sencillo realizar una prueba para poder corroborar que los módulos se están comunicando de manera satisfactoria, con unos cuantos clics se logra, pero se pretende mostrar cada una de las ventanas para que el alumno se familiarice con el programa y sepa qué datos desglosa cada cuadro.

4.2 Características avanzadas del programa KIT ANTWARE II

4.2.1 Objetivo

Se pretende que el alumno comprenda el uso del programa ANTWare II de una forma más profunda para la manipulación y transferencia de datos de un módulo C7 a otro utilizando dos dispositivos USB.

Por otra parte, también se pretende que el alumno tenga nociones de la descripción de cada uno de los componentes del programa y de esta forma se le facilite el utilizarlo.

4.2.2 Introducción

Una vez dominados los conceptos básicos del programa ANT Ware II, el alumno procederá a familiarizarse con otras opciones que ofrece el programa.

4.2.2.1 Configuración del canal

Aunque la configuración de un canal específico puede permanecer constante durante toda su conexión, la mayoría de los parámetros pueden ser cambiados mientras el canal está abierto. Además, debe tenerse en cuenta que un maestro puede mantener múltiples canales que difieren en parámetros de la configuración del canal.

Para que dos dispositivos ANT se comuniquen, requieren una configuración de canal común, que incluya información relacionada con los parámetros de funcionamiento de un canal. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p15)

La siguiente información es necesaria para definir una configuración de canal:

4.2.2.2 Tipo de canal

-Opcional Asignación Extendida

El tipo de canal especifica el tipo de comunicación que se producirá en el canal. Es un campo de 8 bits aceptables. Con valores en el rango de 0 a 255. El tipo de canal debe especificarse antes de abrir y establecer un canal. Algunos tipos comunes de canales son.

0x00 Canal esclavo bidireccional

0x10 Canal maestro bidireccional

0x20 Canal esclavo bidireccional compartido

0x30 Canal maestro bidireccional compartido

0x40 Canal de recepción de esclavo solo (diagnóstico)

0x50 Canal de solo transmisión principal (heredado)

4.2.2.2.1 Canal bidireccional

Para un tipo de canal bidireccional, los datos pueden fluir tanto en las direcciones hacia adelante como hacia atrás. El flujo de datos de dirección principal es determinado por el nodo especificado. Por ejemplo, si un nodo establece un tipo de canal esclavo bidireccional, principalmente recibe, pero aún puede transmitir en la dirección inversa. De manera similar, el nodo maestro transmitirá principalmente datos en una determinada dirección, pero también puede recibir en la dirección inversa.

4.2.2.2.2 Canal bidireccional compartido

Los canales compartidos se expanden en tipos básicos de canales bidireccionales. Se pueden usar canales compartidos donde un solo nodo ANT debe recibir, y posiblemente procesar, datos de muchos nodos. En este escenario, varios nodos compartirán un solo e independiente canal para comunicarse con el nodo central.

4.2.2.3 Canal de solo transmisión / recepción

Los canales de transmisión / recepción solo pueden enviar datos en la dirección determinada. En otras palabras, el maestro no puede recibir datos de cualquier esclavo. De manera similar, el esclavo solo puede recibir datos, el esclavo no puede enviar datos. Como tal, este tipo de canal solo puede utilizar el tipo de datos de difusión y no debe ser utilizado si la aplicación requiere una forma de confirmación o acuse de recibo de datos con éxito. El tipo de canal solo de transmisión / recepción existe para legado.

No se recomienda para uso general, ya que también desactiva los mecanismos de gestión de canales ANT. Solo se recomiendan canales para aplicaciones de diagnóstico que utilizan el modo de exploración continua.

4.2.2.3 Frecuencia de RF

La tecnología ANT apoya el uso de cualquiera de las 125 frecuencias de funcionamiento de RF únicas disponibles. En la asignación de frecuencias, es importante verificar el cumplimiento de las frecuencias con los estándares internacionales. Un canal operará en una sola frecuencia a lo largo de su existencia, a no ser cambiado manualmente por la aplicación que lo controla. La frecuencia de canal debe ser conocida y adherida tanto al maestro como al esclavo antes del establecimiento de un canal. Después de que se ha establecido el canal, la frecuencia de RF se puede cambiar “sobre la marcha” (es decir, mientras que el canal está abierto); Sin embargo, la nueva frecuencia debe ajustarse tanto en el maestro y los nodos esclavos. Tenga en cuenta que esto puede resultar en el nodo esclavo y volver al modo de búsqueda hasta que lo encuentre, y sincronice con el maestro. La frecuencia de RF es un campo de 8 bits con valores aceptables varían de 0 a 124. Este valor representa un incremento de 1MHz a partir de la frecuencia de 2400MHz, con la frecuencia máxima siendo 2524MHz.

La siguiente fórmula proporciona el cálculo de la frecuencia del canal de RF.

$$RF_F = \frac{n}{D} \times 4 \text{ MH} + 2400 \text{ MH}$$

Ecuación 4.1 Frecuencia del canal de RF. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p17)

4.2.2.3.1 Agilidad de frecuencia

Similar a los esquemas de salto de frecuencia, la agilidad de frecuencia ANT permite que un canal cambie su frecuencia operativa para mejorar y coexistir con otros dispositivos inalámbricos como Wi-Fi. Sin embargo, a diferencia del salto de frecuencia,

esta funcionalidad supervisará el rendimiento del canal y solo cambiará las frecuencias operativas cuando se observe una degradación significativa. Tanto el maestro como el esclavo deben configurarse con la agilidad de frecuencia habilitada, y tener las mismas tres frecuencias operativas establecidas.

4.2.2.4 ID de canal

El descriptor más básico de un canal, y uno que es crucial en el emparejamiento de dispositivos, es el ID del canal. Con el fin de establecer un canal ANT, el anfitrión debe especificar el ID del canal (si es maestro), o el ID de canal que desea buscar (si es esclavo). El tipo de transmisión, tipo de dispositivo (incluidos los bits de sincronización) y el número de dispositivo. Para una red privada o una red pública, estos tres campos pueden ser definidos por el usuario. Típicamente, el tipo de dispositivo es un número que representa la clase (ó tipo) del dispositivo maestro. El número de dispositivo es un número único que representa un dispositivo maestro específico. El de transmisión es un número que representa las diferentes características de transmisión de un dispositivo, que puede ser determinado por el fabricante o predefinido en una ANT + (o cualquier) red gestionada.

Sólo los dispositivos con ID de canal que emparejan pueden comunicarse entre sí. El ID de canal representa el tipo de dispositivo / número y tipo de transmisión del dispositivo maestro y debe ser especificado en el dispositivo maestro. En un dispositivo esclavo, estos campos se establecen para determinar con qué dispositivo maestro se puede comunicar. Se pueden configurar para que coincida con un maestro específico, o con cualquiera, todos estos campos se pueden ajustar a cero, lo que representa un valor de comodín, de tal manera que el esclavo se encuentra el primer maestro y se emparejan otros parámetros del canal (clave de red, frecuencia).

El ID de los canales puede cambiarse en cualquier momento. Sin embargo, se debe tener cuidado para asegurar que los comodines no se usen cuando se va a cambiar un ID de canal mientras que un canal está abierto. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p17)

4.2.2.4.1 Tipo de transmisión

El tipo de transmisión es un campo de 8 bits usado para definir ciertas características de transmisión de un dispositivo. Específicamente, los dos bits menos significativos del tipo de transmisión se utilizan para indicar la presencia y el tamaño, de un campo de dirección compartida en él, a partir de la carga útil de datos, y el tercer bit menos significativo (LSB) se utiliza para indicar la presencia de un Global Data Byte de identificación (tales como números de página ANT +).

El nibble más significativo es un parámetro que puede ser opcionalmente utilizado para ampliar el número del dispositivo de 16 bits a 20 bits. En este caso, el tipo de transmisión

nibble más significativo se convierte en el nibble más significativo del número de dispositivo de 20 bits.

Este parámetro debe ser especificado en un dispositivo maestro; sin embargo, se puede establecer en cero (wildcard) en un dispositivo esclavo.

En las redes privadas y públicas, el tipo de transmisión se puede definir como se deseé; sin embargo, los 2 bits más bajos todavía representan la dirección compartida. En redes gestionadas ANT+ (es decir, el ANT+ y redes-FS ANT) se aplican las siguientes definiciones:

00: Reservado

01: Canal Independiente

10: Canal Compartido por medio de 1 byte de dirección (si es compatible)

11: Canal Compartido usando 2 direcciones de byte

Opciones para redes gestionadas no ANT:

0: páginas de datos globales (no se usa).

1: páginas de datos global que se utiliza (por ejemplo, ANT + de datos común para páginas).

3: no definido - se establece en cero.

4-7 Extensión opcional del número de dispositivo (MSN).

4.2.2.4.2 Tipo de dispositivo

El tipo de dispositivo es un campo de 8 bits que se utiliza para denotar el tipo (o clase) de cada dispositivo de red participante. Este campo se utiliza para diferenciar entre múltiples nodos de dispositivos de red de tal manera que los participantes son conscientes de las distintas clases de nodos conectados y puede decodificar los datos recibidos en consecuencia. Por ejemplo, el valor de un tipo de dispositivo podría ser asignado a monitores de ritmo cardíaco, que será diferente para el valor asignado a los sensores de velocidad de bicicletas, y sus respectivas cargas útiles de datos será interpretado en consecuencia.

4.2.2.4.3 Número del dispositivo

El número del dispositivo es un campo de 16 bits que está destinado a ser único para un tipo de dispositivo dado. Típicamente, esto se puede correlacionar con el número de serie del dispositivo, o podría ser un número aleatorio generado por el dispositivo si el proceso de ajuste de serie genera números, para un producto en particular no está disponible. Este parámetro debe ser especificado en un dispositivo maestro, es decir, no se puede configurar

para cero. En un dispositivo esclavo, este campo también se puede usar como un comodín durante el emparejamiento del dispositivo como se describe en la sección anterior.

Tenga en cuenta que el número del dispositivo no debe establecerse en 0x0000 o 0xFFFF como estos son valores reservados, particularmente si el número de dispositivo se deriva del número de serie.

4.2.2.5 Período de canal

El período del canal representa la tasa del mensaje básico de paquetes de datos enviados por el maestro. Por defecto, una tasa de datos de radiodifusión será enviado (maestro) y recibido (esclavo), en cada intervalo de tiempo a este ritmo. La tasa de mensaje de canal puede variar desde 0,5 Hz a 200 Hz por encima, con el límite superior depende de la aplicación específica.

El período de canal es un campo de 16 bits con su valor determinado por:

$$Channel_Period_val = \frac{32768}{Message(Hz)}$$

Ecuación 4.2 Período de canal. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p19)

4.2.2.6 Red

ANT apoya el establecimiento de administración para redes privadas en público en general, redes de área personal. Una red particular puede especificar un conjunto de normas de funcionamiento para todos los nodos participantes.

Para que dos dispositivos ANT logren comunicarse, deben ser miembros de la misma red. ANT proporciona la capacidad de establecer una red que pueda estar disponible al público, o intencionalmente compartida entre múltiples proveedores con el objetivo de establecer un sistema 'abierto' de los dispositivos interoperables.

Una red gestionada define reglas y comportamientos específicos que regulan su uso. Un ejemplo de una red administrada es la red de ANT. Aquellas empresas que han adoptado la promesa de interoperabilidad ANT son miembros de la Alianza ANT, un grupo de interés especial que fomenta el valor de la marca optimizado en asociaciones con otros productos de primer nivel. La ventaja clave de esta red gestionada es la interoperabilidad específica que permite la comunicación inalámbrica con otros productos ANT. Los objetivos de las aplicaciones incluyen cualquier monitoreo de sensores inalámbricos de deporte, bienestar o salud en el hogar.

ANT cuenta con perfiles de dispositivo que especifican los formatos de datos, parámetros de canal y la clave de red. Ejemplos de dispositivos ANT incluyen:

- Monitor de pulso cardiaco
- Monitores de velocidad y distancia
- Velocidad de bicicletas y sensores de cadencia

- Sensor de potencia bicicleta
- Escala de peso (por ejemplo, el seguimiento de IMC y porcentaje de grasa corporal)
- Aparatos de gimnasia, sensores de datos
- Sensor de temperatura

Una red privada podría definirse para garantizar la privacidad de la red y restringir el acceso a la intención de participar con sólo los dispositivos. Los canales pueden ser asignados de forma independiente a diferentes redes de modo que es posible que un solo dispositivo ANT pueda ser miembro de múltiples redes.

La interfaz entre ANT y la aplicación Host se ha diseñado con la mayor simplicidad en mente, de modo que ANT puede implementarse fácil y rápidamente en nuevos dispositivos y aplicaciones. La encapsulación del protocolo inalámbrico y la complejidad dentro del chipset ANT reduce enormemente la carga en el controlador host de la aplicación, lo que permite un bajo costo de 4 bits o Microcontrolador de 8 bits (MCU) para establecer y mantener redes inalámbricas complejas. Las transferencias de datos se pueden programar en un modo determinado o ad hoc. Un modo de ráfaga permite la transferencia eficiente de grandes cantidades de datos almacenados desde un PC u otro dispositivo informático.

Un dispositivo típico habilitado para ANT consiste en una MCU de host de aplicación conectada con un módulo ANT, un chipset o un chip. El anfitrión MCU establece y mantiene una sesión de comunicación con otros dispositivos habilitados para ANT remotos mediante una conexión simple.

Esta práctica detalla el protocolo y proporciona ejemplos de cómo usar ANT para redes inalámbricas.

4.2.2.7 Topologías de red

El protocolo ANT se ha diseñado desde cero para admitir una gran variedad de topologías de red escalables. Puede ser tan simple como una conexión unidireccional de 2 nodos entre un dispositivo periférico transmisor y un receptor, o tan complejo como un sistema multi-transceptor con capacidades de comunicación punto a multipunto completas como se describe en la figura 4.17.

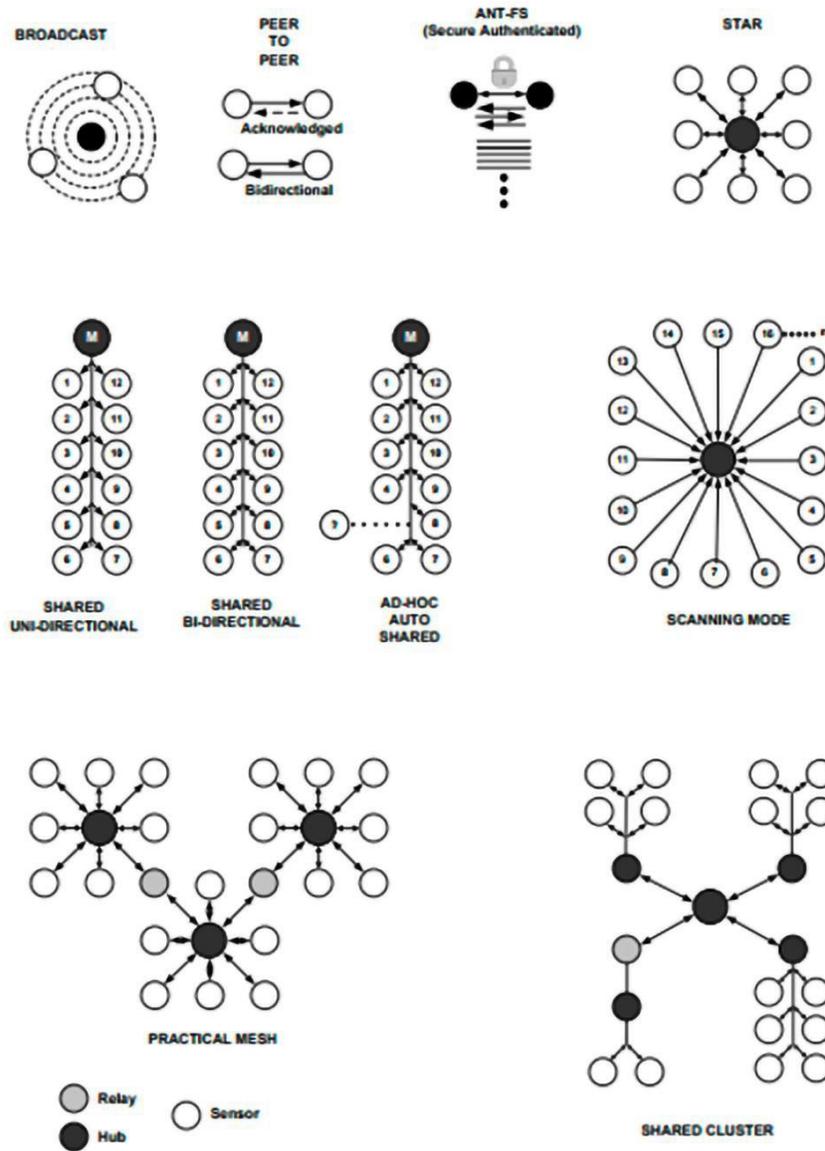


Figura 4.17 Ejemplo de redes ANT.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p10)

Para el propósito de ilustración, un ejemplo sencillo sigue para demostrar el concepto básico de canales ANT (Figura 4.19).

4.2.3 Equipo y material

- 1 Computadora
- Componentes del kit TI de evaluación:
 - 2 módulos CC2571 (C7)
 - 2 placas USB

4.2.4 Desarrollo

Instrucciones del contenido del reporte:

1) Solución del problema

Para comenzar a entender cómo utilizar el programa y sus características avanzadas describa los pasos que se indican en la práctica.

Muestre en el reporte captura de pantalla de cada paso.

Describa lo fácil o complicado que le fue realizar cada apartado.

2) Explique las capturas de pantalla visualizadas

3) Describa el funcionamiento de las opciones más importantes

4) ¿Cómo cree que se podría realizar una comunicación inalámbrica con estos módulos?

5) Anexe su conclusión general.

4.2.4.1 Características avanzadas

Las funciones de ANTWare II se navegan utilizando los menús 'Ajustes' 'Settings', 'Perfiles' Profiles', 'Herramientas' Profiles' y 'Ayuda' 'Help' descritos en esta sección. Cada uno se puede abrir con los controles situados en la parte superior derecha de la ventana de ANTWare II.

4.2.4.2 Ajustes

El menú de configuración da acceso a 'Opciones' 'Options' para controlar la interfaz de usuario y la configuración del programa, y 'Filters' para controlar la pantalla de realimentación.

4.2.4.3 Opciones

ANTWare II tiene una ventana de opciones (Figura 4.18) que se puede utilizar para personalizar la apariencia de la pantalla, la puesta en marcha y shutdown usando varios ajustes. En Settings->Options (Preferencias-> Opciones) para acceder a la ventana de opciones (Figura 4.18).

Esta ventana facilita la visualización de diferentes configuraciones. El programa también nos permite restablecer las configuraciones y restaurar la vista predeterminada, como lo indica la figura 4.18.

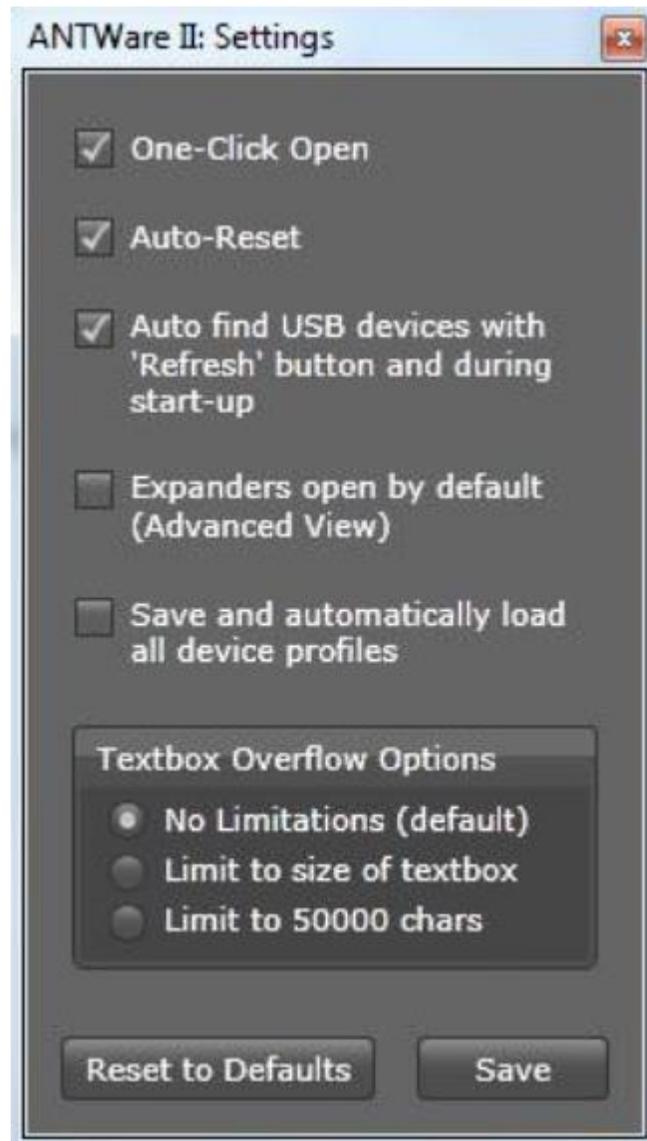


Figura 4.18 Configuración de la ventana de opciones.

(ANT, ANTWare II User's Guide, 2013, p15)

4.2.4.4 Abrir con un solo clic

Esta función se habilita con el botón 'Auto-Open'. Desactivar esta función significa que el botón 'Open' enviará sólo el comando abrir y cualquier parámetro modificado debe ser aplicado individualmente por el usuario.

4.2.4.5 Reinicio automático

Controla si los dispositivos se restablecen automáticamente cuando se liberan o se conectan (mediante una actualización). Deshabilitar esta opción significa que los dispositivos seguirán funcionando en su estado actual cuando ANTWare II esté cerrado (o el dispositivo "liberado"). Además, el estado actual de ANT será desconocido en la puesta en marcha de ANTWare II.

4.2.4.6 Dispositivos USB de búsqueda automática

Cuando se selecciona esta opción, ANTWare II cargará automáticamente todos los dispositivos ANT USB disponibles. Desactivar esta función significa que los dispositivos no se cargarán hasta que el usuario presione los botones de actualización o agregación de dispositivos.

4.2.4.7 Expansores abiertos por defecto

Abre todos los expansores para mostrar controles adicionales de forma predeterminada.

4.2.4.8 Guardar y cargar automáticamente todos los perfiles de dispositivo

Guarda el perfil multi dispositivo actual al salir e intenta volver a cargar el perfil en la siguiente puesta en marcha de ANTWare II. Esto permite que las configuraciones de canal para todos los dispositivos conectados se mantengan entre sesiones.

4.2.4.9 Opciones de desbordamiento de Textbox

Límite al tamaño del cuadro de texto - La visualización de comentarios sólo mantendrá los mensajes dentro de los límites del cuadro de texto. Cómo los nuevos mensajes son recibidos, el texto antiguo se desplazará fuera de los límites del cuadro de texto y se eliminará. Esta característica optimiza el uso de la memoria durante las pruebas extendidas. Esto no afecta a los archivos de registro de ninguna manera.

Limit to 50000 chars - La pantalla de realimentación sólo mostrará 50000 caracteres. Cada vez que se alcanza este límite, los 10000 caracteres más antiguos serán eliminados.

4.2.4.10 Filtros

ANTWare II permite filtrar la visualización de realimentación de canal, controlando qué mensajes se muestran. Ir a la Settings->Filters (configuración->Filtros) para acceder a la ventana de filtros (Figura 4.19) . Para filtrar la visualización de retroalimentación de un canal, vaya a la casilla de verificación 'Enable Filters' ("Activar filtros") para compararlo, como se observa en la Figura 4.19.

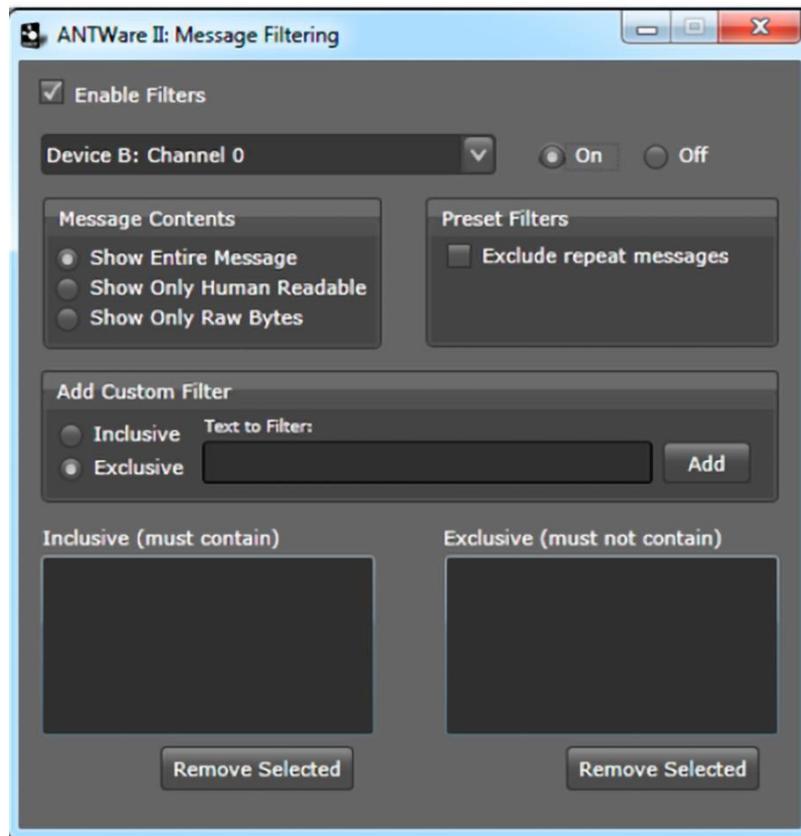


Figura 4.19 Configuración de la ventana de filtros.

(ANT, ANTWare II User's Guide, 2013, p16)

Los filtros se aplican a un dispositivo por canal. Para cambiar los filtros de un canal determinado, seleccione ese dispositivo y el canal de la lista desplegable, y seleccione el botón de opción 'On'. Una vez que el filtro está encendido, se pueden cambiar los ajustes del filtro. Los mensajes pueden limitarse a mostrar únicamente todo el legible o sólo la porción de bytes crudos (es decir, hexadecimal).

La opción 'Exclude repeat messages' también se puede activar para mostrar sólo el primer mensaje de cualquier conjunto dado de mensajes repetidos.

Los filtros personalizados o exclusivos se pueden agregar manualmente mediante los controles 'Add Custom Filters'. Al crear un filtro, el filtrado se basa en una comparación de cadenas de los contenidos de cada cadena impresa en la pantalla de realimentación.

El filtrado de eventos permite al host evitar que se envíen eventos ANT específicos desde el dispositivo ANT al host. Esto permite que el host permanezca en un estado de menor potencia durante más tiempo y reduzca el procesamiento. El filtrado de eventos se puede utilizar junto con el almacenamiento en búfer de eventos. Este comando no producirá una reducción de potencia significativa cuando se usa en SOC.

Ejemplo de configuración de un filtro con programación:

```
// Example Usage
ANT_ConfigEventFilter(0, 0x04); //Filter event value 3: EVENT_TX
```

La siguiente tabla describe los parámetros necesarios para configurar un filtro.

Tabla 4.0.1 Parámetros principales de un filtro.

(ANT, Message protocol and usage, 2014, p83)

Parámetros	Tipo	Rango	Description
Filler	UCHAR	0	Relleno de 0 bytes que debe ser incluido.
Event Filter	USHORT (2 bytes, little endian)	0..65535	Un relleno de 0 bytes que debe ser incluido. Los campos de bits del filtro de eventos son los siguientes: Bit 0 - evento de filtro 1 (RESPONSE_NO_ERROR) Bit 1 - evento de filtro 2 (EVENT_RX_SEARCH_TIMEOUT) ... Bit N: evento de filtro (N + 1) donde N es máx 15 Establecer un bit a 1 aplica un filtro al evento correspondiente.

Cuestionario de sección:

- 1.- Crear un filtro
- 2.- Utilizar la opción 'Excluir mensajes de repetición' ¿Qué observa?

4.2.4.11 Perfiles

Los perfiles son una forma de simplificar y acelerar la configuración del canal. En ANTWare II un perfil es un archivo .xml que contiene parámetros ANT de configuración que se pueden cargar en la interfaz de usuario. Permite una configuración rápida y consistente, además de permitir que las configuraciones se compartan fácilmente con otros. Los perfiles se pueden guardar o cargar en tres niveles diferentes.

Un perfil de canal contiene los parámetros de configuración de un solo canal.

Un perfil de dispositivo contiene varios perfiles de canal con la capacidad de configurar las teclas de red (Nota: Para guardar las claves de red en un perfil, el valor debe editarse manualmente en el archivo).

Un perfil multi dispositivo contiene varios perfiles de dispositivo.

Nota: Los perfiles sólo contienen un subconjunto de toda la interfaz ANTWare II; el perfil .xml se puede abrir en cualquier editor de texto para ver los parámetros guardados. No confunda estos perfiles ANTWare II con ANT + Device Profiles.

Instrucciones de sección:

1.- Crear un Perfil

4.2.4.12 Archivos de registro

ANTWare II genera automáticamente archivos de registro que capturan toda la mensajería ANT. Utilice los 'Log Files>Open Log File Directory' ("Archivos de registro> Abrir directorio de archivos de registro") para abrir el Explorador de Windows que muestre la ubicación de guardar los archivos de registro. Los archivos de registro son archivos de texto y tienen el nombre del índice USB del dispositivo ANT del que fueron recolectados. Este índice no es persistente y es administrado por windows. Es influenciado por factores tales como qué otros dispositivos USB están presentes y la secuencia en la que estaban conectados.

Los archivos siempre se anexan y pueden llegar a ser grandes en el tiempo. Para simplificar el análisis es útil borrar o renombrar el existente antes de registrar datos de interés.

El formato de archivo de dispositivo se muestra en la Figura 4.20 El formato es simple y consta de 4 cantidades:

ANTWare Session Time - Tiempo en segundos desde que se inició ANTWare II

System Uptime - Tiempo de actividad de Windows en milisegundos

Dirección serial: si el mensaje se ha transmitido o recibido del host ANT

Buffer de mensajes - Contenido de la memoria intermedia de ANT.

Se debe tener cuidado al utilizar las marcas de tiempo como se originan de Windows en lugar del sistema de tiempo real.

```

Device2.txt - Notepad
File Edit Format View Help
1.669 {344387214} TX - [A4][02][4D][00][54][BF][00][00]
1.669 {344387214} RX - [A4][08][54][08][08][00][BA][36][00][DF][52][F
1.669 {344387214} TX - [A4][01][4A][00][EF][00][00]
1.684 {344387229} RX - [A4][01][6F][20][EA]
236731.142 {581116687} TX - [A4][01][4A][00][EF][00][00]
236731.142 {581116687} RX - [A4][01][6F][20][EA]
0.921 {252294052} TX - [A4][02][4D][00][54][BF][00][00]
0.921 {252294052} RX - [A4][06][54][08][03][00][BA][36][00][71]
0.921 {252294052} TX - [A4][01][4A][00][FF][00][00]

```

Figura 4.20 Ejemplo de archivo de dispositivo.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p17)

Cuestionario de sección:

- 1.- Crear un Archivo de dispositivo
- 2.- Explique cómo funciona

4.2.4.13 Herramientas

El menú de herramientas proporciona acceso a AutoANT para ejecutar secuencias de comandos en el dispositivo ANT, así como al canal 'Statistics'.

4.2.4.14 AutoANT

ANTWare II permite ejecutar secuencias de comandos que controlan un dispositivo de ANT usando AutoANT (Figura 4.21).

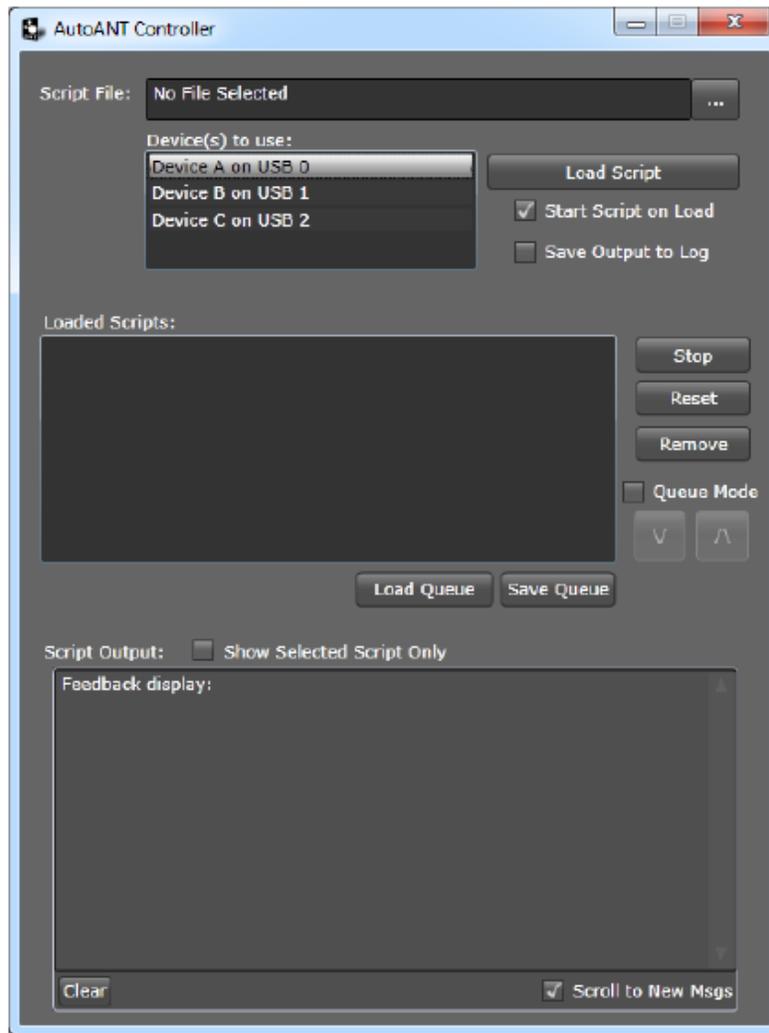


Figura 4.21 Ventana de control de dispositivos con AutoANT.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p18)

4.2.4.15 Cargar script

Esta característica carga un archivo de script del tipo 'ants' que puede ejecutarse más tarde en un dispositivo ANT. Si la opción 'Iniciar Script en Carga' es seleccionada, una vez cargado el script, comenzará inmediatamente a ejecutarse. Los archivos de script contienen secuencias de mensajes ANT que pueden enviarse al dispositivo.

4.2.4.16 Controles de secuencias de comandos cargadas

Una vez cargado un script, puede utilizar los controles para iniciar y detener el script, así como para restablecer el script o eliminarlo de la aplicación.

4.2.4.17 Modo de cola

Esta característica le permite poner en cola varios scripts y ejecutarlos uno tras otro. Esto reduce bastante el tiempo de operación.

4.2.4.18 Estadística

ANTWare II proporciona estadísticas detalladas que describen la comunicación en los canales de ANT específicos (Figura 4.22) .



Figura 4.22 Ventana de herramientas estadísticas mediante RSSI.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p19)

Instrucciones de sección:

- 1.- Abrir la ventana de estadísticas
- 2.- ¿Qué observa?

4.2.4.19 Canal

Marque la casilla de verificación junto al número de canal para habilitar la recopilación de estadísticas para ese canal específico. Si el canal está ya abierto, la

recopilación de estadísticas comenzará inmediatamente y se detendrá una vez que la casilla de verificación no esté seleccionada.

4.2.4.20 Ventana estadísticas del canal

Esta ventana proporciona estadísticas detalladas para el canal. Las estadísticas de los paquetes transmitidos y recibidos están disponibles, incluyendo el número de paquetes de difusión, paquetes reconocidos, fallos de mensajes reconocidos / tasa de éxito, canal colisiones, número de paquetes recibidos, fallos de recepción y descartes para buscar. Los valores RSSI también se muestran cuando se reciben (soportado sólo por ciertos dispositivos).

4.2.5 Notas técnicas

Los expansores se utilizan en varios lugares para evitar que la interfaz de usuario se atasque. Los expansores pueden mantener abiertas algunas ventanas, basta con seleccionar en el menú Configuración-> Opciones. Todos los dispositivos que se muestran en el panel izquierdo son conexiones abiertas al dispositivo físico ANT dado. Si uno de estos dispositivos es necesario para otra aplicación, el botón 'Liberar' permitirá que el dispositivo se desconecte de ANTWare II y esté disponible a otras aplicaciones.

El botón 'Actualizar' en la parte superior de la pantalla Dispositivos Disponibles buscará dispositivos adicionales que hayan sido recientemente conectados al sistema o han sido liberados previamente.

Nota: este botón no quita los dispositivos que ya se han detectado; esto debe hacerse manualmente con el botón 'Set free'. Al seleccionar la opción "Administrar Broadcast Buffer", la aplicación realizará una llamada para establecer el búfer cada vez que se produce la difusión.

ANTWare II se basa en la biblioteca administrada ANT para el entorno .Net. La biblioteca está completamente administrada en conformidad con el código lo que significa que simplemente requiere un arrastrar y soltar para usar en cualquier entorno .Net.

4.2.6 Ejemplo de configuración de canal

Un ejemplo de configuración de canal para una sencilla aplicación se da en la Tabla 4.3

Tabla 4. 0.1 Ejemplo de configuración de canal.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p20)

Parámetro	Valor	Descripción
Número de red	0	Por defecto Red Pública
Frecuencia RF	66	Frecuencia 2466MHz por defecto

Número del dispositivo	1	Número de serie de la muestra
Tipo de transmisión	1	Tipo de transmisión (sin dirección compartida)
Tipo de dispositivo	1	Muestra Tipo de dispositivo
Tipo de canal	0x10	Bidireccional de canales de transmisión
Período de canal	16384	Mensaje 2 Hz Tasa
Tipo de datos	0x4E	Emisión

Tenga en cuenta el número de red está ajustado a '0'; este es el número de red predeterminado de la clave de la red pública.

4.2.7 Establecer un canal

El requisito previo para el establecimiento de un canal es que el maestro y el esclavo deben tener conocimiento común del canal de configuración como se indica al principio de la práctica. La figura 4.23 ilustra el proceso requerido para establecer correctamente la comunicación entre dos nodos de ANT. Ciertos parámetros de canal (dentro de las líneas sólidas) no tienen ningún valor predeterminado y deben ser fijados por la aplicación, mientras que otros parámetros (en líneas discontinuas) tienen valores por defecto y sólo requieren establecer si un valor diferente es deseado.

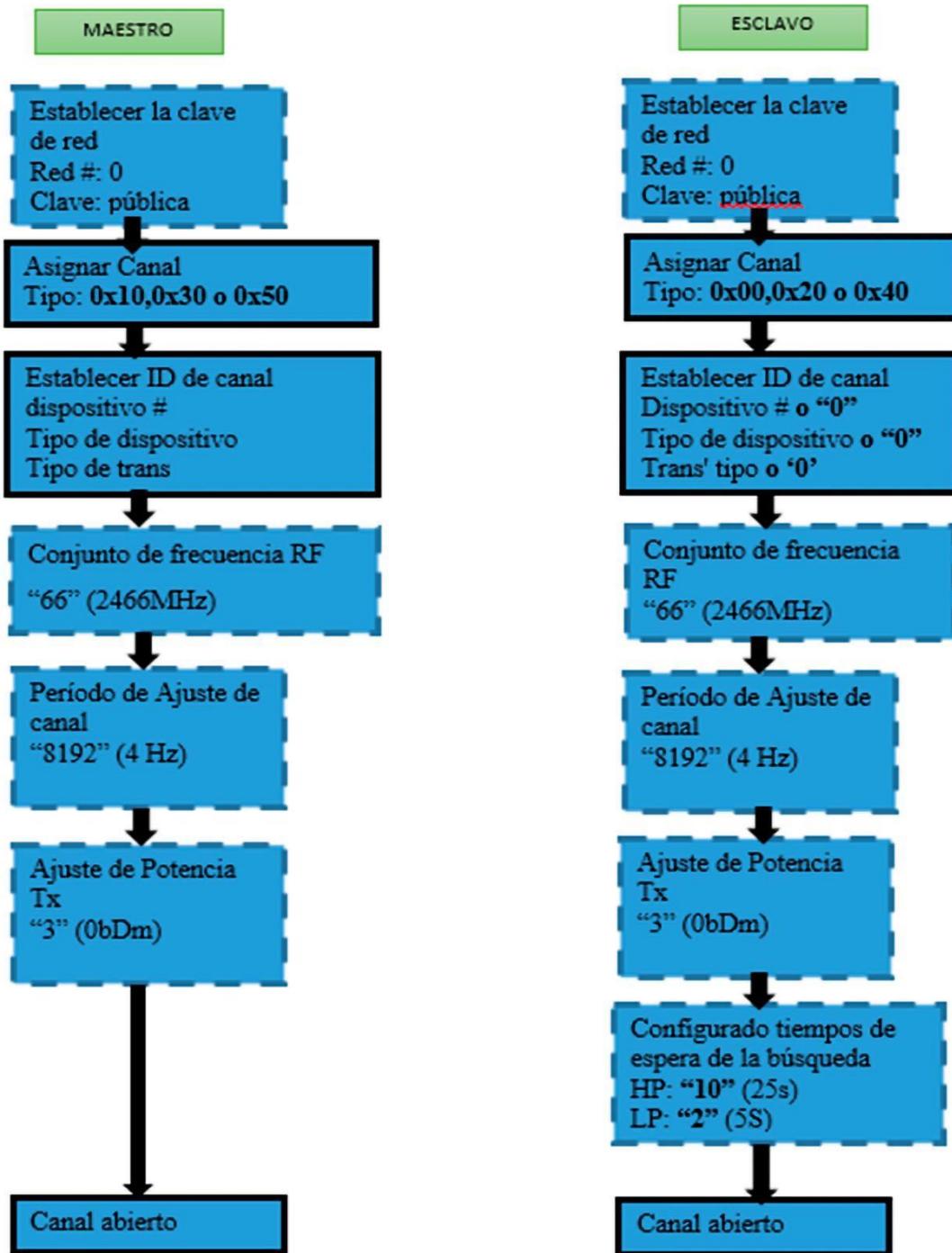


Figura 4.23 Proceso para establecer un canal entre los nodos maestro y esclavo.

(ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p21)

La configuración de red por defecto es la clave de la red pública, asignado a la red número 0. Si una empresa privada o administrador de red desea una clave de red apropiada, debe ser asignada a un número de red que entonces se puede asignar a un canal.

Después (opcionalmente) el establecimiento de la clave de red, el tipo de canal se debe asignar al canal que desea abrir. Por ejemplo, será necesario el nodo maestro para ser asignado a uno de los tipos de canales de transmisión, y el nodo esclavo asignado una recepción correspondiente tipo de canal.

Cuestionario de sección:

- 1.- Establezca los nodos ANT
- 2.- ¿Qué observa?

4.3 Descripción del módulo FITNESS FIT2

4.3.1 Objetivo

Se pretende que el alumno comprenda el módulo C7 con ayuda del programa ANTWare II de una forma más profunda para la manipulación y transferencia de datos, en este caso de forma inalámbrica de una computadora a otra utilizando dos dispositivos USB.

4.3.2 Introducción

En esta práctica el alumno conectará un módulo C7 con su respectiva tarjeta USB en una computadora, posteriormente de la misma manera conectará otro módulo C7 en una segunda computadora, el objetivo será lograr una transmisión inalámbrica con la lectura de información de una PC a la otra.

4.3.2.1 Módulo Fitness FIT2: Características

La figura 4.24 muestra la imagen del módulo Fitness FIT2.



Figura 4.24 Modulo Fitness FIT2

(ANT.FIT2 fitness module, 2014, p1)

Características: (ANT.FIT2 fitness module, 2014, p1)

- Modulo de 20 mm x 20 mm con antena PCB F
- Operación de ultra bajo consumo
- Sincronización de bytes simple / interfaz serial asincrónica con fitness consola de equipo
- Modo independiente para adaptar aplicaciones

- Emparejamiento de proximidad
- Potencia de salida programable hasta +4 dBm
- Excelente sensibilidad del receptor -86 dBm
- Hasta 3 claves de red públicas, administradas y / o privadas
- Hasta 4 canales ANT personalizados para diferenciar productos.
- Frecuencia de mensaje combinado de canal ANT de hasta 200Hz (8byte carga de datos)
- Porcentaje de transferencia de ráfaga de hasta 60 Kbps (rendimiento real de datos)
- Rango de voltaje de suministro de 2V a 3.6V
- -40 ° C a + 85 ° C de temperatura de funcionamiento
- Aprobación reglamentaria por radio para los principales mercados
- RoHS.

Aplicación

- Consolas de Control de Equipos de Fitness

La imagen a continuación explica las diferentes situaciones en las que podemos utilizar el módulo C7.

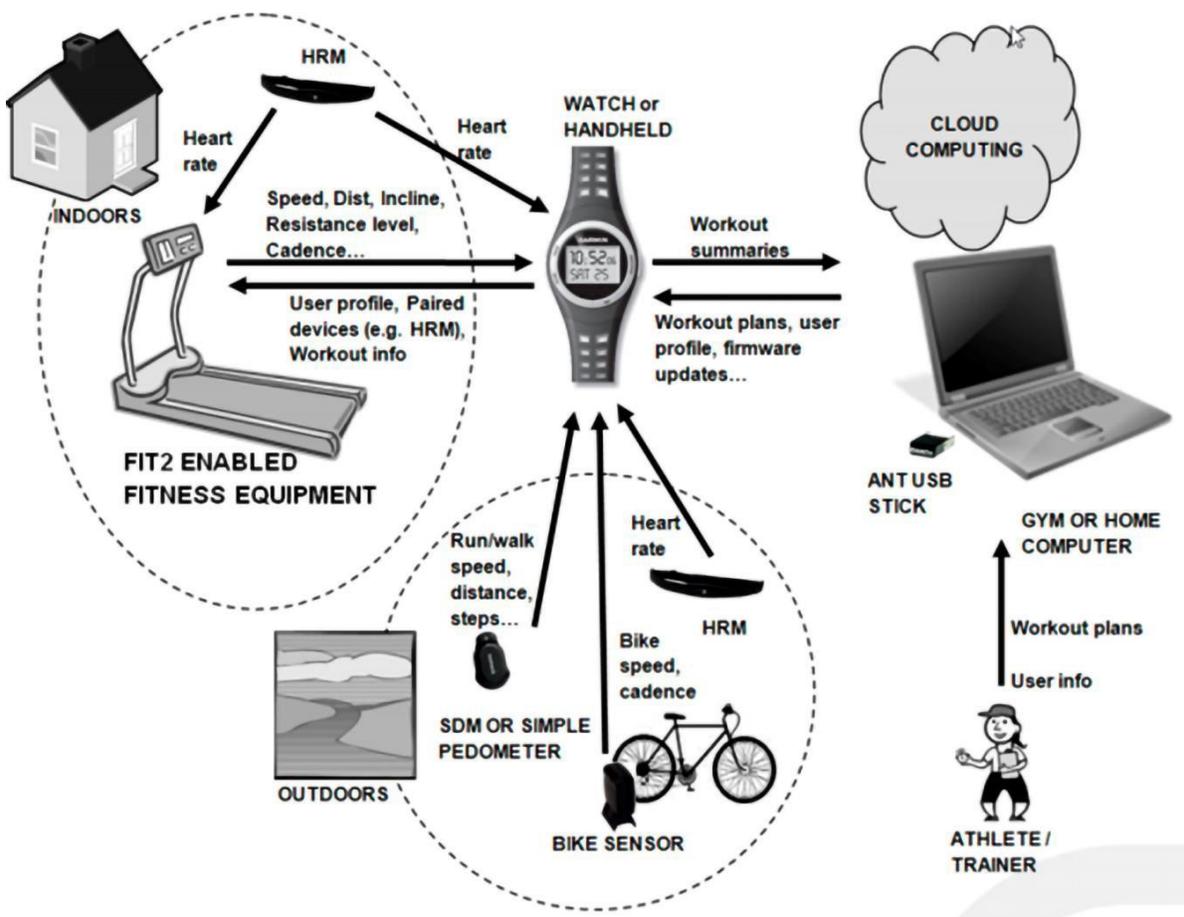


Figura 4.25 Aplicaciones del módulo FIT2 y flujo de datos ANT.

(ANT.FIT2 fitness module, 2014, p1)

4.3.2.2 Alianza entre un dispositivo ANT y otro ANT.

ANT+ es la capa de aplicación abierta en la parte superior de un dispositivo ANT. Normaliza las comunicaciones y facilita la interoperabilidad entre una amplia gama de dispositivos deportivos, bienestar y estilo de vida. ANT define perfiles de dispositivo que especifican acceso, formatos de datos y parámetros de canal.

La Alianza ANT está compuesta por empresas que han adoptado la promesa de interoperabilidad ANT. ‘Alliance’ garantiza una comunicación estandarizada a través del valor de marca optimizado y las asociaciones con otros niveles superiores empresas y productos.

4.3.2.3 Módulo FIT2 para equipos de entrenamiento físico

El módulo FIT2 es un módulo certificado por RF específico para aplicaciones para consolas de equipos de ejercicios. La integración con un módulo FIT2 permite que una pieza de equipamiento físico se vincule con el creciente eco-sistema ANT. La comunicación entre el equipo de gimnasia, el reloj / teléfono, el monitor de ritmo cardíaco y otros sensores, los datos de ejercicio de un usuario puede ser visualizada, almacenada, transferirse y / o analizarse de forma transparente tanto en interiores como en exteriores, en una consola, una computadora, un teléfono, tableta y / o en la nube.

La tecnología ANT se ha establecido y probado en aplicaciones de ‘fitness’. ANT puede administrar más de 80 dispositivos en proximidad, a la frecuencia de mensaje del sensor deportivo 4Hz normal, sin interferencias o diafonía, lo que lo hace idealmente adecuado para entornos cerrados, como el piso de cardio o el estudio de ciclismo interior giratorio. ANT utiliza una proximidad vinculando la solución para un emparejamiento rápido, fácil y confiable en entornos con mucha gente, y funciona de manera confiable con espacios muy estrechos; con tan solo 90 cm entre centros.

Las principales mejoras de la característica en FIT2 incluyen:

- Ráfaga avanzada de datos ANT que permite una transferencia de datos más confiable y 3 veces más rápida.
- 4 canales ANT personalizados disponibles.
- Hasta 4dBm de potencia de transmisión.
- Cifrado AES-128 para transferencia de datos ANT-FS.

4.3.2.4 Montaje y ‘Branding’.

Un proceso de emparejamiento eficaz y un buen rendimiento de RF darán lugar a una buena experiencia de usuario de equipos de fitness. Por lo tanto, el módulo FIT2 debe

montarse correctamente en el PCB portador y en relación con el equipo de la aptitud consola.

4.3.3 Equipo y material

- 2 Computadoras con el programa ANTWare II instalado
- Componentes del kit TI evaluación:
 - 2 Módulos CC2571 (C7)
 - 2 Placas USB

NOTA: Las dos computadoras deben tener un sistema operativo Windows 7 o más antiguo, de otra forma se tendrá que realizar una máquina virtual en instalar el programa.

4.3.4 Desarrollo

Instrucciones del contenido del reporte:

1) Solución del problema

Para comenzar a entender cómo utilizar el programa de forma inalámbrica junto con algunas características avanzadas describa los pasos que se indican en la práctica.

Muestre en el reporte captura de pantalla de cada paso.

Describa lo fácil o complicado que le fue realizar cada apartado.

2) Explique las capturas de pantalla visualizadas

3) Describa el funcionamiento de las opciones más importantes

4) Anexe su conclusión general.

4.3.5 Tutorial ANTWare II

ANTWare II le permite conectarse directamente a un módulo de ANT, que le da la posibilidad de probar y analizar todos los parámetros del protocolo ANT. Esto incluye la configuración de los parámetros del canal (tipo de canal, frecuencia de RF, velocidad de mensaje, bit de sincronización, etc.) a configurar y monitorear diferentes tipos de canales ANT. El siguiente procedimiento paso a paso presenta un canal único básico de

configuración utilizando las configuraciones predeterminadas y los módulos ANT provistos en el kit de desarrollo.

En el siguiente ejemplo, se configura una red peer-to-peer simple. Esto requiere configurar un módulo ANT con un SLAVE Canal ANT y otro módulo ANT con un canal Master ANT. Una vez que se ha establecido el canal, los tipos se pueden intercambiar, incluidos los mensajes de difusión, reconocimiento y ráfaga.

La figura 4.26 ilustra una red simple punto a punto.



Figura 4.26 Red simple punto a punto.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p16)

4.3.5.1. Conéctese a los dispositivos USB

Seleccione dos módulos ANT y monte cada uno en una placa de interfaz USB. Enchufe una memoria USB en una PC y la otra memoria USB en otra PC. Si no lo ha hecho, instale el controlador como se indica en el apéndice A. Al abrir el programa ANTWare II, debería ver los dos dispositivos USB en el lado izquierdo de la ventana bajo la categoría de sección "Available Devices". Si la conexión es exitosa, los módulos ANT "configuración y capacidades deben aparecer. La imagen de la Figura 4.27, muestra la pantalla que se debe observar al conectar el módulo C7 seleccionado como el Master.

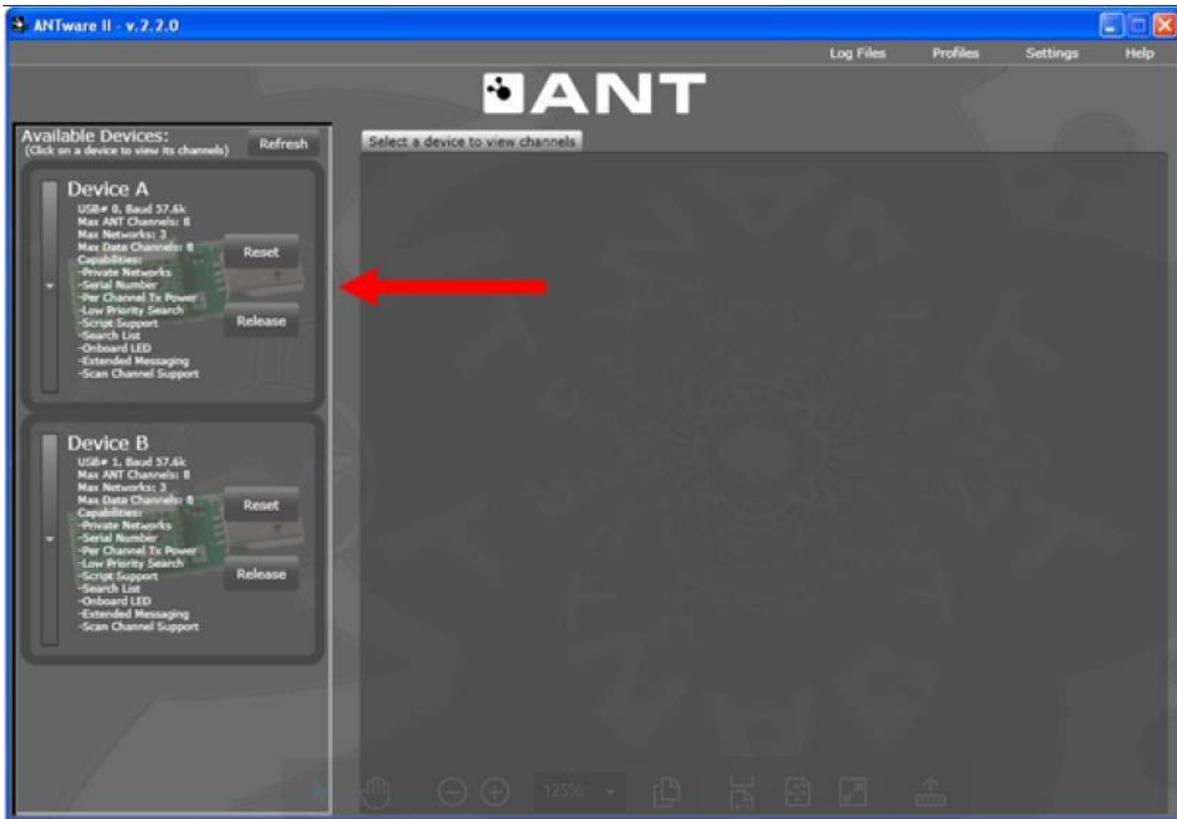


Figura 4.27 Vista del dispositivo USB en PC1.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p17)

En el segundo dispositivo se ilustra cómo el módulo C7 es detectado, ver Figura 4.28.

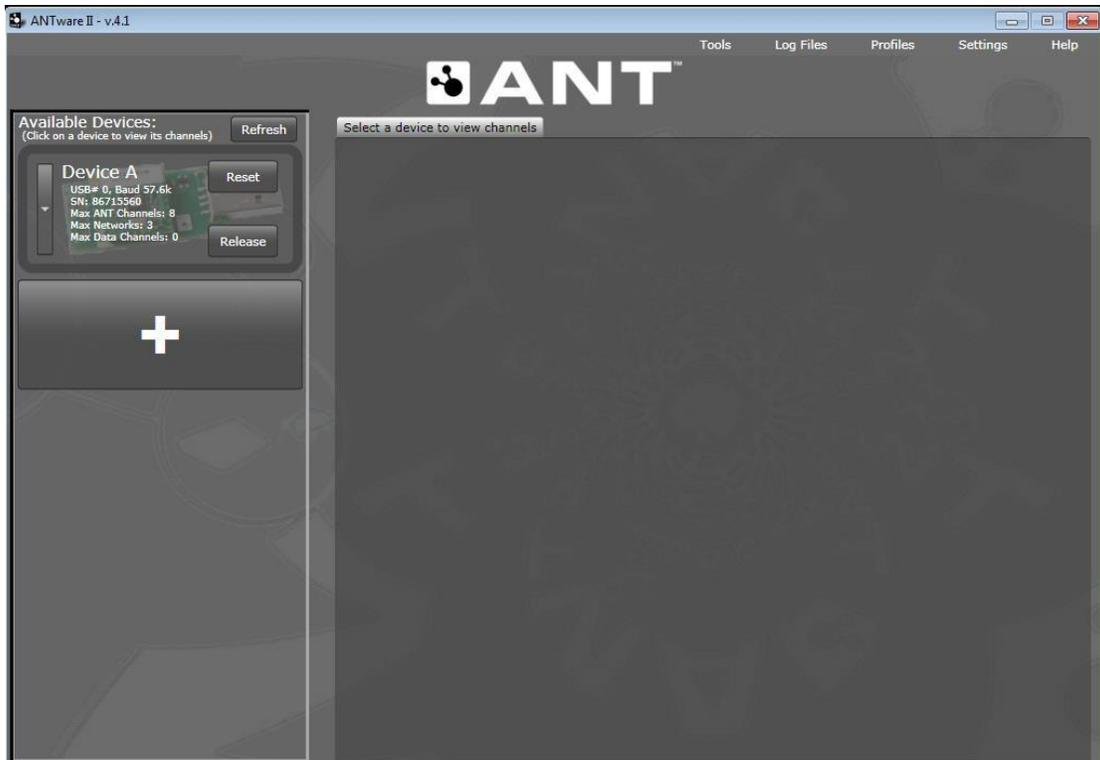


Figura 4.28 Vista del dispositivo USB en PC2.

(Valdez F., 2017, captura de pantalla, Vista del dispositivo USB en PC2, captura propia)

4.3.5.2 Asignación de un tipo de canal

Después de conectarse con éxito a los módulos ANT, se debe asignar un tipo de canal para cada módulo. Hasta 8 canales pueden ser configurados para los módulos AP2 y AT3 y se pueden configurar hasta 4 canales para el módulo AP1. Para esta aplicación solo utilizamos un canal por dispositivo. Asumiremos que el dispositivo A en la PC1 es el canal Master y que el dispositivo A en la PC2 es el canal Slave.

Haga clic en la ventana del dispositivo A. Hay que asegurarse de que el canal 0 esté seleccionado en la ventana de configuración del canal obligatorio, seleccione Maestro (Transmitir) como la asignación de canales.

A continuación, se selecciona en la PC1 que el módulo instalado en esta PC será el Master, ver Figura 4.29.

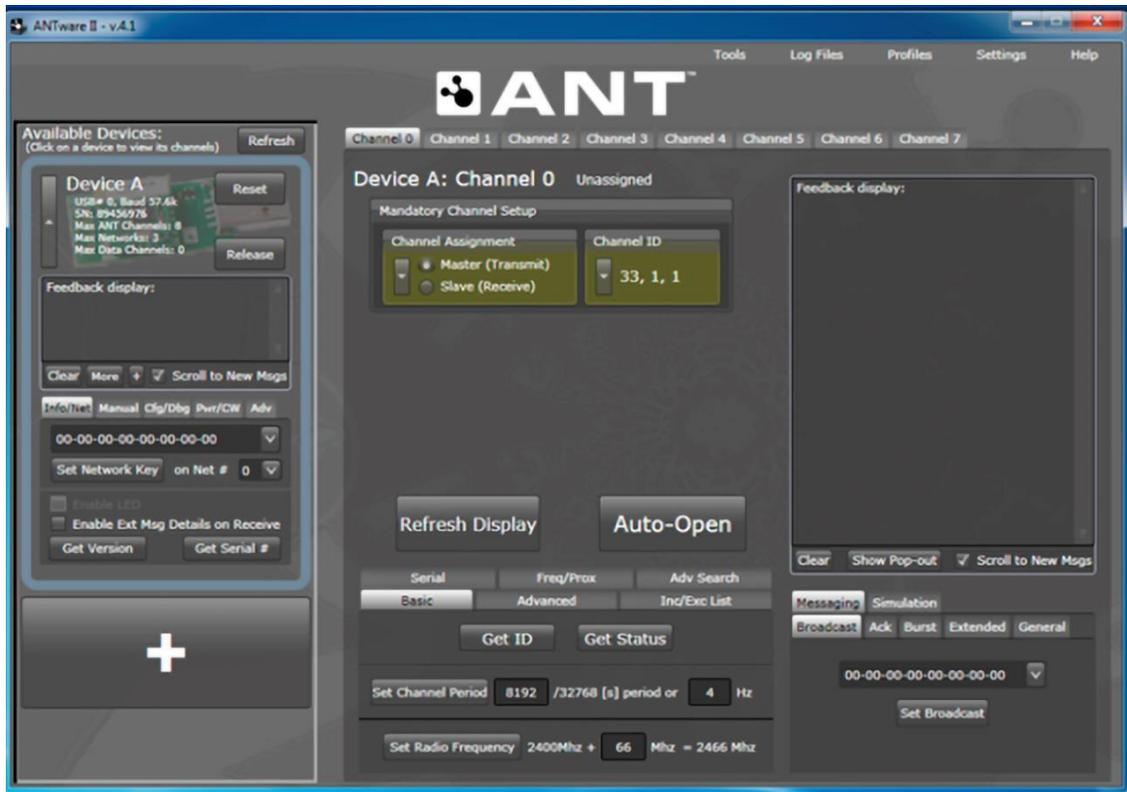


Figura 4.29 Canal Maestro PC1.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p18)

De manera similar, haga clic en la ventana del Dispositivo B y seleccione Esclavo (Es el que recibirá) bajo Asignación de canales. Asegúrese de que el canal 0 fue seleccionado.

A continuación, se selecciona en la PC2 que el módulo instalado en esta PC será el Slave, Figura 4.30.



Figura 4.30 Canal Esclavo PC2.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p19)

4.3.5.3 Configuración de los parámetros del canal

Luego, debe establecer la ID del canal. El ID de canal contiene 3 parámetros: Número de dispositivo, tipo de dispositivo y tipo de transmisión.

La identificación del canal debe ser única para cada dispositivo Master en la red. La ID del canal Slave debe coincidir con la del Master, o utilizar comodines para buscar un Master desconocido. Tenga en cuenta que, para el Slave, cualquiera de los tres canales los parámetros de identificación pueden ser comodines. Para este ejemplo, estableceremos las ID de canal Master y Slave para que sean las mismas, asegurándose de que los dos dispositivos solo se conectarían entre sí.

Todos los demás parámetros de canal en este ejemplo se dejarán en el estado predeterminado. Esto incluye el período de mensaje (4Hz), el canal, tiempo de espera de búsqueda (25s), frecuencia de RF (2466MHz) y potencia de transmisión (0dBm).

Para cambiar la ID del canal, haga clic en la flecha hacia abajo. Establezca el número de dispositivo en 33, el tipo de dispositivo en 1 y en la transmisión escriba 1.

Se toman pasos similares para configurar el ID del canal Slave. Asegúrese de que los tres parámetros sean los mismos para el Slave ya que son para el Master.

En la figura 4.31 se muestran los parámetros predeterminados que tomará la PC1.



Figura 4.31 Configuración de la ID de canal en PC1.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p20)

4.3.5.4 Abriendo el canal

El último paso requerido para configurar el canal ANT es realmente abrirlo. Una vez que un canal Master está abierto, comenzará a Transmitir datos de difusión en el período de mensaje especificado (4Hz). Una vez que se abre el canal Slave buscará un canal Master. Tras la sincronización, comenzará a recibir mensajes del dispositivo Master. En este punto, se ha establecido un canal y se puede iniciar la comunicación.

Con el dispositivo A seleccionado, haga clic en Auto-Open, y el módulo ANT conectado solicitará los datos de difusión de la aplicación (ANTWare II), en la velocidad de datos 4 Hz predeterminado. La aplicación genera y alimenta automáticamente los datos. Estos datos se pueden ver en la ventana del canal en el lado derecho de la aplicación.

En la figura 4.32, se ve la pantalla que desglosa la información de la transmisión en la PC1.

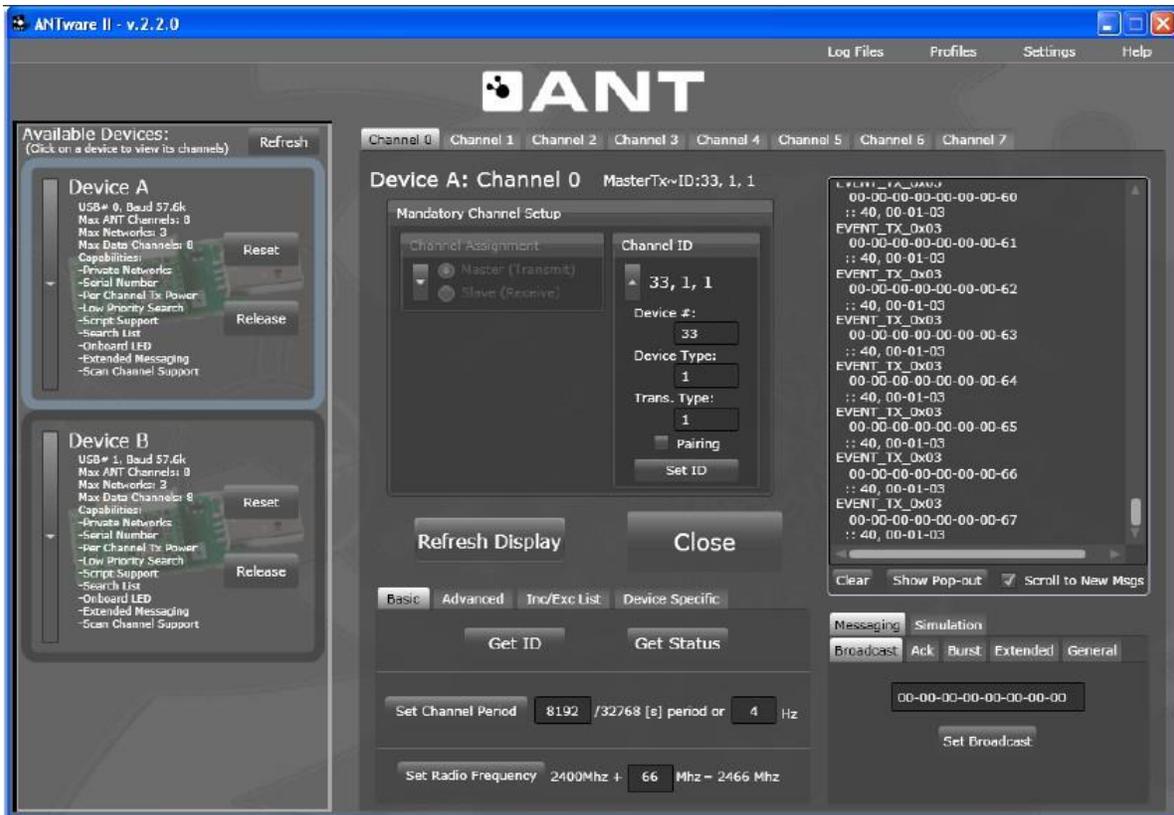


Figura 4.32 Abrir el canal MASTER en la PC1. (ANT, User manual development kit, 2009-2012, p21)

Con el dispositivo seleccionado en la PC2, haga clic en Auto-Open y el módulo ANT conectado iniciará una búsqueda del dispositivo transmisor. Después de encontrar el transmisor, comienza a recibir datos. Se establece un canal ANT. Los dos módulos ANT deben continuar para operar en frecuencia de mensaje sincronizado a 4Hz.

En la Figura 4.33 se observa la pantalla que desglosa la información recibida en la PC2.



Figura 4.33 Abrir el canal SLAVE en la PC2.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p22)

4.3.5.5 Envío de datos

Una vez que se ha establecido el canal, varios tipos de datos pueden intercambiarse del Master al Slave y viceversa. Los tipos de datos disponibles son difusión, reconocimiento y burst.

Los datos definidos por el usuario se pueden introducir en el campo “Datos de mensaje” para su transmisión en mensajes de RF. Por ejemplo, escriba "21-22-23-24-25-26-27-28" en el campo de datos ubicado en la esquina inferior derecha de la ventana ANTWare II, y luego haga clic en “Establecer Broadcast”. Los datos también pueden enviarse como un mensaje de confirmación al seleccionar la pestaña “Ack”. Tenga en cuenta que los mensajes reconocidos no se vuelven a probar automáticamente; sin embargo, se informa el estado de las transmisiones. Depende de la capa de aplicación para realizar repeticiones según corresponda.

El canal de datos ANT es bidireccional. Se pueden enviar los mismos tipos de datos desde el Master al Slave y del Slave al maestro. Como se muestra en la Figura 4.34.

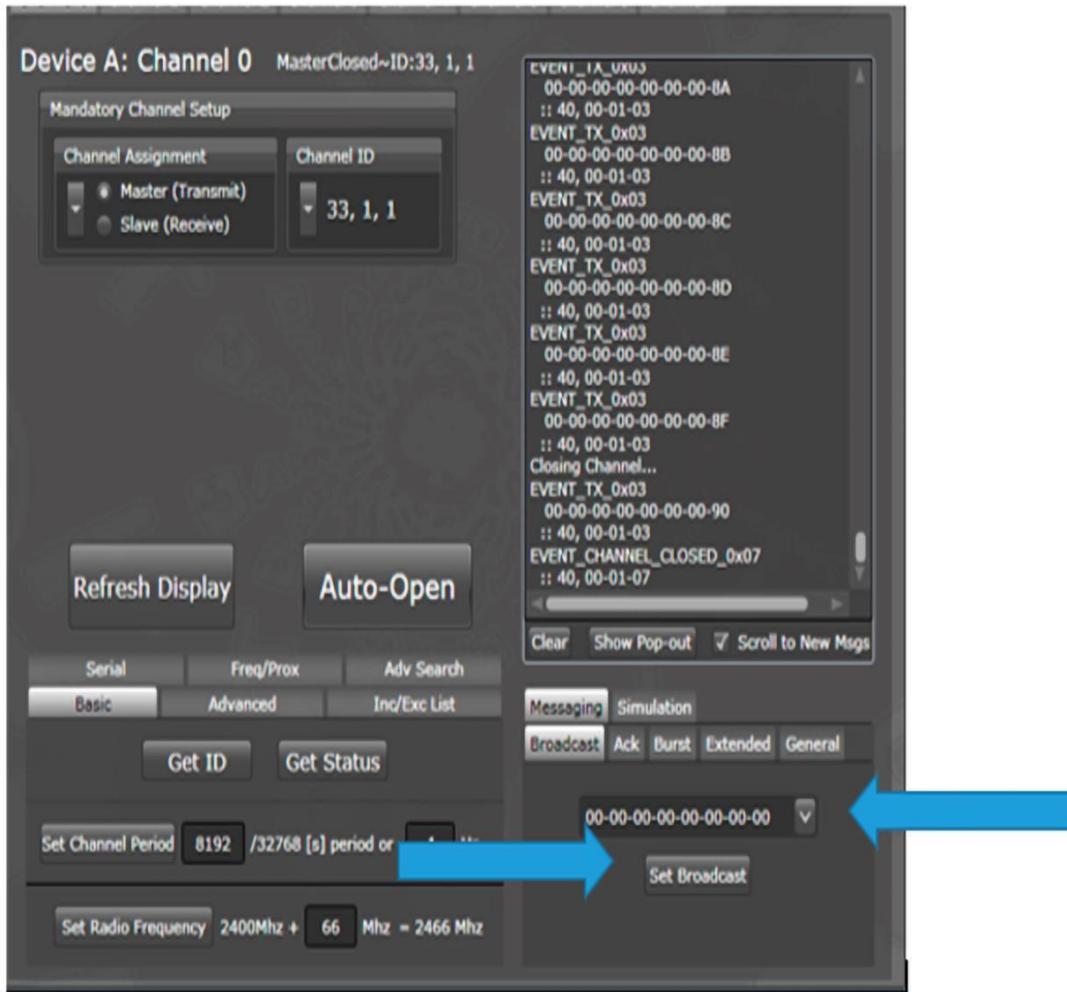


Figura 4.34 Envío de paquetes de datos en PC1.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p20)

Una vez que se envía un paquete de datos, se recibe y se muestra en la aplicación ANTWare II. La Figura 4.37 ilustra la recepción del paquete de datos enviado anteriormente.

En la Figura 4.35 se muestra la recepción de un mensaje que fué enviado desde el Master.

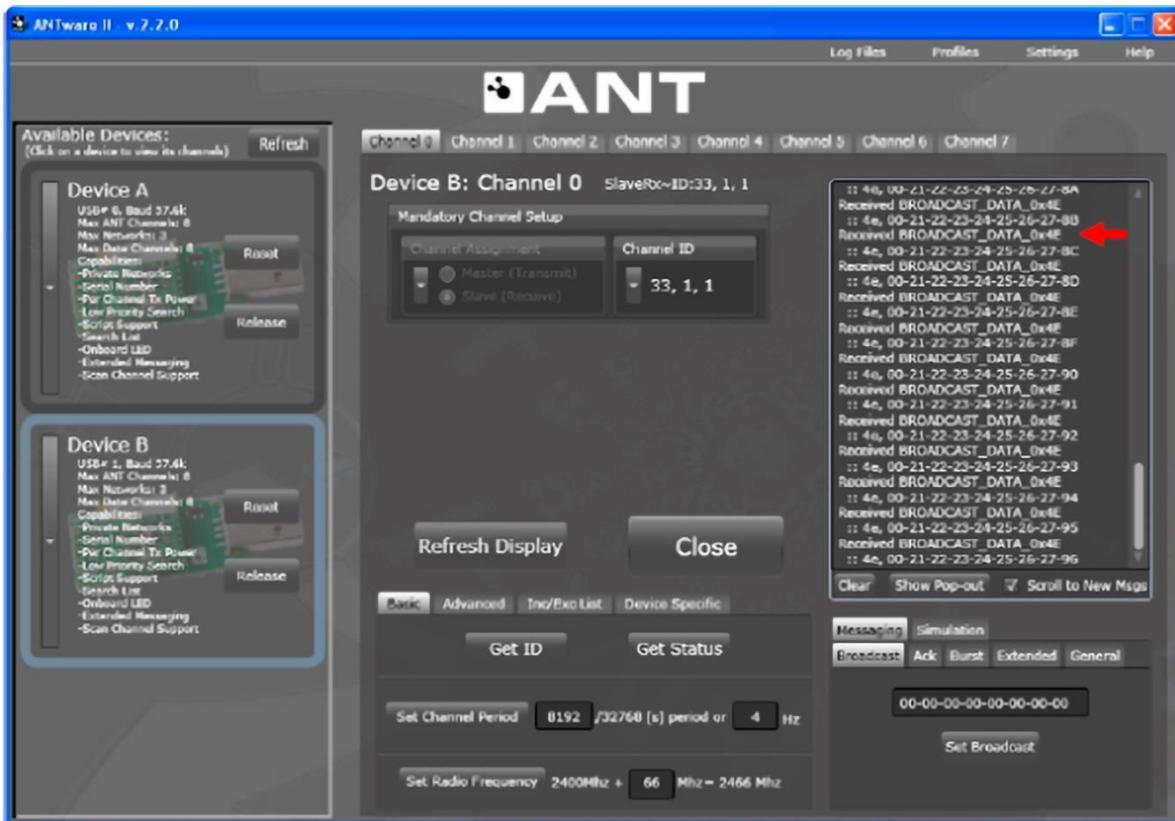


Figura 4.35 Recepción de un mensaje de difusión.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p21)

Bursting también se puede ensayar usando ANTWare II. El usuario puede especificar la longitud del mensaje de la ráfaga y posteriormente ANTWare II generará los paquetes y los datos asociados. Para hacer “estallar” los datos en el canal, especifique la longitud del mensaje de ráfaga (el valor predeterminado es 256 bytes) debajo de la pestaña “Ráfaga” en el dispositivo Master. Asegúrese de que tanto del Slave como del Master tengan los canales abiertos. Haga clic en iniciar transferencia en la esquina inferior derecha de la ventana debajo de la pestaña “Ráfaga”. En la ventana del canal SLAVE, se observará que los datos recibidos cambiarán de "Received BROADCAST_DATA" a "Received BURST_DATA". A continuación, se muestra un ejemplo de una ráfaga exitosa de los canales Master y Slave. Tenga en cuenta que la longitud de un paquete de datos es de 8 bytes, por lo que, con la longitud del mensaje de 256 bytes, se envían 32 paquetes. En la Figura 4.36 la pantalla Master está a la izquierda, mientras que la pantalla Slave está a la derecha como lo ilustra dicha figura.

```
21-22-23-24-25-26-27-72
:: 40, 00-01-03
EVENT_TX_0x03
21-22-23-24-25-26-27-73
:: 40, 00-01-03
Sending burst by counter: 256 bytes ← Burst data transmitted
EVENT_TX_0x03
21-22-23-24-25-26-27-74
:: 40, 00-01-03
EVENT_TRANSFER_TX_START_0x0A
:: 40, 00-01-0A
Burst Result: Pass
Time in burst: 479ms
EVENT_TRANSFER_TX_COMPLETED_0x05
:: 40, 00-01-05
EVENT_TX_0x03
21-22-23-24-25-26-27-75
:: 40, 00-01-03
EVENT_TX_0x03
21-22-23-24-25-26-27-76
:: 40, 00-01-03
EVENT_TX_0x03
21-22-23-24-25-26-27-77
:: 40, 00-01-03
EVENT_TX_0x03

:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-6D
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-6E
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-6F
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-70
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-71
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-72
Received BROADCAST_DATA_0x4E
:: 4e, 00-21-22-23-24-25-26-27-73
Received BURST_DATA_0x50 ← Burst data received
:: 50, 00-00-01-02-03-04-05-06-07
Received BURST_DATA_0x50
:: 50, 20-08-09-0A-0B-0C-0D-0E-0F
Received BURST_DATA_0x50
:: 50, 40-10-11-12-13-14-15-16-17
Received BURST_DATA_0x50
:: 50, 60-18-19-1A-1B-1C-1D-1E-1F
Received BURST_DATA_0x50
:: 50, 20-20-21-22-23-24-25-26-27
Received BURST_DATA_0x50
.. 50, 40-28-29-2A-2B-2C-2D-2E-2F
```

Figura 4.36 Recepción de una transferencia de ráfaga.

(ANT, User manual development kit, 2009-2012, p23)

Como se puede observar el procedimiento de esta práctica es muy parecido a de la primera práctica, con la única diferencia de que se asigna el canal maestro en una computadora y el canal esclavo en otra, esto se logra porque el módulo C7 tiene una antena integrada con la que se puede lograr la comunicación de manera inalámbrica.

5. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

5.1 Factibilidad Técnica

5.1.1 El microcontrolador MSP430F132 y su subsistema de inserción.

El módulo ANT es un transceiver, el cual trabaja en general junto con un microcontrolador MSP430F132 y su subsistema de inserción más un subsistema tipo “F”.

El módulo transceiver es un dispositivo que se encarga de realizar funciones de recepción de una comunicación, contando con un circuito eléctrico que permite un procesamiento para realizar la transmisión de esta información, sin importar su diseño o formato. (Sistemas, definición de transceiver, s.f)

Dado que determinados elementos se utilizan tanto para la transmisión como para la recepción, la comunicación que provee un transceptor solo puede ser semi -dúplex, lo que significa que pueden enviarse señales entre dos terminales en ambos sentidos, pero no simultáneamente.

ANT admite arquitecturas de redes públicas, administradas y privadas con 2^{32} dispositivos direccionables de forma única posible, asegurando que cada dispositivo pueda ser identificado de forma única entre sí en la misma red.

ANT está probado e instalado en base a millones de nodos probados en aplicaciones que utilizan una red de sensores de potencia ultra baja que a su vez tienen aplicación en automatización en deporte, fitness, domótica e industrial.

El microcontrolador MSP430F132 módulo ANT AP2 es un módulo basado en el diseño de referencia de nRF24AP2, una nueva generación de sistema ANT en la familia de chips de “Nordic Semiconductor”¹²⁷. Una pequeña antena tipo F está integrada en la placa cuyas dimensiones son de 20 mm por 20 mm. El módulo ha sido certificado para cumplir con la normativa de radio o los estándares que cubren los mercados globales, incluyendo Norteamérica, Europa, Japón y Australia. (ANT, AP2RF transceiver module, 2012, p4)

El módulo integrado facilita la carga para los desarrolladores de aplicaciones y sistemas. Capaz de soportar 8 canales ANT, el módulo es ideal para construir nodos de control o hub de una red de sensores inalámbricos.

¹²⁷ Nordic Semiconductor es una empresa de semiconductores fabless. La compañía se especializa en sistemas inalámbricos de rendimiento ultra bajo en un chip y dispositivos de conectividad para la banda ISM de 2.4 GHz, con el consumo de energía y el costo como las principales áreas de enfoque.

El módulo se puede conectar al controlador host del usuario mediante la asignación de 17 pines (superficie de montaje) o el estilo de conexión de cabecera Molex de 20 patillas que se proporciona a continuación:

Tabla 5.1 PIN-OUT del módulo.

(ANT, AP2RF transceiver module, 2012, p7)

Pin en la superficie de montaje	Molex Pin de cabecera	Nombre del pin	Modo asíncrono	Modo de sincronización	Descripción
1	6	TEST	TEST (Tie to GND)	TEST (Tie to GND)	Conectado a Tierra
2	10	\overline{R}	\overline{R}	\overline{R}	Resetear el dispositivo
3	1	Vcc	Vcc	Vcc	Suministro de energía
4	19	GND	GND	GND	Suministro de Tierra
5	8	NC	NC	NC	No conectado
6	17	\overline{SPD} / \overline{BY}	\overline{SPD}	\overline{BY}	Asíncrono: Suspende el control Síncrono: Puerto habilitado.
7	15	SLEEP / \overline{W}	SLEEP	\overline{W}	Asíncrono: Modo de espera habilitado Síncrono: Alerta de mensaje listo
8	13	NC	NC	NC	No conectado
9	11	PORTSEL	PORTSEL (Tie to GND)	PORTSEL (Tie to Vcc)	Selección de puerto síncrono o asíncrono
10	7	BR2/SC LK	BR2	CLK	Asíncrono: Selección de velocidad de transmisión Síncrono: Señal de reloj de salida
11	4	TXD0/S OUT	BR1	SOUT	Asíncrono: Señal de datos de transmisión Síncrono: Salida de datos
12	3	RXD0/S IN	RXD0	SIN	Asíncrono: Señal de datos recibidos Síncrono: Datos recibidos

13	5	TXD0/S FLOW	BR1	SFLOW	Asíncrono: Selección de velocidad de transmisión Síncrono: Control de flujo de bits o bytes.
14	9	BR3	BR3	Tie to GND	Asíncrono: Selección de velocidad de transmisión Síncrono: No utilizado, conectado a Tierra.
15	14	RESER VED2	Tie to GND	Tie to GND	Pin reservado, conectado a Tierra.
16	12	RESER VED1	Tie to GND	Tie to GND	Pin reservado, conectado a Tierra.
17	2	RTS/SE N	RTS	SEN	Asíncrono: Respuesta de envío Síncrono: Señal serial habilitada
	16,18,20	NC	NC	NC	No conectado

5.1.1.1 Antena tipo F

Una antena tipo F en PCB es un tipo de antena utilizada en la comunicación inalámbrica, es el tipo de antena que utiliza el módulo C7. Consiste en una antena monopolo que corre paralela a un plano de tierra y está conectada a tierra en un extremo. La antena se alimenta desde un punto intermedio a una distancia del extremo conectado a tierra. El diseño tiene dos ventajas sobre un monopolo simple: la antena es más corta y más compacta, y el diseñador puede controlar la adaptación de impedancia sin la necesidad de componentes coincidentes extraños.

Este tipo de antena es utilizada en dispositivos inalámbricos móviles por sus propiedades de ahorro de espacio ya que pueden imprimirse utilizando el formato microstrip, una tecnología ampliamente utilizada que permite que los componentes impresos de RF se fabriquen como parte de la misma placa de circuito impreso que se usa para montar otros componentes.

Existen muchas variantes de esta y otras formas de la F invertida que implementan antenas de banda ancha o multibanda. Las técnicas incluyen resonadores acoplados y la adición de ranuras. (Edson G. Optimización de una antena plana para sistemas multi-estándar, s.f, p54)

5.1.1.2 Control de puerto asíncrono (RTS)

Cuando ANT se configura en modo asíncrono, se proporciona un puerto serie asíncrono dúplex completo para el control de flujo de la transmisión de datos desde el Host a ANT. El control de flujo se realiza mediante la señal RTS, que se ajusta a los niveles de señal CMOS

de control de flujo de hardware estándar. La señal puede por lo tanto ser conectada a un puerto serie de PC, o a cualquier otro dispositivo.

La señal RTS se anula durante aproximadamente 50 s después de que cada mensaje con el formato correcto haya sido recibido (Figura 5.1). Esta duración de la señal RTS es independiente de la velocidad en baudios. Los mensajes incorrectos o mensajes parciales no son reconocidos.

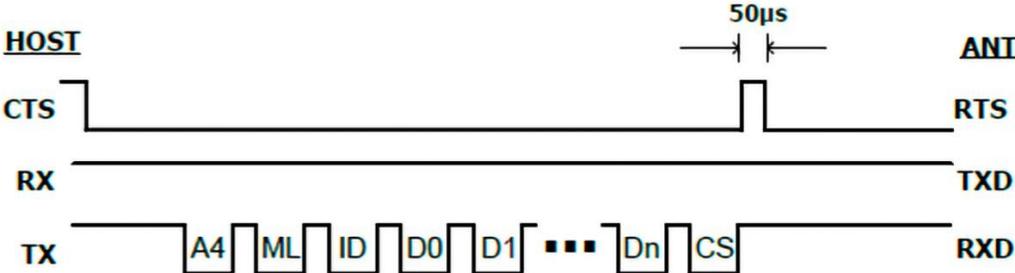


Figura 5.1 Señal RTS después de la transferencia de un host en serie hacia el dispositivo ANT

(ANT, Interfacing with ant general purpose chipsets and modules, p8)

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la conexión eléctrica apropiada para el modo asíncrono del microcontrolador MPS430F132.

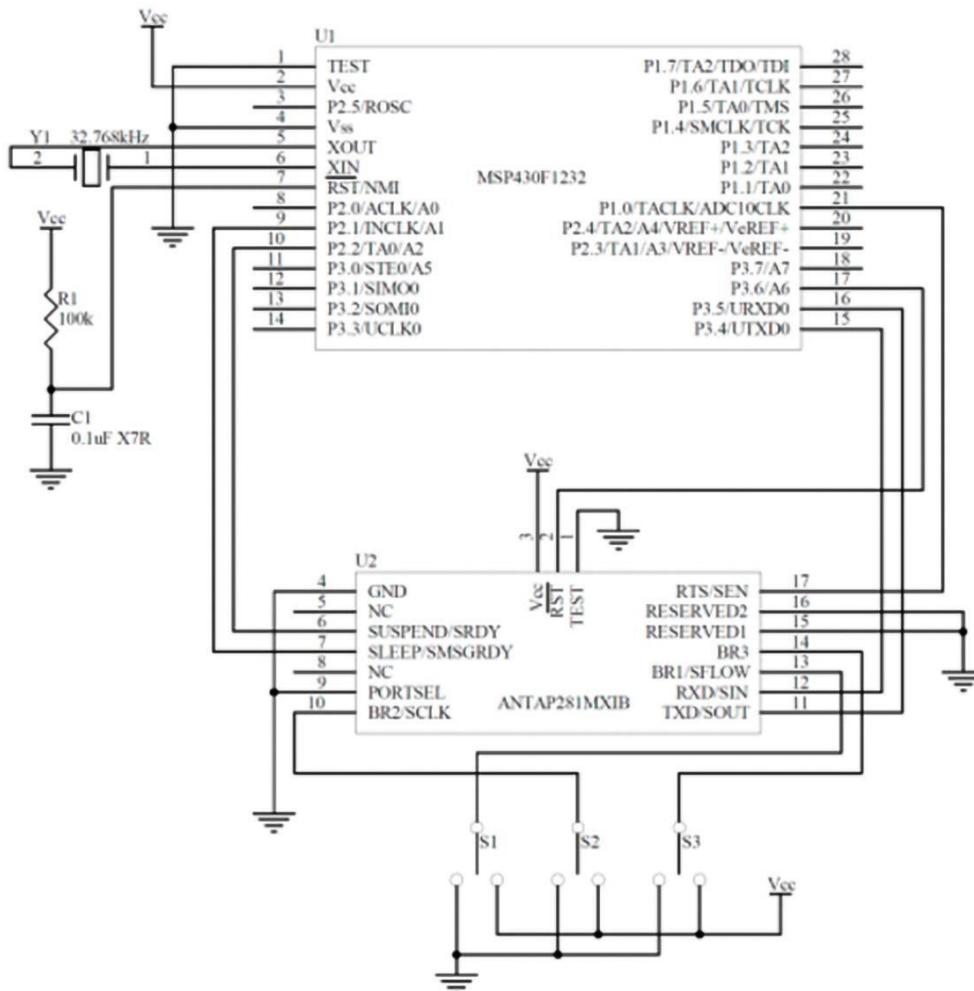


Figura 5.2 Conexión asíncrona del microcontrolador MPS430F132.

(ANT, AP2RF transceiver module, 2012, p8)

Notas:

- Un USART, un receptor / transmisor sincrónico / asíncrono universal, es un periférico con microcontrolador que convierte los bytes de datos entrantes y salientes en un flujo de bits en serie.
- Los interruptores en los pines de selección de velocidad en baudios (BR1, BR2 y BR3) son solo para facilidad de uso. Estos pueden ser conectados directamente al nivel lógico de interés.
- RTS se puede conectar a un pin de interrupción para mayor comodidad en algunas aplicaciones. (Pines de interrupción ubicados en los puertos 1 y 2 en el MSP430F1232). , RTS (Request to Send en inglés) es una abreviatura de petición de envío que controla la cantidad de tráfico de red que fluye a través de un punto de acceso inalámbrico.

5.1.1.3 Modo síncrono

Este modo se selecciona conectando la entrada alta de PORTSEL y se puede usar con un puerto SPI de hardware.

Hay que tener en cuenta que, cuando se opera en modo síncrono, se requiere una cuidadosa atención al comportamiento de restablecimiento para evitar condiciones de bloqueo involuntario entre ANT y la MCU principal.

En modo síncrono, ANT utiliza una interfaz serie maestra síncrona semi-dúplex con control de flujo de mensajes. El host debe estar configurado como esclavo síncrono. La interfaz está diseñada para alojar un puerto esclavo síncrono de hardware o un control de E / S simple en la MCU del host. El control de flujo completo se mantiene en ambas direcciones, por lo tanto, la MCU anfitriona retiene el control total del flujo de mensajes y puede detener los mensajes entrantes según sea necesario.

La interfaz en serie síncrona entre ANT y el Host MCU se muestra en la imagen a continuación.

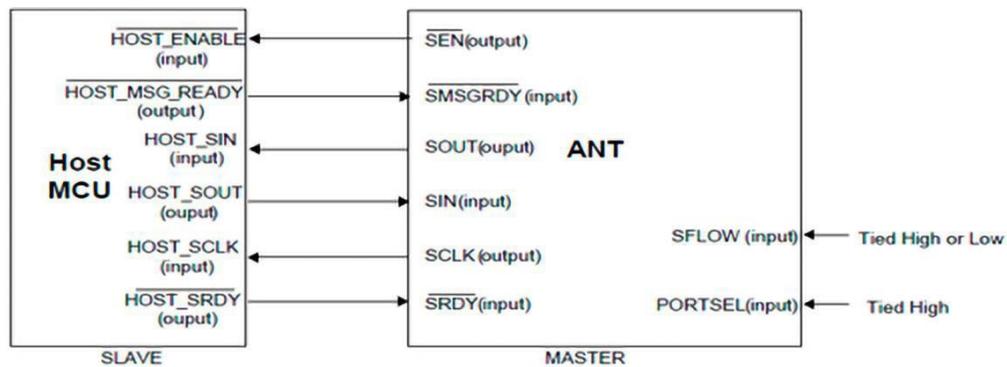


Figura 5.3 Conexiones de modo síncrono ANT

(ANT, Interfacing with ant general purpose chipsets and modules, p5)

La siguiente imagen muestra un ejemplo de la conexión eléctrica apropiada para el modo síncrono del microcontrolador MPS430F132 en su forma síncrona, en su variante de sincronización en bytes.

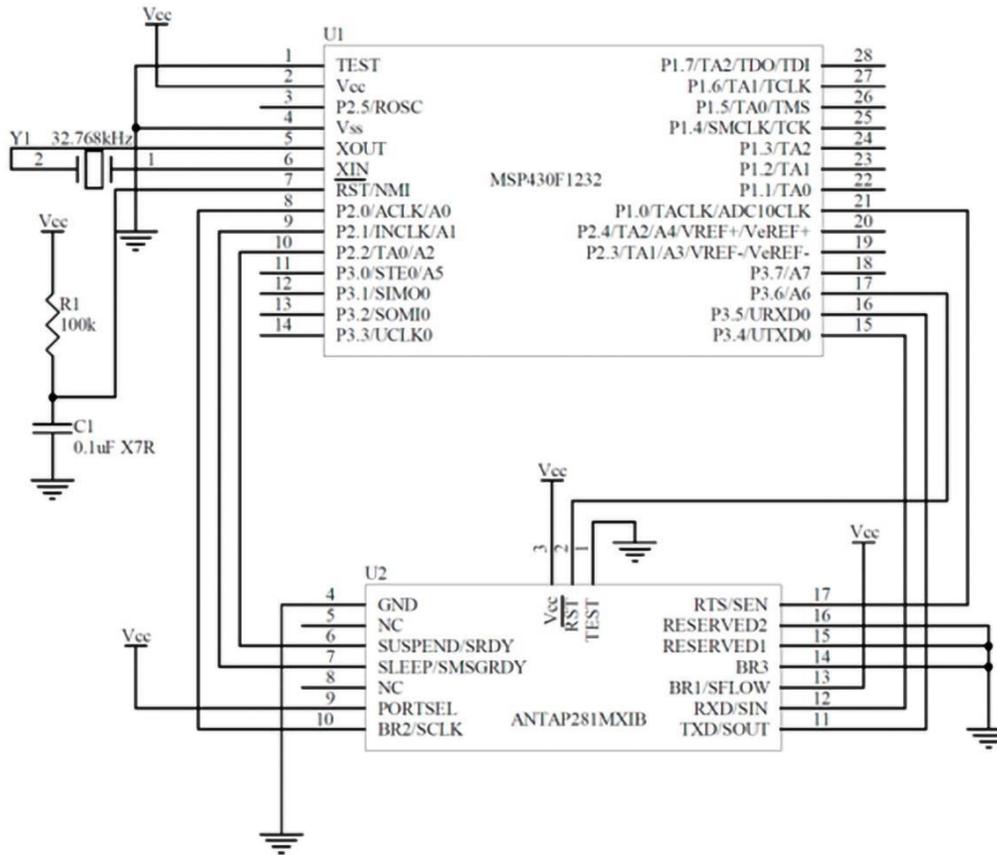


Figura 5.5 Modo de sincronización de bits.

(ANT, AP2RF transceiver module, 2012, p10)

Notas:

- Todas las señales de la interfaz se conectan directamente a los pines de I/O del microcontrolador.
- SCLK y SEN deben estar en un pin de capacidad de interrupción I/O en el microcontrolador. (Interruptor de pines ubicados en los puertos 1 y 2 del MSP430F1232).

5.1.2 Factibilidad Operativa.

5.1.3.1 ¿Es fácil de utilizar el kit?

El manejo de la tecnología ANT es fácil de utilizar debido a que permite que sus dispositivos de monitoreo se comuniquen entre sí. El dispositivo tiene el objetivo de brindar los datos que desea, cuándo y dónde los quiere. El kit contiene tecnología que permite ensamblar los componentes del mismo fácilmente sin necesidad de utilizar herramientas adicionales.

El kit con el que se trabaja en el presente trabajo es una buena opción para la solución inalámbrica de un solo chip, ya que permite la comunicación directa de corto alcance entre dispositivos con capacidad ANT de potencia ultra baja y dispositivos móviles de uso común que se basan en la tecnología Bluetooth, como PC, teléfonos inteligentes y tabletas.

Este dispositivo es el primero que trabaja de modo dual, el C7 requiere un 80% menos de área de placa que un diseño con dos soluciones de modo único, su tamaño compacto permite transportar el kit fácilmente.

Características y beneficios

- Modo dual ANT y Bluetooth (Bluetooth v2.1 + EDR) en un solo chip: Requiere un 80% menos de área de placa que cualquier módulo dual o diseño de dispositivo
- Disminuye los costos asociados con la incorporación de dos tecnologías inalámbricas: Solución de antena única optimizada y completamente validada
- Permite la operación simultánea de ANT y Bluetooth sin la necesidad de dos dispositivos o módulos: Incluye convivencia incorporada.
- El mejor rendimiento de Bluetooth y ANT RF de su clase: +10 dBm Tx de potencia con control de potencia de transmisión. Sensibilidad de -93 dBm
- Permite una conexión robusta y de alto rendimiento con rango extendido
- Apoyo para: ANT ultra baja potencia (dispositivos maestros y esclavos)
- Modos de ahorro de energía de Bluetooth park, sniff, hold. (estacionar, oler, mantener)
- Modos de potencia ultra baja de Bluetooth eep sleep, power down (sueño profundo, apagado)
- Mejora la vida útil de la batería y la eficiencia energética del producto final.

- Solución llave en mano: Módulo totalmente integrado. La facilidad de integración en el sistema permite un rápido tiempo de comercialización.

5.1.3.2 ¿Es fácil de aprender?

ANT como se ha mencionado anteriormente, maneja fácilmente diferentes tipos de topologías como peer-to-peer, estrella, conexión en estrella, árbol y topologías de malla fija. ANT proporciona comunicaciones de datos fiables, el funcionamiento en red es flexible y adaptable y además cuenta con inmunidad diafonía. ANT proporciona un manejo sin preocupaciones de las capas física, red y de transporte OSI. Además, incorpora las características clave de seguridad de bajo nivel que forman la base para las implementaciones de seguridad de red sofisticada definidos por el usuario. ANT asegura control de usuario adecuada, mientras que aligera considerablemente carga computacional en el suministro de una solución de red inalámbrica simple pero eficaz.

Para el manejo del programa AN Ware II la información proporcionada en los manuales es bastante clara, salvo el detalle del sistema operativo que se debe utilizar para instalar el programa; en cuanto al manejo de ANT-FS hacen falta más manuales de instalación.

5.1.3.3 ¿Es fácil armar algo con una aplicación?

Los manuales para comprender cómo es que opera el microcontrolador son bastante detallados, en la página de descargas de ANT se encuentran distintos ejemplos de diseño, el problema es que no existe un manual que explique de una forma sencilla como utilizarlos, existe un programa de diseño llamado ANT-FS que se intentó utilizar para diseñar alguna aplicación sencilla, en la página existen varias versiones de acuerdo al sistema operativo que se utilice, como Windows, Mac o Linux, se descargó la versión para Windows pero al tratar de instalarla marcó error en distintos dispositivos.

Dicho a lo anterior se alienta a investigar más a fondo sobre el desarrollo de diferentes aplicaciones con el kit. Cabe mencionar que se intentaron hacer pruebas físicas para realizar la lectura de latidos del corazón con un sensor que no pertenecía a la marca, pero al no trabajar a la misma frecuencia no fue posible utilizarlo.

5.1.3.4 ¿Puede romperse fácilmente?

El kit está no diseñado para soportar impactos, tiene conectores que son delicados ya que se empalman uno encima de otro para anexar los accesorios que tiene, como lo son la memoria EEPROM y la placa de la batería, es por eso que se recomienda leer detenidamente el presente manual para no conectarlos de forma errónea y dañar el equipo.

Las condiciones que soportan los circuitos permiten guardarlos en prácticamente cualquier lugar, siempre y cuando se mantenga seco y sin condiciones críticas de humedad. Por otra parte al ser circuitos impresos son resistentes al uso frecuente, el kit cuenta con una caja diseñada para colocar cada componente dentro de una espuma que los resguarda y que a su vez permite que el kit sea portátil.

5.1.3.5 ¿Hay documentación?

Existen gran variedad de manuales para comprender el funcionamiento del microcontrolador, a lo largo de los siguientes puntos se explicará que tanta información se puede encontrar en diferentes aspectos.

5.1.3.5.1 Conexiones.

Existen dos manuales que ilustran parcialmente cómo se deben conectar las placas, uno de ellos se llama “ANT Development Kit User Manual” y “TI Eval Kit User Manual”, los cuales se puedes descargar de la página www.thisisant.com, del apartado de descargas, pero para poder ver y descargar material adicional se debe tener el código del equipo, ambos dan una explicación detallada de cómo utilizar el programa ANT Ware II y explican para qué sirve cada componente del kit pero no muestran una diagrama completo de la conexión, para saber cómo montar una placa encima de otra se deben checar los pines para corroborar, este documento presenta imágenes de cómo se hicieron las conexiones para las distintas prácticas.

5.1.3.5.2 Configuración

Los manuales “ANT Development Kit User Manual” y “TI Eval Kit User Manual” explican cómo modificar los distintos parámetros de configuración con el programa ANT

Ware II si se desea profundizar sobre distintos conceptos utilizados en estos manuales se puede recurrir al documento llamado “ANT Message Protocol and Usage “ el cual da una explicación breve de las características generales del funcionamiento del microcontrolador, el protocolo de comunicación explica a las diferentes capas del modelo OSI que utiliza, explica en general el funcionamiento del kit llevado a la práctica ilustrando las diferentes topologías que se pueden utilizar, con diagramas simples; también muestra una explicación de los diferentes canales con los que cuenta, cómo se calcula la frecuencia de RF, en general describe las características de funcionamiento y un ejemplo de implementación.

5.1.3.5.3 Pruebas

Para realizar pruebas de comunicación con el kit sólo se utilizaron los manuales “ANT Development Kit User Manual” y “TI Eval Kit User Manual” porque describían detenidamente paso a paso como realizar la configuración para ver el procesamiento de la información.

El manual llamado “ANT-FS Reference Design User Manual” ofrece información muy útil para realizar diferentes pruebas pero lamentablemente el ejecutable que muestra la página de descargas de ANT no ofrece suficiente información de cómo instalar el programa, se intentó hacer contacto en el foro de ayuda que ofrece la plataforma pero no resolvieron completamente las dudas por lo que no se pudo trabajar con esta interfaz gráfica de diseño.

5.1.3.5.2 Ejemplos

La página www.thisisant.com, en el apartado de descargas muestra diferentes ejemplos para ver en lenguajes de programación como java o Visual C++ 2008 que van de la mano con ANT-FS. Como ese programa no se pudo instalar, las pruebas que se hicieron fueron hechas con el otro programa que ofrece la página ANT Ware II del cual la información proporcionada es muy fácil de comprender y replicar.

5.1.4 Factibilidad económica.

El costo del kit varía dependiendo de la plataforma donde se compre ya que puede provenir de diferentes países de donde provienen estas plataformas, a continuación se muestra

información detallada sobre distintos sitios web que se investigaron, algunos de ellos ofrecen también algunos componentes del kit por separado.

5.1.4.1 Digi-Key Electronics

El costo del kit ANT se puede encontrar en línea, el costo aproximado es de \$363.60 dólares con todos los componentes incluidos.

El nombre de una empresa que vende el kit es Digi-Key Electronics, la página cuenta con un buscador con el cual puedes encontrar el producto deseado, para encontrar el kit completo se introdujo el número de pieza del fabricante que se encuentra en una etiqueta del contenedor del kit: ANTAP2DK1

La siguiente imagen muestra una captura de pantalla de la búsqueda en línea del kit ANT completo, la página muestra las especificaciones generales del producto así como el precio en dólares, el datasheet del microcontrolador y productos relacionados.

La página muestra también el microcontrolador C7 con un costo de \$24.62 dólares, pero no muestra la venta de los demás componentes del kit vendidos por separado. De la misma forma que se encontró el kit completo en el catálogo en línea, se introdujo el número de pieza del fabricante: ANTC782M5IB.

La siguiente imagen muestra la captura de pantalla de la búsqueda en línea del módulo C7 ofrecido a la venta por separado.

The screenshot shows the Digi-Key website interface. At the top, there is a search bar with the text 'Todos los productos' and a search icon. Below the search bar is a navigation menu with options: PRODUCTOS, FABRICANTES, RECURSOS, and CHAT EN VIVO. The main content area displays the product page for ANTC782M5IB. On the left, there is an image of the module. To the right of the image is a table with the following information:

Información general del producto	
Número de pieza de Digi-Key	1094-1007-ND
Cantidad disponible	3 Disponibles para envío inmediato
Fabricante	Garmin Canada Inc.
Número de pieza del fabricante	ANTC782M5IB
Descripción	RF TXRX MOD ISM>1GHZ TRACE ANT
Plazo estándar del fabricante	8 semanas
Descripción detallada	ISM General > 1GHz Transceiver Module 2.4GHz Integrado, rastreo Montaje en superficie

To the right of the product information is a 'Precio y compra' section. It includes a 'Cantidad' input field, a dropdown menu for the product ID (1094-1007-ND), and a 'Referencia del cliente' field. Below this is a red 'Agregar al carrito' button. A note states 'Todos los precios están en USD.' At the bottom right, there is a price table:

Escala de precios	Precio unitario	Precio total
1	24.62000	\$24.62
20	22.72500	\$454.50

Figura 5.6 Módulo c7 vendido por la página Digi-key.

(Product Overview ANTC782M5IB, Digi-key, s.f.)

5.1.4.2 Rutronik 24 Next generation e-commerce.

Por otra parte en la página de la empresa llamada “Rutronik 24 Next generation e-commerce” se puede encontrar a la venta el kit ANT completo por un precio de \$ 423.14 dólares.

La siguiente imagen muestra la captura de pantalla del kit completo a la venta por la empresa mencionada anteriormente, se puede observar que es más caro que en la página de Digi-key electronics.

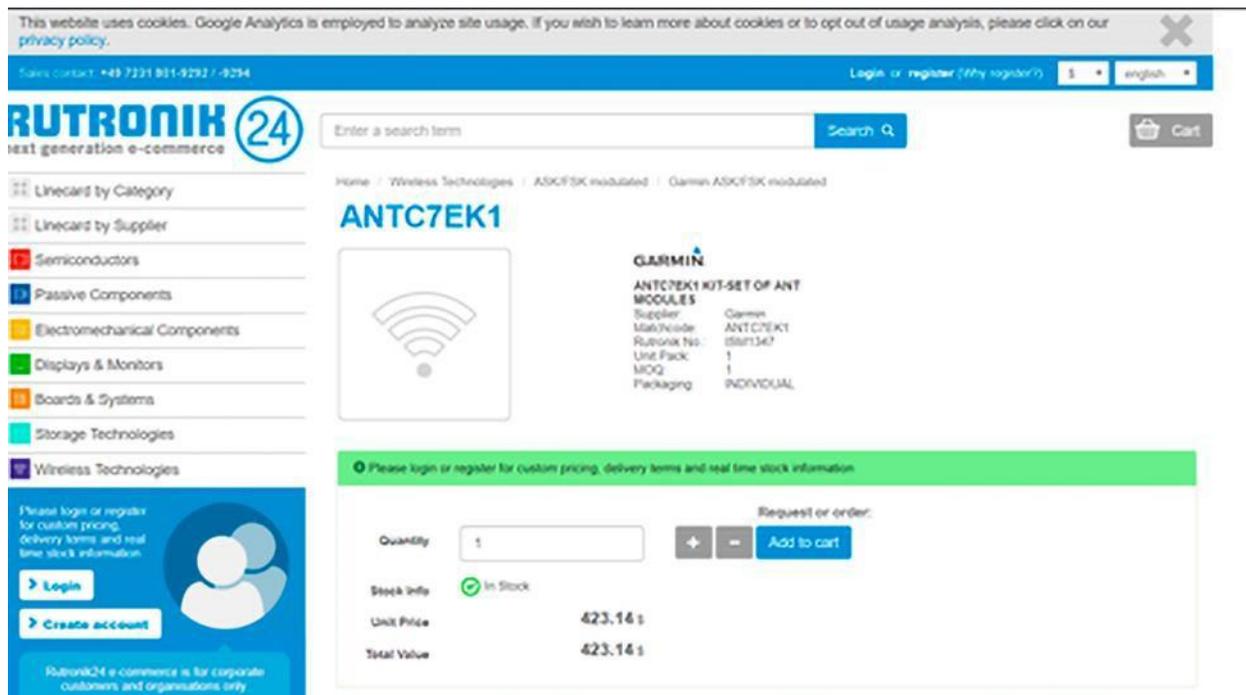


Figura 5.7 Kit ANTAP2DK1 vendido en línea por la página Rutronik 24.

(ANTC7EK1, Rutronik 24, s.f.)

Se intentó encontrar el costo del microcontrolador en esta página, por lo que se introdujo el número de pieza del fabricante: ANTC782M5IB pero no se encontró en existencia.

5.1.4.3 Alibaba

Se encontró una tercera página en la que se encontró a la venta el kit completo, el nombre de la empresa es Alibaba.com “Global trade starts here”, la página muestra el costo del kit por \$ 363.60 dólares, con su descripción técnica general y el país de origen que es China.

La siguiente imagen muestra la captura de pantalla de la venta del kit completo.

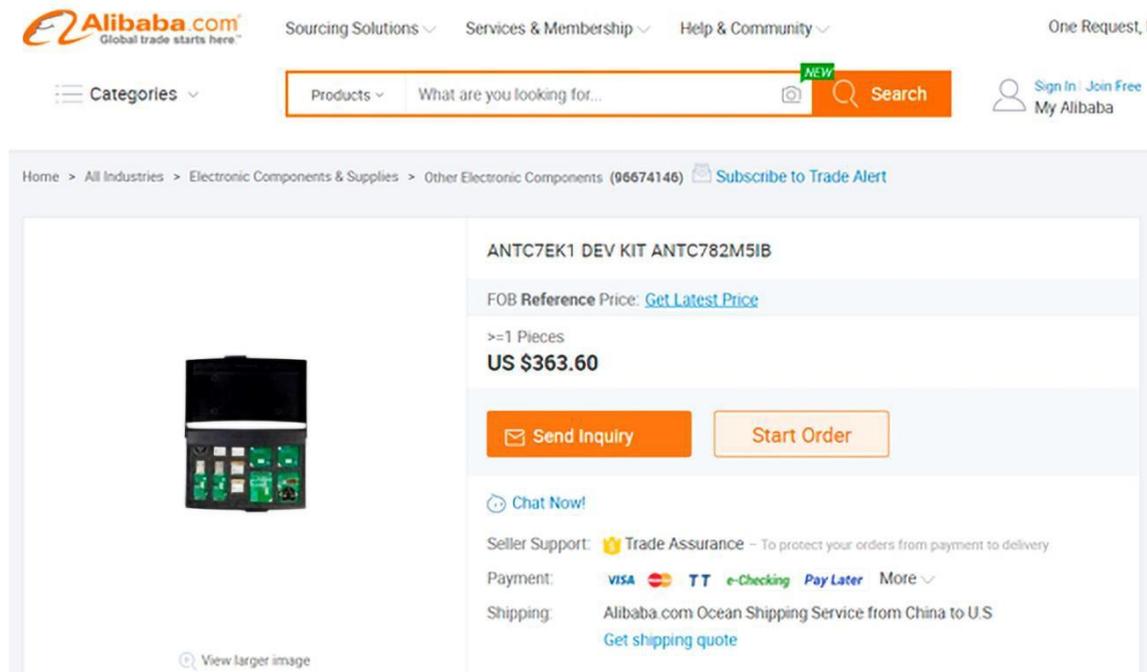


Figura 5.8 Kit ANTAP2DK1 vendido en línea por la página Alibaba.com.

(ANTC7EK1 DEV KIT ANTC782M51B, Alibaba.com, s.f.)

Esta página muestra también el microcontrolador C7 con un costo de \$24.62 dólares, pero no muestra la venta de los demás componentes del kit vendidos por separado. De la misma forma que se encontró el kit completo en el catálogo en línea, se introdujo el número de pieza del fabricante: ANTC782M51B.

La siguiente imagen muestra la captura de pantalla de la búsqueda en línea del módulo C7 ofrecido a la venta por separado en Alibaba.com.

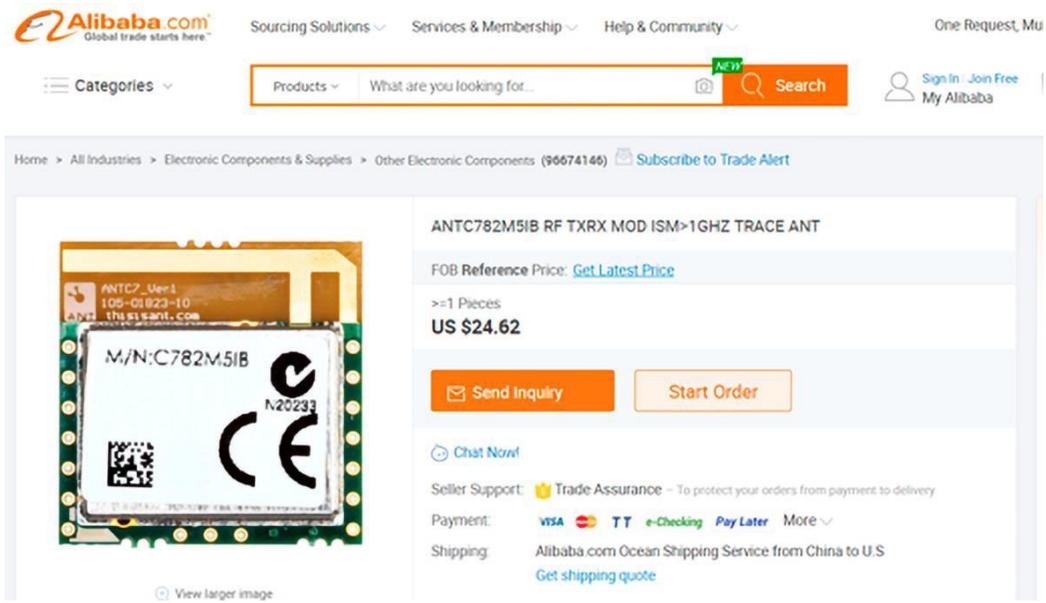


Figura 5.9 Módulo C7 vendido en línea por la página Alibaba.com.

(ANTC782M51B RF TXRX MOD ISM, Alibaba.com, s.f.)

5.1.4.4 Components-Mart

La página de la empresa Components-Mart.com vende el microcontrolador por separado, pero no vende el kit completo. A continuación, se muestra la captura de pantalla de la venta en línea del microcontrolador, donde se puede observar que el costo del producto es de \$ 8.986 dólares.

ANTC782M51B

DYNASTREAM INNOVATIONS INC.



REQUEST A QUOTE

Part Number	ANTC782M51B
Manufacturer	Dynastream Innovations Inc.
Description	RF TXRX 1100 ISM+1GHZ TRACE ANT
Lead Free Status / RoHS Status	Lead free / RoHS Compliant

In Stock 3386 pcs

	1 pcs	20 pcs	40 pcs
Reference Price (in US Dollars)	\$8.686	\$8.295	\$7.603
	100 pcs	260 pcs	500 pcs
	\$7.027	\$6.682	\$6.221

Submit a [Request For Quotation](#) on quantities greater than those displayed.

Target Price(USD): \$
Quantity:
Total: **\$8.986**

Figura 5.10 Módulo C7 vendido en línea por la página Components-mart.com.

(ANTC782M51B, Components-mart.com s.f.)

5.1.4.5 Comparación de precios

Tabla comparativa del precio encontrado en distintas páginas web del microcontrolador C7 vendido por separado y del kit completo.

Tabla 5.2 Comparación de precios para el módulo C7 y el kit completo ANT.

Empresa	Componente	Costo en dólares
Components-Mart	Módulo C7	8.986
Alibaba	Módulo C7	24.62
Digi-key	Módulo C7	24.62
Digi-key	Kit completo ANT	363.6
Alibaba	Kit completo ANT	363.6
Rutronik	Kit completo ANT	423.14

2.1.5 Comparación con otros módulos y protocolos.

La serie D52 ANT SoC Module ofrece soluciones completas de RF de 2.4GHz, misma que ocupa el kit ANTAP2DK1 lo que permite a los desarrolladores alcanzar el tiempo de comercialización más rápido para aplicaciones en tecnología portátil, monitoreo de deportes y estado físico, comercial y doméstico, sensores alimentados por batería, redes de alto recuento de nodos y más. Basados en el SoC nRF52832 de Nordic Semiconductor, los módulos D52 ofrecen soporte de tecnología de bajo consumo de energía ANT y Bluetooth de protocolo dual al mismo tiempo.

Los módulos incluyen un factor de forma adecuado para aplicaciones portátiles, una plataforma de desarrollo y un módulo con un acelerómetro a bordo, lo que abre las puertas a más oportunidades de aplicaciones. (D52 ANT SoC Module Series, s.f.)

Tabla 5.3 Tabla comparativa del módulo C7 vs el módulo D52.

ANTAP2DK1. (ANT, User manual development kit ,2009-2012. ANTware II User's Guide, 2013)	D52DK2 (D52 ANT SoC Module Series, s.f.)
Módulos basados en el microcontrolador C7 que incluyen RF completo y diseño de antena impresa integrada.	Antena impresa integrada.
Placa de la batería para la batería CR2032 para alimentar el módulo.	Tablero de la batería con un zocket Molex, un botón de reinicio y cinco posiciones dip-switch.
Las memorias USB permiten que la placa EEPROM y / o el módulo se conecten a las aplicaciones de software de PC.	Tarjeta de interfaz USB con un conector Molex
El módulo C7 se basa en la nueva generación de plataformas de radio de potencia ultra baja de Texas Instruments e incorpora muchas mejoras en la pila de núcleo ANT, incluyendo ANT-FS integrado.	Operación concurrente del protocolo de baja energía ANT y Bluetooth usando SoftDevices compatibles (protocolo precompilado)
Nordic Semiconductor, chip nRF24AP2-8ch. Es un solo chip de 8 canales	El chip nRF52832 de Nordic Semiconductor con 64kB de RAM, 512kB de Flash y una CPU ARM Cortex M4F de 32 bits.
RF ultra baja potencia 2.4GHz	Soluciones completas de RF de 2.4GHz
Diseñado para una potencia ultra baja, facilidad de uso, eficiencia y escalabilidad, ANT maneja fácilmente topologías de malla punto a punto, estrella, árbol y	Topologías de red flexibles: punto a punto, estrella, árbol, alto recuento de nodos, malla y más.

prácticas.	
Excelente sensibilidad del receptor de -86 dBm	Excelente sensibilidad del receptor en modo de ANT -93dBm y de -96dBm modo BLE
Se pueden configurar hasta 8 canales para los módulos AP2 y AT3 y se pueden configurar hasta 4 canales para el módulo AP1	79 canales RF seleccionables (2402 a 2480 MHz). Admite hasta 15 canales lógicos, cada uno con períodos de canal configurables (5.2ms - 2s).
El módulo C7 tiene -40 ° C a + 85 ° C de temperatura de funcionamiento.	Temperatura de funcionamiento: industrial (-40 ° C a + 85 ° C)
El módulo C7 tiene un rango de tensión de alimentación de 2V a 3.6V	Rango de tensión de alimentación de 1.7V a 3.6V (D52QD2M4IA, D52MD2M8IA, D52QPMM4IA, D52MPMM8IA) 1,71 V a 3,6 V (D52QD2M4IA-A, D52QPMM4IA-A)
Ha recibido aprobaciones regulatorias en los Estados Unidos (FCC), Canadá (IC) y Japón, y se ha verificado que cumple con las regulaciones correspondientes en Europa, Australia y Nueva Zelanda.	Aprobación reglamentaria de radio para los principales mercados, incluidos Norteamérica, Europa, Australia / Nueva Zelanda, Japón y Corea
Precio de \$363.60 dólares aproximadamente.	Precio de \$136.35 dólares aproximadamente.

5.1.5.1 Precio del circuito alternativo

El kit D52DK2 se vende en Digy-key por aproximadamente \$136.35 dólares, en el caso de este kit, se observa que puede ser compatible con tabletas electrónicas y varios de sus componentes pueden ser adquiridos individualmente en Didy-key. La siguiente imagen muestra la captura de pantalla de la venta en línea del kit.

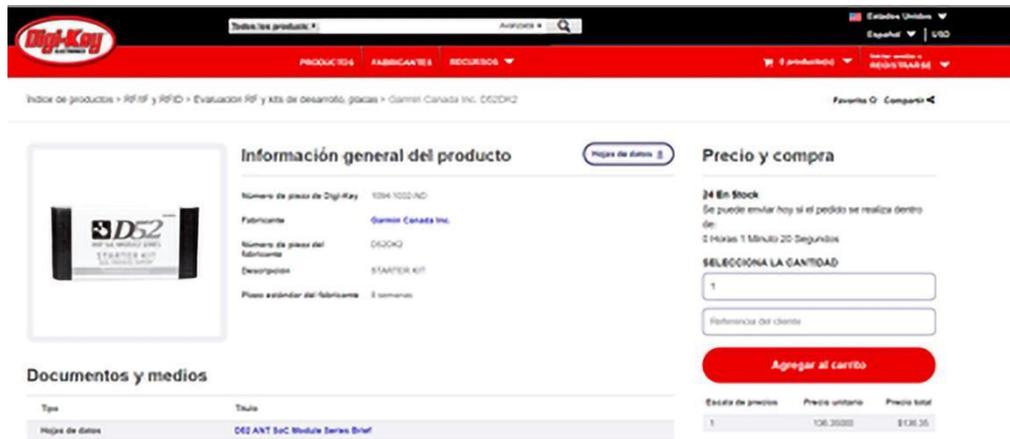


Figura 5.11 Kit alternativo D52DK2 vendido en línea por la página Digi-key.

(Información general del producto D52DK2, Digi-key, s.f.)

En la siguiente imagen podemos observar que se pueden adquirir algunos de los componentes por separado.

ANT BLAZE					
	Imagen	Número de pieza del fabricante	Descripción	Cantidad disponible	Ver detalles
		D52MPMM8IA-TRAY	PREMIUM MODULE	55 - Inmediata	Ver detalles
		D52QPM4IA-A-TRAY	PREMIUM MODULE	98 - Inmediata	Ver detalles
		D52QPM4IA-TRAY	PREMIUM MODULE	78 - Inmediata	Ver detalles
		D52DK2	STARTER KIT	24 - Inmediata	Ver detalles
		D52EXT1	EXTENDER KIT	8 - Inmediata	Ver detalles

Figura 5.12 Componentes del kit D52DK2 vendidos por separado en línea por la página Digi-key.

(ANT blaze D52DK2, Digi-key, s.f.)

5.1.5.2 Observaciones acerca del precio del kit

Al comparar el precio en distintos sitios web para el kit ANTAP2DK1 se puede observar que el precio para la mayoría de las páginas es de \$ 363.60 dólares que comparado al precio del kit D52DK2 \$136.35 dólares que tiene mejores características técnicas evidentemente conviene más comprar este último kit, aunado a que sus componentes se pueden adquirir más fácilmente; pero se utilizó el primero ya que es con el que el departamento de Telecomunicaciones contaba desde un principio.

5.1.6 Ventajas y desventajas respecto a prácticas de antenas y/o temario actual

5.1.6.1 Ventajas y desventajas respecto a prácticas de antenas

En el laboratorio de antenas, el objetivo de las prácticas de laboratorio es que el alumno entienda el propósito de estos dispositivos que en general son diseñados para emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre. Una antena transmisora transforma energía eléctrica en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa.

En general las diferentes prácticas de antenas se concentraban en la investigación de las características generales de los diferentes tipos de antenas, dichas características de las antenas dependen de la relación entre sus dimensiones y la longitud de onda de la señal de radiofrecuencia transmitida o recibida.

Ventajas:

- Comprensión del mecanismo de radiación electromagnética producido por una antena.
- Entendimiento de las características más importantes de una antena.
- Selección de la antena o las antenas más adecuadas para una aplicación en particular.
- Interpretación en las hojas técnicas de los fabricantes para calcular enlaces de radiocomunicaciones.
- Entendimiento de mecanismos básicos de la radiación electromagnética con base en las ecuaciones de Maxwell.

Desventajas:

- El equipo utilizado en las prácticas de laboratorio de antenas no es actual, la documentación general de la propuesta de este manual de laboratorio está actualizado hasta el 2018, el kit en general con sus manuales salieron a la venta desde 2010.
- No se cuenta con una práctica meramente de aplicación a la vida cotidiana, el kit en general está diseñado para monitorear latidos del corazón, es por eso que se invita al alumno a investigar más sobre los diferentes aplicativos del kit.

▪

5.1.6.2 Ventajas y desventajas respecto al temario actual.

Con respecto al objetivo en general del temario actual de la materia de Transmisores y Receptores, que es que el alumno comprenda, analice y evalúe el funcionamiento y características principales de circuitos transmisores y receptores genéricos empleados en un sistema de comunicaciones electrónico, además de interpretar y discutir las metodologías de cálculo de sus parámetros principales y elegir el tipo de transmisor y receptor adecuados en función de una aplicación particular.

Ventajas:

- Estas prácticas de laboratorio propuestas pretenden explicar desde un punto de vista más aplicativo el funcionamiento de los transmisores y receptores de baja potencia.
- El kit propuesto es una solución para redes de sensores inalámbricos, con un estándar de operabilidad que facilita la colección, transferencia automática y rastreo completo de salud física y en el hogar adecuados para el deporte.

Desventajas:

- En un principio puede parecer que las prácticas están más orientadas a la materia de Redes de datos pero al final se explica el funcionamiento del circuito desde un punto de vista más eléctrico.
- La materia de Transmisores y receptores en un principio muestra un estudio más orientado a la teoría, es por eso que se propone un manual práctico con alcances en la vida cotidiana.

Como se explica en capítulos anteriores de este manual, para poder establecer una comunicación entre dos microcontroladores C7 cada canal debe tener, como mínimo, un maestro y esclavo único. El maestro actúa como el transmisor primario y el esclavo actúa como el receptor primario.

En primer lugar se debe crear una solicitud de emparejamiento. El ID de canal está destinado a ser único para cada enlace de dispositivo, La identificación es propiedad del transmisor, el transmisor establece su ID, y la ID se transmite junto con sus mensajes.

El receptor establece el ID de canal para que coincida con el maestro que desea encontrar. Puede hacerlo proporcionando la ID exacta del dispositivo que desea buscar, o buscar una clase de dispositivo configurando un comodín (0) para uno de los subcampos de la ID (Número de dispositivo, Tipo de dispositivo o Tipo de transmisión).

Cuando se encuentra una coincidencia mediante una búsqueda de solicitud de comunicación, se puede solicitar el mensaje (con ID de canal en su campo ID de mensaje) y de esta forma devolver la ID de canal del dispositivo al transmisor.

Si el número de canal se establece en 0 en el receptor, se buscará cualquier transmisor que tenga canales coincidentes. El estado de los bits de solicitud también debe coincidir. Esto permite al diseñador del producto elegir las reglas para el emparejamiento.

Si el diseñador desea emparejar dos dispositivos específicos solo cuando ambos lados estén de acuerdo, entonces el transmisor y el receptor establecerán el bit de emparejamiento cuando deseen emparejarse.

Si el diseñador pretende que un esclavo de un cierto tipo se vincule con un maestro de un determinado tipo, en una búsqueda en cualquier momento, el bit de emparejamiento siempre debe establecerse en 0.

Cuando el número de dispositivo es totalmente conocido, el bit de emparejamiento se ignora, es decir, si conoce el dispositivo exacto que está buscando, entonces el bit de emparejamiento es irrelevante. (ANT, Message protocol and usage, 2014, p63)

6. CONCLUSIONES

A lo largo de este documento hemos explorado acerca de lo que se puede llegar a hacer con ANTWare II, se puede observar que la primera y la última práctica son muy parecidas al tener la misma configuración dentro del programa, ambas se pueden realizar de una forma bastante rápida y fácil ya que prácticamente con unos pocos clicks se puede confirmar el funcionamiento de los módulos, se pretende que en un futuro se pueda trabajar directamente con un sensor de pulsos, preferentemente de pulsos cardiacos y anexar trabajo más aplicado a la vida cotidiana, como es un lector que mide que tanta frecuencia cardiaca se tuvo después de una rutina física.

La segunda práctica muestra puntualmente la mayoría de las opciones que se pueden configurar con el programa, en este trabajo no se utilizó la tarjeta de batería ni la memoria EEPROM por falta de información acerca de los controladores que se puedan usar para estos componentes del kit, por lo que se deja la opción a futuro, para trabajar y explotar al máximo los componentes del kit.

Este trabajo incluye la descripción de la comunicación de los canales Master y Slave, la cual tiene lugar en diferentes maneras, dependiendo de varios factores incluyendo: qué tipo de canal se utiliza; cómo se configura dicho canal; qué tipo de datos se está enviando; y en qué dirección se envían los datos, así como los tipos de canales disponibles.

Los tipos de datos ANT determinan la forma en que los datos serán enviados entre los dos nodos de un canal. El tipo de canal especifica el tipo de comunicación que se producirá.

Por otra parte, se menciona el funcionamiento de una red simple en la que cada canal conecta generalmente dos nodos vecinos; sin embargo, un solo canal puede conectarse a múltiples nodos, para poder explicar el proceso se describió el flujo de datos principal de maestro a esclavo.

Se explica también cómo se debe realizar una configuración predeterminada en el transmisor y en el receptor que es a 2466 MHz en el período de canal 4Hz. Para comenzar a transmitir, también se menciona cómo es que los datos se transmitirán en slots de 8 bytes.

En general se espera que los alumnos trabajen con los módulos C7 y comprendan más fácilmente el proceso de transmisión-recepción con este kit.

En cuanto a la factibilidad del protocolo ANT se puede decir que es fácil de comprender para la aplicación ANT Ware II, los manuales describen a detalle el funcionamiento de la comunicación del transmisor al receptor, pero para poder diseñar una aplicación, no hay manuales que detallen la instalación de las otras aplicaciones del kit que son herramientas de diseño.

Existen pruebas y ejemplos detallados, pero al no encontrar suficiente información para la instalación del programa ANT FS y SIMULANT que son programas diseñados para crear aplicaciones a partir de lenguajes de programación como Java y Visual C++ 2008.

Es importante mencionar que en cuanto a la factibilidad económica existe una alternativa más barata, pero se utilizó este kit porque se planeó su utilización desde antes, por lo que ya se contaba con este material, es posible comprar el kit en línea en diferentes páginas pero encontrar las piezas por separado es complicado.

REFERENCIAS

- [1] *What is ANT? This is ANT*. Garmin Canada Inc. (2019) Recuperado (20/02/2019). <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>
- [2] *TI announces ant. This is ANT*. Garmin Canada Inc. (2019) Recuperado (20/02/2019). <https://www.thisisant.com/news/ti-announces-ant-and-bluetooth-connectivity/>
- [3] ANT “The power of less” (2014). **ANT MESSAGE PROTOCOL AND USAGE.228** River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada T4C 2C1. Recuperado (15/02/2017) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>
- [4] *D52 ANT SoC Module Series*. Dynastream Innovations. (s.f.) Recuperado (21/02/2019). <https://www.dynastream.com/components/d52>
- [5] Información general del producto. Digi Key Electronics. (s.f.) Recuperado (20/02/2019). <https://www.digikey.com/product-detail/es/garmin-canada-inc/D52DK2/1094-1032-ND/7388580>
- [6] ANT “The power of less” (2009-2012). **USER MANUAL DEVELOPMENT KIT ANTDKT3 ANTDKT3UP1 ANTAP2DK1**. 228 River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada. Recuperado (15/12/2016) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>
- [7] ANT “The power of less” (2013). **ANTWARE II USER'S GUIDE**. Rev 1.2. Dynastream Innovations Inc. River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada T4C 2C1. Recuperado (15/03/2017) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>
- [8] ANT “The power of less” (2014). **FIT2 FITNESS MODULE**. Dynastream Technology. No. 201, 100 Grande Blvd., Cochrane, Alberta, Canada T4C 0s. Recuperado (1/12/2017) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>
- [9] Redes de área local inalámbricas, familia IEEE 802.15. Wheelers Lane Technology College (s.f.). Parte I: Estudio teórico. Recuperado (20/02/2019) de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11579/fichero/f.+Cap%C3%ADtulo+2+-+Familia+IEEE+802.11.pdf+>
- [10] Gerez, Sabih H. (7 de febrero de 2013). *Implementation of Digital Signal Processing: Some Background on GFSK Modulation*. University of Twente, Department of Electrical Engineering. Consultado (21/02/2019)

[11] “The power of less” (2010). **TI EVAL KIT USER MANUAL**. 228 River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada T4C 2C1. Recuperado (15/12/2016) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>

[12] about us *Nordic*. Garmin Canada Inc. (2019) Recuperado (15/02/2019). <https://www.nordicsemi.com/>

[13] “The power of less” (2012). **AP2RF TRANSCEIVER MODULE**. 228 River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada T4C 2C1. Recuperado (27/02/2019) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>

[14] Definición de Transceiver. Sistemas, master magazine (s.f.) Recuperado (27/02/2019) de: <https://sistemas.com/transceiver.php>

[15] Edson Garduño Velazco (s.f). **OPTIMIZACIÓN DE UNA ANTENA PLANA PARA SISTEMAS MULTI-ESTÁNDAR**. Instituto Politécnico Nacional. SEPI IPN. Recuperado (27/02/2019) de: <https://ebuah.uah.es/dspace/bitstream/handle/.../TFM-Rosado-Sanz-2017.pdf?...1...>

[16] “The power of less” (2010). **INTERFACING WITH ANT GENERAL PURPOSE CHIPSETS AND MODULES**. Rev 2.1. 228 River Avenue, Cochrane, Alberta, Canada T4C 2C1. Recuperado (15/12/2016) de: <https://www.thisisant.com/developer/resources/downloads/>

[17] *Kit ANTAP2DK1*, Rutronik 24 (s.f.). Recuperado (25/02/2019) de: <https://product/dynastream/antc7ek1/683010.html>

[18] *ANTC7EK1 DEV KIT ANTC782M51B*, Alibaba.com. (s.f.). Recuperado (25/02/2019) de: https://www.alibaba.com/product-detail/ANTC7EK1-DEV-KIT-ANTC782M51B_60827498322.html?spm=a2700.7724838.2017115.1.6fb8ad3fa28wio

[19] *ANTC782M51B RF TXRX MOD ISM*, Alibaba.com. (s.f.) Recuperado (25/02/2019) de: https://www.alibaba.com/product-detail/ANTC782M51B-RF-TXRX-MOD-ISM-1GHZ_60826577970.html?spm=a2700.7724838.2017115.11.6fb8ad3fa28wio

[20] *ANTC782M51B*, Components-mart.com. (s.f.) Recuperado (25/02/2019) de: <https://www.components-mart.com/product/Dynastream-Innovations-Inc/ANTC782M51B.html>

[21] *Información general del producto D52DK2*, Didi Key Electronics. (s.f.). Recuperado (25/02/2019). de: <https://www.digikey.com/product-detail/es/garmin-canada-inc/D52DK2/1094-1032-ND/7388580>

[22] *ANT blaze D52DK2*, Didi Key Electronics. (s.f.). Recuperado (25/02/2019) de: <https://www.digikey.com/es/product-highlight/d/dynastream-innovations/ant-blaze-connectionless-mesh-networking-technology>

[23] Banda ISM definición, slideshare.net (2019) Recuperado (25/02/2019) de: <https://es.slideshare.net/maoherrera1/bandas-ism>

[24] Redes De Administración Personal (PAN), sites.google.com (s.f.) Recuperado (25/02/2019) de: <https://sites.google.com/site/notastelecomunicaciones/redes-locales-de-datos/31--redes-de-computadoras>

[25] El estándar Bluetooth IEEE 802.15.1., Catarina, UDLAP (s.f) Recuperado (25/02/2019) de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/capitulo3.pdf

ANEXOS

APÉNDICE A: Instalación de una máquina virtual

Para poder manejar el kit se necesita del programa AntWare II se necesita contar con un sistema operativo Windows 7 o anterior, en este caso se cuenta con equipos Windows 8 por lo que se necesita la instalación de una máquina virtual.

A.1 Instalación de una máquina virtual

Se descargaron los archivos MVWare de la página <http://www.vmware.com/>. Los cuales se muestran en la figura A.1



Figura A.1 Ejecutable para la instalación de una máquina virtual. Posteriormente del archivo VMware-workstation-full-12.0.0-2985596.exe se ejecuta paso a paso.



Figura A.2 Instalación de VMware.

Posteriormente se crea el icono para poder crear la máquina:



Figura A.3 Ícono de inicio para VMware

De esta forma se abre la página para poder crear la máquina virtual:

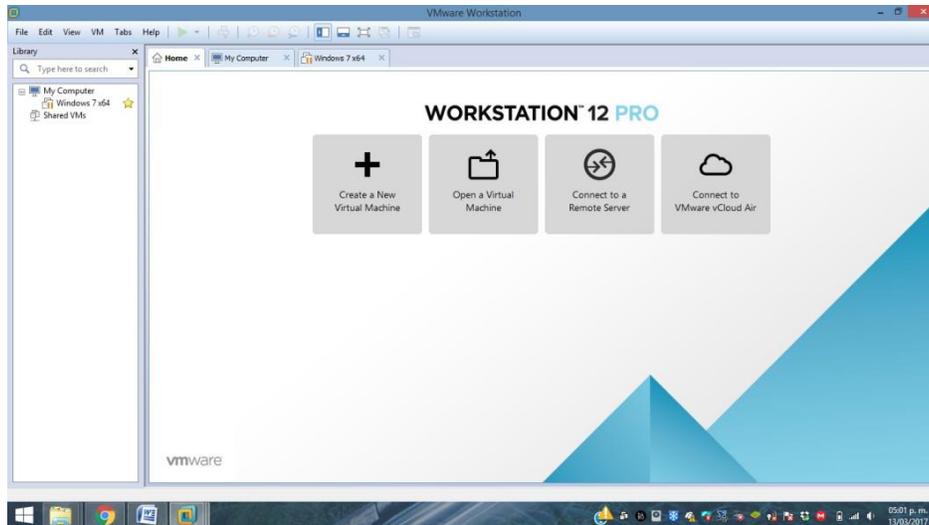


Figura A.4 Página de inicio VMware.

Se selecciona en “Create a New Virtual Machine” y automáticamente se desglosará un ejecutable, en la opción “Typical (recommended)”.



Figura A.5 Instalación típica del software.

Se tiene que descargar un “ISO” de Windows 7, se recomienda tener al menos 70 GB de disponibilidad en la computadora para todo el proceso.

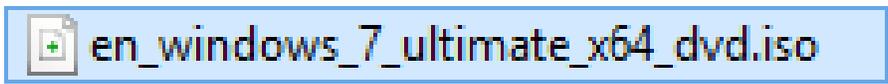


Figura A.6 “ISO” de Windows 7.

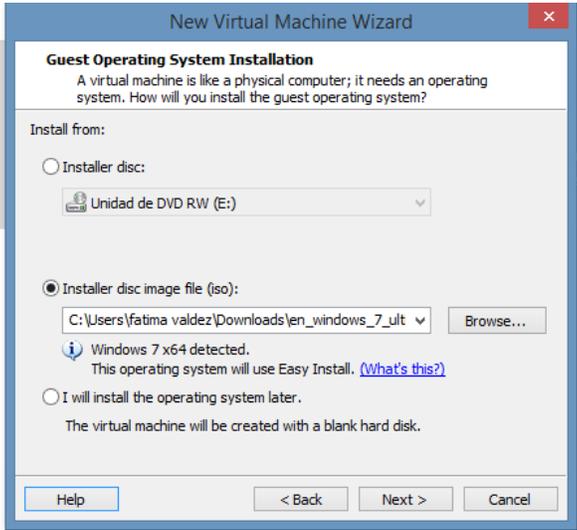


Figura A.7 Elección del “ISO” de Windows 7.

Se elige si se quiere tener un usuario y una contraseña al entrar, se ingresa licencia del Windows que se desea.

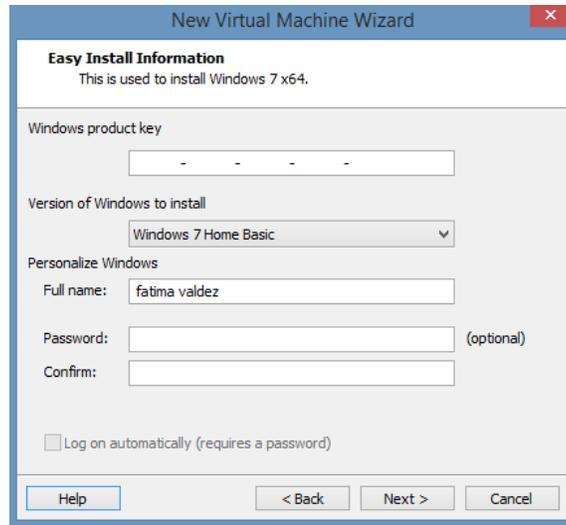


Figura A.8 Características de la máquina.

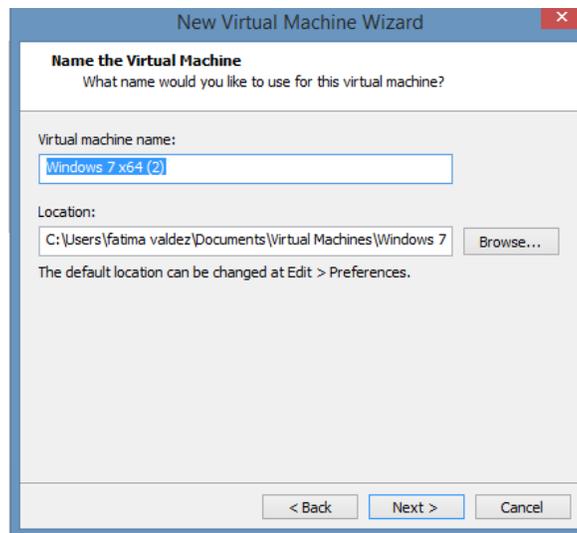


Figura A.9 Elección del nombre y la ubicación de la máquina.

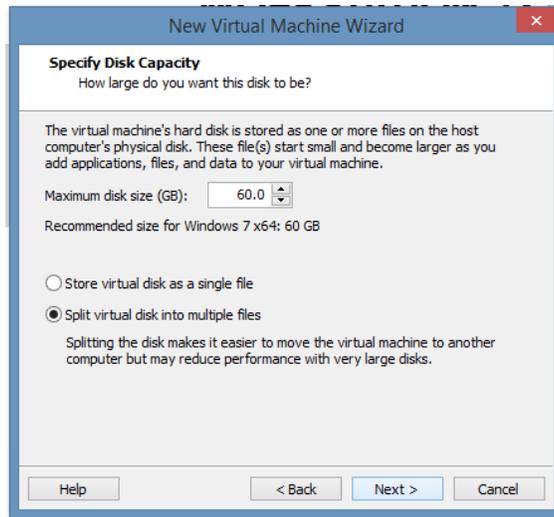


Figura A.10 Elección del espacio en disco duro.

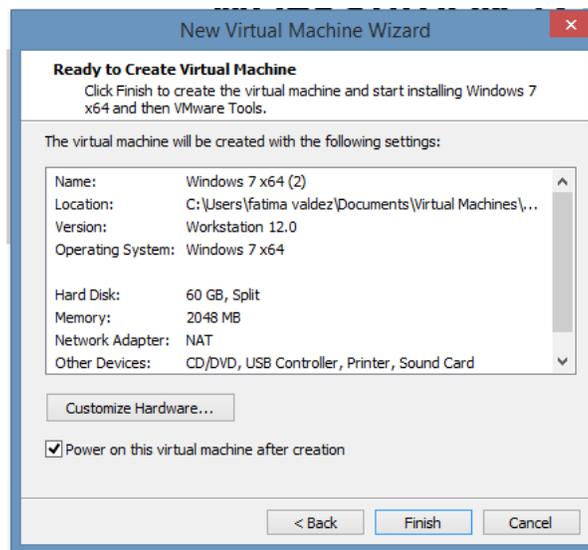


Figura A.11 Comprobación de los datos de la máquina virtual.

Glosario de términos

Banda ISM

ISM (Industrial, Scientific and Medical) son bandas reservadas internacionalmente para uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética en áreas industrial, científica y médica. En la actualidad estas bandas han sido popularizadas por su uso en comunicaciones WLAN (e.g. Wi-Fi) o WPAN (e.g. Bluetooth).

El uso de estas bandas de frecuencia está abierto a todo el mundo sin necesidad de licencia, respetando las regulaciones que limitan los niveles de potencia transmitida. Este hecho fuerza a que este tipo de comunicaciones tengan cierta tolerancia frente a errores y que utilicen mecanismos de protección contra interferencias, como técnicas de ensanchado de espectro. (Banda ISM definición, slideshare.net, 2019)

PAN

Se establece que las redes de área personal son una configuración básica llamada así mismo personal la cual está integrada por los dispositivos que están situados en el entorno personal y local del usuario, ya sea en la casa, trabajo, carro, parque, centro comercial, etc. Esta configuración le permite al usuario establecer una comunicación con estos dispositivos a la hora que sea de manera rápida y eficaz.

Actualmente existen diversas tecnologías que permiten su desarrollo, entre ellas se encuentran la tecnología inalámbrica Bluetooth o las tecnologías de infrarrojos. Sin embargo para su completo desarrollo es necesario que estas redes garanticen una seguridad de alto nivel, que sean altamente adaptables a diversos entornos, y que sean capaces de proporcionar una alta gama de servicios y aplicaciones, tanto aplicaciones que requieran una alta calidad multimedia como pueden ser la video conferencia, la televisión digital o los videojuegos, como aplicaciones de telecontrol que requieran anchos de banda muy bajos soportados sobre dispositivos de muy reducido tamaño. (Redes De Administración Personal, sites.google.com, s.f.)

PopOut

El término denomina a las ventanas que emergen automáticamente (generalmente sin que el usuario lo solicite). A menudo, las ventanas emergentes se utilizan con el objetivo de mostrar un aviso publicitario de manera intrusiva. Una técnica relacionada a esta es la denominada pop-under (que consiste en abrir de manera intempestiva nuevas ventanas que se sitúan detrás de la ventana en uso).

Los anuncios pop-under (como dicho anteriormente) son una variedad de lo que son los pop-up. Este abre una ventana nueva en el navegador, detrás de ventana activa. Los pop-unders interrumpen menos a los usuarios, pero no son vistos hasta que el usuario cierre las ventanas que está utilizando, haciendo que sea más difícil para el usuario determinar qué página web las abrió.

En ocasiones, la ventanas emergentes o pop-ups, activan nuevas ventanas, lo que puede dar lugar a un bucle infinito, sea intencionado o no.

Debido a que la publicidad en formato ventana emergente es considerada molesta por muchos usuarios, continuamente aparecen técnicas y programas que, bajo el nombre común de anti pop-ups o en inglés pop-up Killers o pop-up blocker, evitan la aparición de este tipo de ventanas emergentes. Desde 2004, algunos de los sitios web más importantes comenzaron a limitar el uso de las ventanas emergentes por considerarlas un formato publicitario demasiado intrusivo. Tal es el caso de MSN.

Actualmente, muchos navegadores de Internet incorporan un sistema que evita la aparición de ventanas emergentes no solicitadas. Para determinar si una ventana emergente ha sido solicitada o no, se suele usar un antiguo principio de la programación HTML, que dice que una ventana sólo debe abrirse mediante un clic y que un solo clic no debe abrir más de una ventana. (ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p22)

Referencia Funcional de ANT

En esta sección se proporciona una lista de la funcionalidad de ANT relacionada con su ubicación en ANTware II. (ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p22)

Panel de canales

El panel de canales contiene una ficha para cada canal.

Configuración obligatoria del canal

Los campos asignación de canal y ID en la Configuración de canal obligatorio no tienen valores predeterminados y deben configurarse antes de abrir un canal:

Mensajes de configuración: Asignar canal (incluyendo octeto de asignación extendida), Configurar ID de canal.

BASIC

La pestaña Básica contiene las funciones fundamentales a menudo utilizadas:

Mensajes solicitados: Obtener ID de canal, Obtener estado

Mensajes de configuración: Establezca el período de canal, Ajuste la frecuencia de RF.

Avanzado

La ficha Avanzado contiene las funciones avanzadas:

Mensaje de control: Abrir en modo Rx Scan.

Mensajes de configuración: Configurar Tx Power, Configurar tiempo de espera de búsqueda, Configurar tiempo de espera de búsqueda de baja prioridad. (ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p22)

Inc / Exc Lista

Esta pestaña contiene todas las funciones necesarias para configurar las listas de inclusión y exclusión:

Mensajes de configuración: ID List Add, ID List Config.

Serial

Esta pestaña contiene la interfaz de usuario para usar el dispositivo SN como ID del dispositivo

Serie: Establecer número de serie ID de canal (AT3 / C7). (ANT, ANTware II User's Guide, 2013, p22)

Freq / Prox

Esta pestaña contiene la interfaz de usuario relacionada con las funciones de agilidad de frecuencia y búsqueda de proximidad

Freq / Prox: Establecer búsqueda de proximidad, agilidad de frecuencia de configuración (AP2 / C7).

SDU (Actualización de Datos Selectivos)

Esta pestaña contiene la interfaz de usuario para habilitar las máscaras de actualización de datos selectivas definidas anteriormente

Mensajes de configuración: Establecer máscara de actualización de datos selectivos.

Cifrado

Esta pestaña contiene la interfaz de usuario relacionada con el uso de cifrado de un solo canal

Encryptación: Establecer el modo de cifrado, configurar lista negra / lista blanca.

Umbral RSSI

Umbral RSSI: establece el umbral de búsqueda RSSI (sólo ARCT).

Mensajería

El área de mensajería contiene funciones para controlar los datos enviados a través del canal RF.

Ficha de difusión

Esta pestaña permite al usuario configurar los datos que se enviarán como un mensaje de difusión. Cada mensaje posterior será incrementado en 1 cada período de canal. Los comandos recientes pueden ser reenviados usando el menú desplegable.

Mensaje de datos: Enviar datos de difusión.

Ficha reconocida

De forma similar, esta ficha permite al usuario especificar un mensaje reconocido. Al hacer clic en el botón "Enviar confirmación", (tal como se especifica en el campo de datos) será enviado por el aire y luego ANTware II seguirá enviando

los mensajes de difusión predeterminados. Los comandos recientes pueden ser reenviados usando el menú desplegable.

Mensaje de datos: Enviar datos reconocidos.

Ficha Burst

El usuario puede utilizar las funciones de esta ficha para enviar un mensaje de ráfaga. El usuario puede seleccionar enviar un número determinado de bytes producido por un contador, o enviar un archivo. Mensaje de datos: Enviar paquete de transferencia de ráfaga.

Ficha extendida

Esta pestaña permite al usuario enviar un mensaje utilizando mensajería extendida (para aplicaciones de modo de escaneo continuo). Por favor tenga en cuenta que los formatos de mensajes ampliados se admiten de forma diferente en diferentes partes de ANT. Consulte las hojas de datos y

ANT Protocolo de mensajes y el documento de uso de las capacidades y más detalles sobre formatos de mensaje extendido.

AT3: Mensaje de datos Ext: Enviar mensaje de difusión extendida.

AP2: Mensaje de datos: Enviar mensaje de difusión (formato extendido).

Ficha General

Se debe comprobar el 'Manage TX buffer' para que el usuario pueda controlar los datos. Si el "Contenido del búfer de visualización de cada TX" se comprueba, entonces los datos que se envían por el canal de RF aparecerán en la pantalla de realimentación. Si el 'Incremento pasado byte cada mensaje ', ANTware II incrementará la transmisión

Si se desean paquetes de datos reconocidos en cada período de canal, entonces seleccione el 'Send Ack cada evento TX'.

Simulación

El área de simulación contiene funciones para controlar las respuestas a los mensajes recibidos. Comprobación de la respuesta de envío automático a Recibidos "se utiliza en los dispositivos esclavos. Cuando se activa, el usuario también debe especificar:

El tipo de mensaje AntWare II debe responder a

El tipo de mensaje AntWare II debe responder con

AntWare II enviará el mensaje especificado al maestro en respuesta a cada mensaje (especificado) recibido.