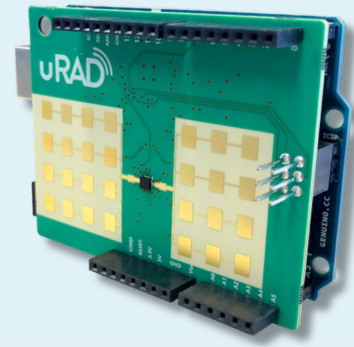




The power of RADAR, the power of YOU

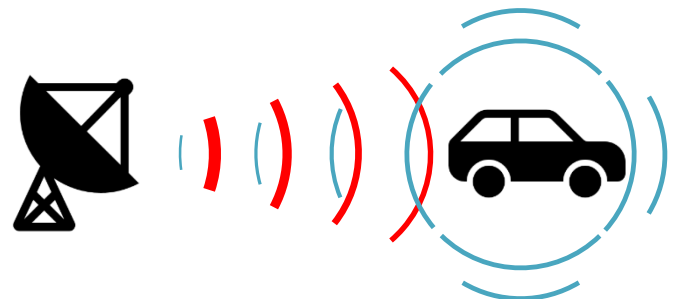


White paper tecnológico

“Universalizamos el uso de tecnología radar de altas prestaciones impulsando aplicaciones innovadoras”

Fundamentos tecnológicos de uRAD

El principio electromagnético sobre el que opera la tecnología radar es muy simple de entender. La antena emisora de un sistema radar emite una onda electromagnética en la dirección de interés. Si esta onda encuentra un objeto en su camino, se produce una reflexión difusa de la cuál una pequeña porción de la energía emitida vuelve al sistema radar. Esta señal “eco” tiene una diferencia en frecuencia que es utilizada para determinar la velocidad, distancia y/o dirección del objetivo reflejado en función de la complejidad de la arquitectura radar.



uRAD emite en una porción del espectro localizada en la banda K, entre 24 y 24.25 GHz, una banda de libre emisión designada para aplicaciones Industriales, Científicas y Médicas.

uRAD utiliza tecnología radar de microondas ya que ofrecer muchas ventajas en comparación a otras tecnologías de detección tales como LIDAR (láser), PIR (infrarrojos) o ultrasonidos. ● Best ● Good ● Weak

Características	uRAD	Infrarrojos	Ultrasonidos	Láser
Aplicabilidad	●	●	●	●
Resistencia a humedad, suciedad y temperatura	●	●	●	●
Detección de velocidad	●	●	●	●
Sensibilidad	●	●	●	●
Resolución	●	●	●	●
Capacidad de dirección	●	●	●	●
Medida de distancia	●	●	●	●
Penetración de materiales	●	●	●	●
Tamaño de la solución	●	●	●	●
Coste	●	●	●	●



Arquitectura de uRAD

uRAD mantiene para cada producto una arquitectura hardware similar que saca el mayor potencial a la tecnología radar, ofreciendo una solución de altas prestaciones donde cada parte ha sido cuidadosamente diseñada. Todo se fabrica en tecnología plana con el fin de ofrecer el producto más compacto, con menor consumo y más económico para cada aplicación.

En lo relativo a la parte de radiofrecuencia, se utilizan los mejores transceptores radar junto con arrays de antenas de transmisión y recepción que han sido específicamente diseñados. La mayoría de las soluciones utilizan una antena para transmisión y otra para recepción, sin embargo, se incluyen nuevas antenas cuando es necesario obtener resolución angular. uRAD pone especial atención en la parte analógica ya que incluye diversos filtros, amplificadores y otros circuitos integrados para el acondicionamiento de señal.

El núcleo es un potente microcontrolador. En su interior, uRAD marca la diferencia gracias a su excepcional procesado digital propio. Este MC sirve de interfaz con otras plataformas como Arduino, Raspberry Pi y otros MCUs donde se pueden encontrar múltiples protocolos de comunicación. uRAD proporciona control a estas plataformas de modo que el usuario puede programar uRAD de acuerdo a las aplicaciones deseadas. uRAD está alimentado externamente por un voltaje mínimo igual a 3.3 V.

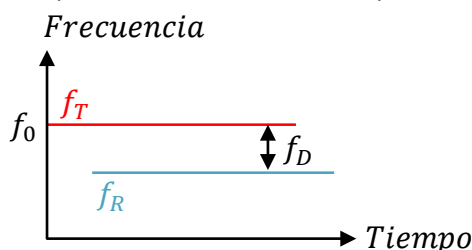


Modos de operación

La información que puede obtenerse está determinada principalmente por la onda transmitida. uRAD implementa diversos modos de operación que se corresponden con diferentes señales transmitidas.

- **Doppler – Onda Continua (CW)**

El radar transmite una señal de frecuencia constante f_T . La onda reflejada proporciona la misma frecuencia ($f_R = f_T$) si el objetivo reflejado está estático, o una diferencia en frecuencia f_D (frecuencia Doppler) proporcional a la velocidad radial del objetivo si este está en movimiento. La velocidad radial es la componente de la velocidad del objetivo que señala en la dirección que une el objetivo y el radar.



$$f_{Doppler} = f_T - f_R = \pm \frac{2f_0}{c} v_r$$

f_0 es la frecuencia emitida

c es la velocidad de la luz

Los signos *menos* y *más* indican si el objeto se acerca o se aleja del radar, respectivamente.

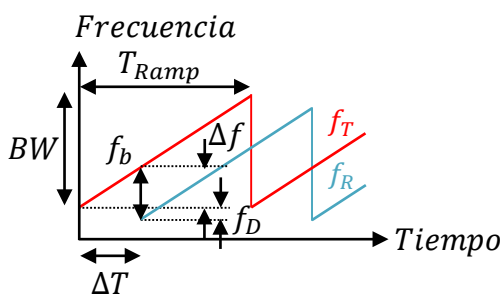


En la parte de recepción, la señal reflejada se mezcla con la señal transmitida con el fin de obtener su diferencia. Esta nueva señal es muestreada para obtener la información digital. A través de la FFT de esta señal, se obtiene la frecuencia Doppler, y se calcula la velocidad radial del objetivo.

Por medio de esta onda solo es posible detectar el objetivo y determinar cuál es su velocidad radial, pero no la distancia entre el radar y dicho objetivo.

- **Diente de sierra- Onda Continua Modulada en Frecuencia (FMCW)**

Un radar FMCW transmite una señal f_T que cambia su frecuencia con el tiempo. Por tanto, la señal de “eco” f_R es recibida con una diferencia en frecuencia Δf debido al retardo ocasionado por el tiempo de propagación ΔT . Además, si el objeto está en movimiento, la velocidad radial produce un desplazamiento adicional en frecuencia f_D debido al efecto Doppler. Por tanto, $f_T - f_R = f_b = \Delta f + f_D$. Δf contiene la información sobre la distancia R del radar al objetivo: $R = 2\Delta T/c$ donde c es la velocidad de la luz. En el caso de una señal diente de sierra:



$$\frac{BW}{T_{ramp}} = \frac{\Delta f}{\Delta T} \rightarrow R = \frac{c T_{ramp}}{2 BW} \Delta f$$

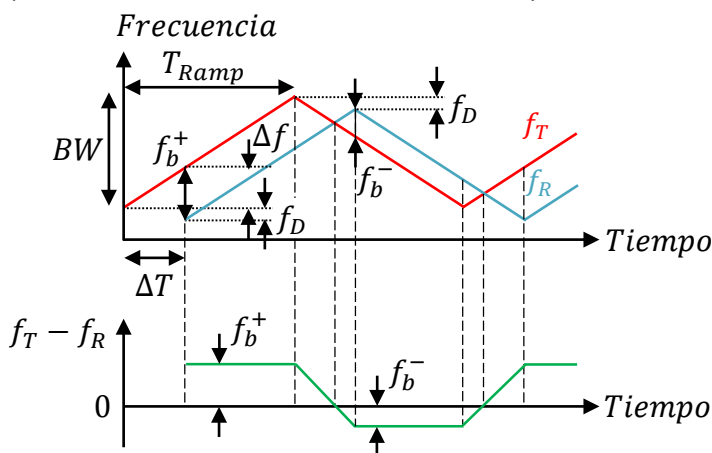
BW es el ancho de banda en frecuencia

T_{ramp} es la duración de la ramba

Sin embargo, en recepción no podemos medir Δf , medimos el desplazamiento total f_b . Por lo tanto, en un escenario estático podemos medir la distancia exacta a un objetivo porque $f_D = 0 \rightarrow R = \frac{c T_{ramp}}{2 BW} f_b$. Si el objetivo se mueve, no podemos separar Δf de f_b . Sin embargo, en la mayoría de casos prácticos, $\Delta f \gg f_b$ y podemos asumir que $R \approx \frac{c T_{ramp}}{2 BW} f_b$. Pero, sabemos que habrá un pequeño error en la distancia calculada debido a la velocidad radial. Con diente de sierra, podemos obtener la distancia pero no la velocidad del objetivo. Para calcular ambos parámetros necesitamos modulaciones más complejas como la triangular.

- **Triangular - FMCW**

Haciendo uso de una señal con forma de onda triangular es posible separar Δf de f_b ya que existen dos desplazamientos en frecuencia diferentes f_b^+ y f_b^- durante la rampa ascendente y descendente, respectivamente.



$$f_b^+ = \Delta f + f_D$$

$$f_b^- = \Delta f - f_D$$

$$\Delta f = \frac{f_b^+ + f_b^-}{2}$$

$$f_D = \frac{f_b^+ - f_b^-}{2}$$

Ahora, midiendo f_b^+ y f_b^- y a través de las ecuaciones previas, se obtiene: $R = \frac{c T_{ramp}}{2 BW} \Delta f$ y $v_r = \frac{c}{2 f_0} f_D$ de la ecuación del efecto Doppler, donde f_0 es la frecuencia central de transmisión. Por lo tanto, gracias a una señal de onda triangular es posible obtener la distancia y la velocidad del objetivo. Por otro lado, la desventaja de este modo de operación es la necesidad de un tiempo de adquisición doble y un procesamiento de datos más complejo que puede reducir la tasa de refresco. Además de estos modos, uRAD implementa señales de onda adicionales más complejas basadas en la triangular con el objetivo de mejorar la detección y reducir los objetos fantasma.



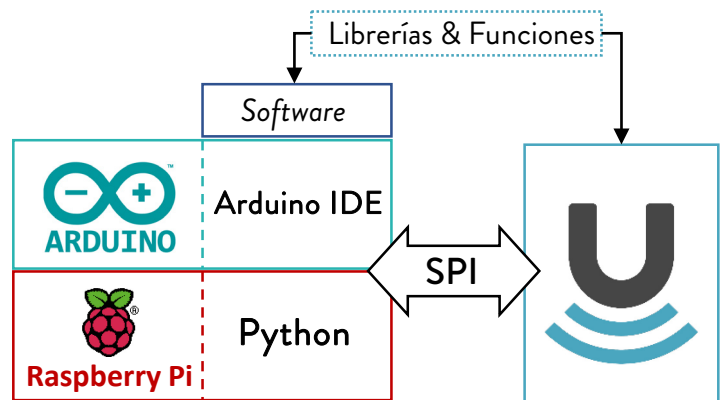
uRAD utiliza generadores de onda de altas prestaciones para producir las formas de onda Doppler y FMCW en sus soluciones radar y permitir al usuario seleccionar el modo más conveniente para cada solución particular. La siguiente tabla recoge las ventajas y desventajas de cada modo de operación.

Características	Doppler	Diente de sierra	Triangular
Medida velocidad	Sí	No	Sí
Medida distancia	No	Sí	Sí
Precisión	La mejor	Alta	La mejor
Complejidad	Baja	Media	Alta
Tasa de refresco	La mejor	Muy alta	Alta

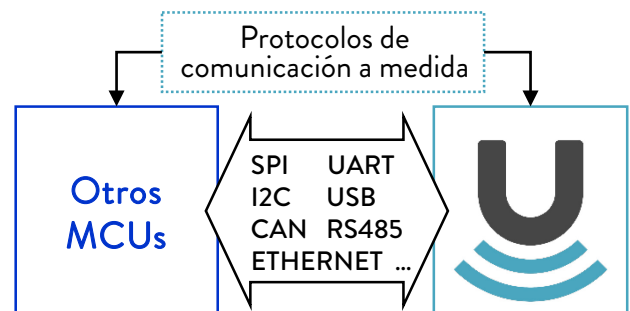
Interfaz de Usuario

uRAD permite al usuario final tener control sobre la configuración y adquisición de datos del hardware. uRAD ofrece dos tipos de soluciones.

Productos uRAD shield: Las plataformas seleccionadas para la interfaz de Usuario son Arduino y Raspberry Pi. La comunicación con ambas plataformas se hace mediante la interfaz de comunicación SPI. uRAD ha creado librerías y funciones específicas en Arduino IDE y Python para facilitar la programación. Por ejemplo, para ambas plataformas, solamente se necesitan dos funciones simples incluidas en el código: una de ellas para configurar tu shield y la otra para adquirir los datos.



Soluciones a medida uRAD: El hardware de uRAD es capaz de comunicarse con una amplia variedad de interfaces por medio de conectores físicos que pueden ser elegidos por el usuario. uRAD también implementa protocolos de comunicación acordes a las necesidades del usuario con el fin de facilitar la integración con sistemas mayores o aligerar el intercambio de datos.



Advertencias

Los productos de uRAD no deben ser utilizados para ninguna aplicación o en ningún componente utilizado en equipos para el soporte vital, o para operar en instalaciones nucleares, o para su uso en otras aplicaciones o componentes de misiones críticas donde la vida humana o la propiedad puedan estar en juego.

Información Adicional

Para más información sobre la tecnología, nuestros productos, las aplicaciones de nuestros productos, los términos y condiciones de entrega y/o los precios, contacta con nosotros a través de contact@urad.es o visítanos en www.urad.es.

© 2018 Anteral S.L.

+34 948 488458
Calle Tajonar 22
31006 Pamplona
Navarra, SPAIN