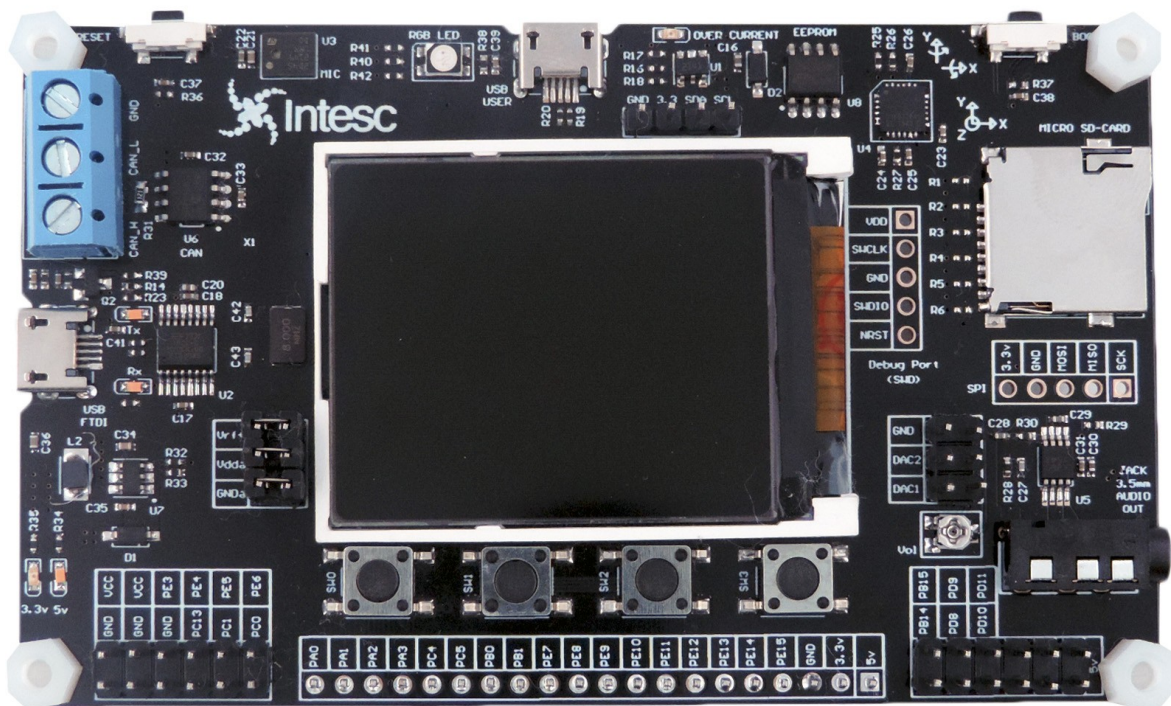


OPHYRA

Diseñada con ARM



Contenido

1. Introducción.....	4
2. Características Principales.....	5
2.2 Microcontrolador.....	5
2.3 Puerto COM virtual.....	5
2.4 Fuentes de alimentación.....	5
2.5 Acelerómetro + Giroscopio.....	5
2.6 Micrófono digital.....	5
2.7 Amplificador de Audio.....	6
2.8 Memoria EEPROM.....	6
2.9 Conector de tarjeta SD.....	6
2.10 Transceptor de CAN.....	6
2.11 Pulsadores táctiles.....	6
2.12 Indicadores LED.....	6
2.13 Puerto USB-OTG-FS.....	6
2.14 Puertos de expansión.....	7
2.15 Pantalla TFT.....	7
3. Diagrama de Bloques.....	8
4. Diseño y disposición física de la tarjeta.....	9
5. Puertos de propósito general y su configuración (GPIOs).....	10
5.1 Características comunes de los GPIO en la arquitectura del STM32F407VG.....	10
6. Bus SDIO para la Micro SD.....	12
7. Amplificador de audio.....	13
8. Bus de datos CAN.....	14
9. Bus de datos USB-OTG.....	15
10. Bus de datos I2C.....	16
11. Bus de datos I2S.....	17
12. Bus de datos del Puerto COM.....	18
13. Pulsadores.....	19

14.	LED-RGB.....	20
15.	Pantalla TFT.....	21
16.	Puerto para depuración (Debug Port SWD).....	22
17.	Conector de alimentación para el sistema analógico del microcontrolador.....	23
18.	Puertos de expansión.....	24
18.1	Puerto de expansión CN1.....	24
18.2	Puerto de expansión CN2.....	25
18.3	Puerto de expansión CN3.....	25
19.	Herramientas para desarrollo.....	26
19.1	Entornos de programación.....	26
19.2	Sistemas operativos.....	26
20.	Configurador de Proyectos.....	27
21.	Sistemas depuradores.....	28
22.	Bootloader.....	28
23.	Historial de revisión de especificaciones.....	29
24.	Historial de revisión de hardware.....	30

1. Introducción.

Ophyra* es la plataforma de desarrollo concebida para proyectos electrónicos de alto desempeño, diseñada y construida por Intesc Electronics & Embedded. **Ophyra** está dirigida a ingenieros, desarrolladores, investigadores y entusiastas de los sistemas embebidos. Diseñada con el microcontrolador STM32F407VGT6 de STMicroelectronics uno de los fabricantes de semiconductores líderes de la industria. Este microcontrolador integra un ARM Cortex-M4® que ofrece características especiales que harán que tus proyectos se realicen en un corto tiempo y de forma fácil.

La potencia de cómputo de los procesadores ARM es bien conocida en todo el mundo. Desde 2009, el 90% de todos los procesadores de 32 bits son ARM. Éstos se utilizan ampliamente en electrónica de consumo: tabletas, teléfonos inteligentes, videoconsolas portátiles, calculadoras, reproductores digitales de música, sistemas de control automotriz, sistemas de control industrial como los PLCs, entre otras aplicaciones. En particular, el microcontrolador de **Ophyra** cuenta con una Unidad de Punto Flotante (FPU) e integra un set de instrucciones orientados a DSP. La velocidad del reloj principal de Ophyra es 168Mhz y cuenta con una serie de dispositivos periféricos que te permitirán explorar toda la capacidad de procesamiento de este microcontrolador.

*Se pronuncia: Ofira.

2. Características Principales.

El sistema de desarrollo **Ophyra** ofrece los siguientes recursos:

2.2 Microcontrolador.

- STM32F407VGT6/168Mhz.
- Núcleo de 32-bit ARM Cortex®-M4.
- Unidad de punto flotante (FPU).
- 1-Mbyte de memoria Flash.
- 192-Kbyte de memoria RAM.
- Empaquetado LQFP100.

2.3 Puerto COM virtual.

- FTDI: FT230XS.
- Interfaz de transferencia de datos USB a serial.
- Velocidad de transferencia de hasta 3M baudios.

2.4 Fuentes de alimentación.

- Fuente Principal: 5v desde el puerto USB FTDI (consumo limitado a 500mA).
- Fuente Secundaria: 3.3v habilitada por la fuente principal.

NOTA: La fuente que provee Ophyra de 5V provienen directamente del puerto USB del equipo de cómputo. Extrema precaución al conectar dispositivos externos a dicha fuente.

2.5 Acelerómetro + Giroscopio.

- MPU-6050: Interfaz I2C
- Acelerómetro: 3 ejes con rango de $\pm 2g$, $\pm 4g$, $\pm 8g$ and $\pm 16g$.
- Giroscopio: 3 ejes con rango de ± 250 , ± 500 , ± 1000 , and $\pm 2000^\circ/\text{sec}$.
- Servicio de diagnóstico por interrupción.
- Sensor de temperatura para compensación de deriva.
- Filtro pasa baja programable.

2.6 Micrófono digital.

- MP45DT02: Interfaz I2S.
- Sensibilidad omnidireccional.
- Formato de salida: PDM (single-bit output).
- Punto de sobrecarga acústica a 120 dBSPL.

2.7 Amplificador de Audio.

- TS4990IST.
- 1.2W con una carga máxima de 8 Ohms.
- Opción configurable de STANDBY.
- Salida a Jack de 3.5mm.

2.8 Memoria EEPROM.

- M24C32: Interfaz I2C.
- 4Kbyte de EEPROM.
- Tamaño de página: 32bytes.
- Tiempo de escritura de página: 5 ms.

2.9 Conector de tarjeta SD.

- Micro SD: Interfaz SDIO de 4 bits.
- Detección de tarjeta.

2.10 Transceptor de CAN.

- MCP2562.
- Hasta 112 nodos pueden ser conectados.
- Opción configurable de STANDBY.
- Transferencia superior a 1Mb/s.

2.11 Pulsadores táctiles.

- Sw1, Sw2, Sw3 y Sw4: disponibles como de propósito general para el usuario.
- Reinicio de sistema: RESET.
- Actualización de software: BOOT.

2.12 Indicadores LED.

- LED 5v: Fuente de 5v habilitada.
- LED 3.3v: Fuente de 3.3v habilitada.
- LED Rx/Tx: Indicadores de transmisión y recepción de datos en el puerto COM.
- LED Over Current: Indica un exceso consumo de corriente en el puerto USB USER.
- LED RGB: disponible como de propósito general para el usuario.

2.13 Puerto USB-OTG-FS.

- Puerto USB Full Speed 12Mbits/seg.
- Puerto de voltaje (Vbus) que puede alimentar a un dispositivo en modo host.
- Indicador de cortocircuito.

2.14 Puertos de expansión.

- **Depuración.**
 - Tipo de depurador: SWD (Serial Wire Debug).
 - Con opción para reiniciar (reset) el microcontrolador.
- **Voltajes analógicos.**
 - Jumper de voltaje de referencia externo.
 - Jumper de voltaje analógico.
 - Jumper para el módulo analógico.
- **Salida de DAC.**
 - Jumper para conectar la salida del DAC al amplificador de audio.
- **Puertos E/S.**
 - Estos puertos están conectadas directamente a los GPIO del microcontrolador. Están disponibles 34 pines de puertos GPIO.
- **Puerto SPI.**
 - Puerto destinado para conectar un dispositivo SPI.

2.15 Pantalla TFT.

- **Interfaz de comunicación SPI.**
- **128 * 160 pixeles.**
- **Control de retroiluminación mediante microcontrolador.**

- **1.8 pulgadas en diagonal.**

3. Diagrama de Bloques.

En la imagen 1 se muestra la representación en diagrama de bloques del sistema Ophyra.

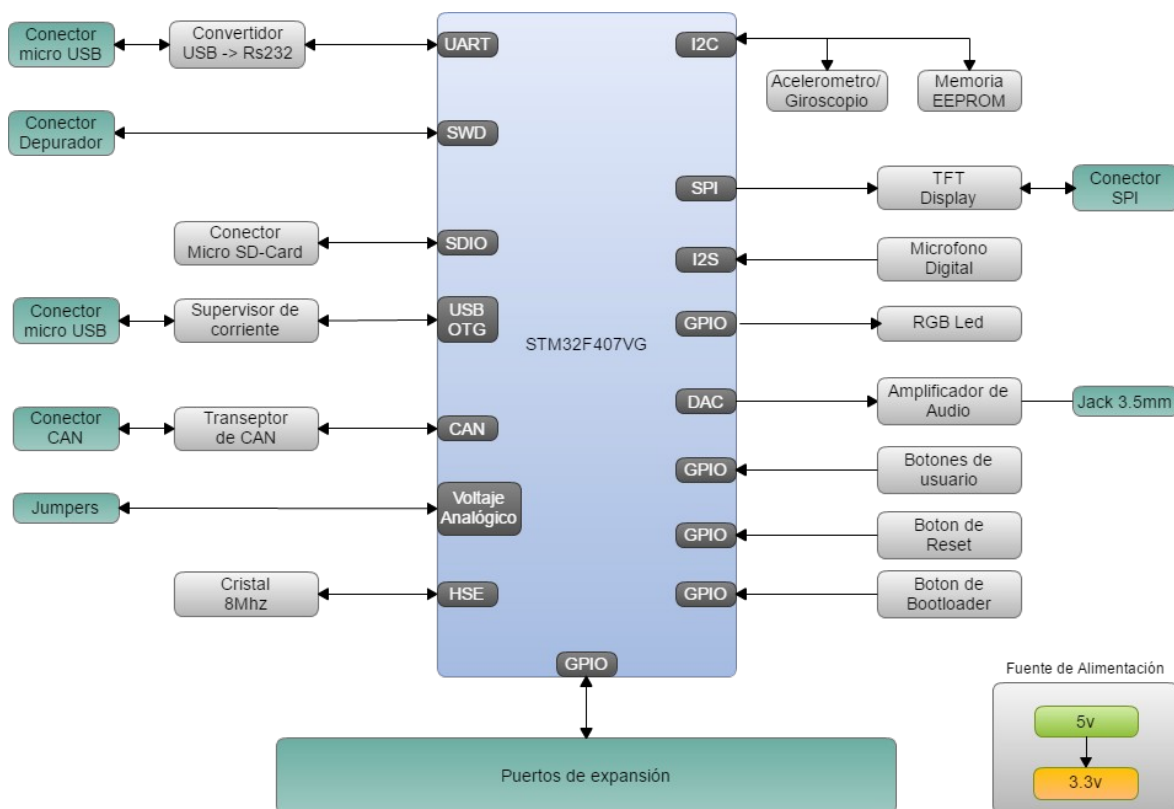


Imagen 1. Diagrama de bloques del sistema Ophyra.

4. Diseño y disposición física de la tarjeta.

El sistema **Ophyra** es diseñada sobre una placa PCB de cuatro capas de dimensiones reducidas de 6 x 10 cm. En la imagen 2 se muestra la distribución de los componentes del sistema Ophyra. Así mismo se muestran la distribución de pines del microcontrolador STM32F407VG para una rápida ubicación.

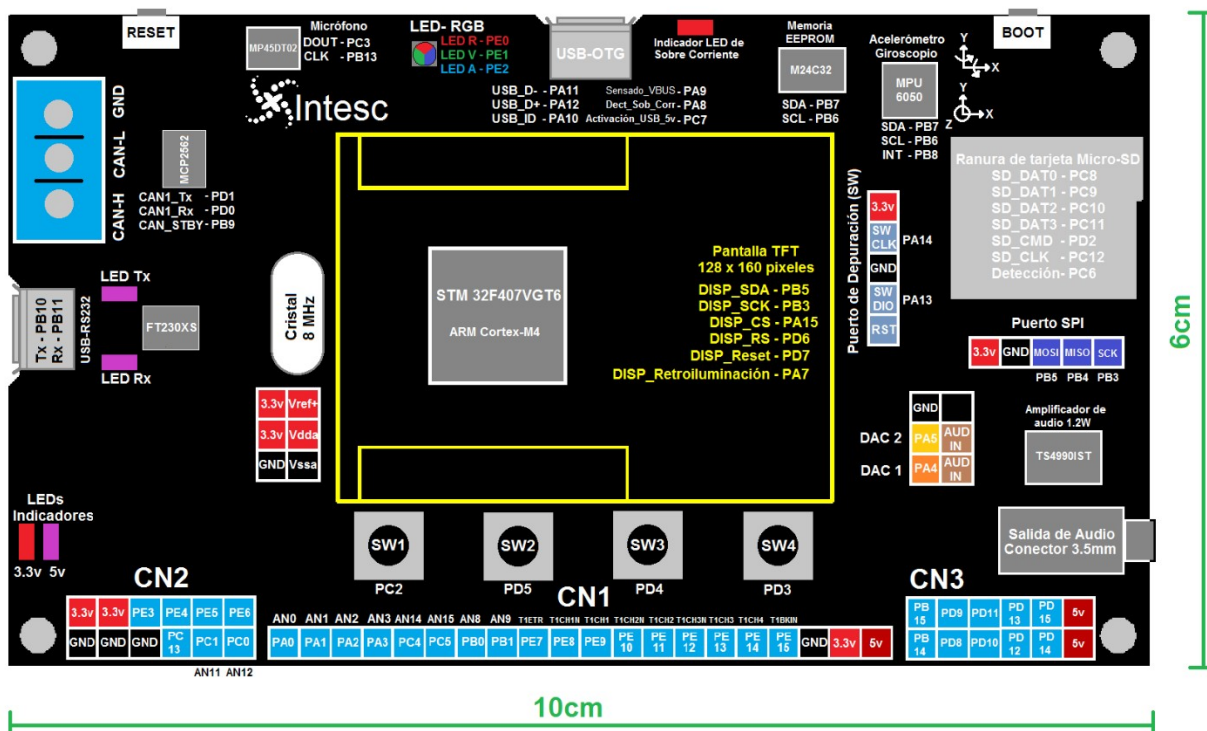


Imagen 1. Diseño y distribución física de los componentes de Ophyra.

5. Puertos de propósito general y su configuración (GPIOs).

5.1 Características comunes de los GPIO en la arquitectura del STM32F407VG.

Un puerto de propósito general o GPIO (General Purpose Input/Output, Entrada/Salida de Propósito General) es un pin genérico en un chip, cuyo comportamiento puede ser controlado por el usuario en tiempo de ejecución.

Cada uno de los pines GPIO puede ser configurado por software como salida (push-pull, open-drain, pull-up o pull-down), como entrada (flotante, pull-up o pull-down) o como función alternativa periférica. La mayoría de los GPIO se comparten con dispositivos digitales, analógicos o funciones alternativas. Todos los GPIOs son de alta corriente (20mA) y tienen selección de velocidad para manejar el ruido interno, el consumo de energía y las emisiones electromagnéticas.

La configuración de E/S se puede bloquearse si es necesario siguiendo una secuencia específica para evitar escritura errónea en los registros de E/S.

Los pines de E/S pueden configurarse como de alta velocidad permitiendo una conmutación máxima de E/S de hasta 84 MHz.

La mayoría de los GPIO son tolerantes a 5v, excepto si están en modo analógico o son pines de oscilador, que en estos casos se recomienda un voltaje de entrada de 3.3v como máximo. (Para mayor información consultar el documento DM00037051 de STMicroelectronics, en la sección: Pinouts and Description).

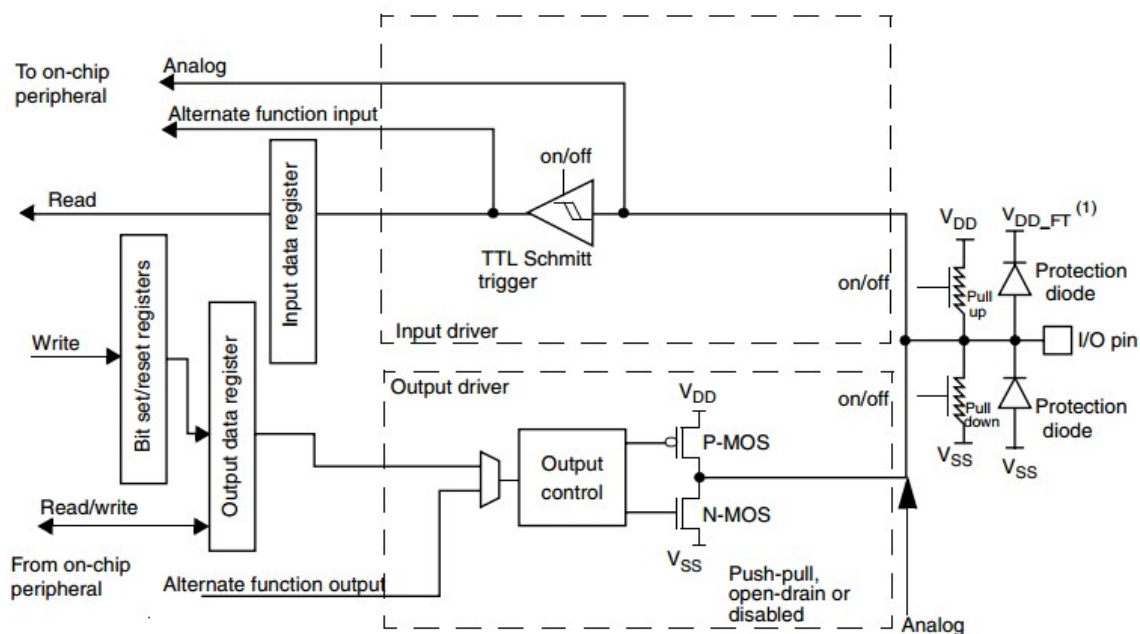


Imagen 2. Estructura básica de un GPIO.

A continuación se describe el propósito y la interconexión de cada pin del microcontrolador STM32F407VG hacia los diferentes periféricos implementados en el sistema Ophyra.

6. Bus SDIO para la Micro SD.

Las memorias micro SD son comúnmente por dispositivos portátiles, por su gran capacidad y su reducido tamaño, debido a su gran demanda son fáciles de conseguir en diferentes capacidades. El bus SDIO proporciona una interfaz entre el microcontrolador y las tarjetas de memoria SD.

Ophyra cuenta con una ranura para tarjetas de memoria micro SD, además cuenta con el hardware necesario para utilizar este dispositivo sin la necesidad de componentes externos.

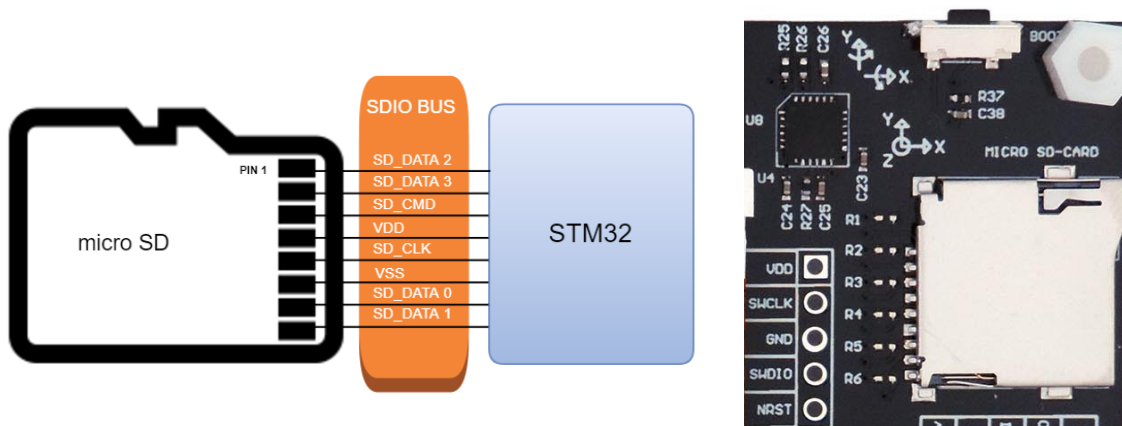


Tabla 1 Disposición de los pines del microcontrolador hacia la ranura micro SD.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
SD_DATA 0	PC8	SDIO DATA 0	Línea de datos 0.
SD_DATA 1	PC9	SDIO DATA 1	Línea de datos 1.
SD_DATA 2	PC10	SDIO DATA 2	Línea de datos 2.
SD_DATA 3	PC11	SDIO DATA 3	Línea de datos 3.
SD_CMD	PD2	SDIO CMD	Línea de comandos.
SD_CLK	PC12	SDIO CLK	Línea de reloj.
SD_Detect	PC6	GPIO_input	GPIO para detección de la tarjeta.

Nota: Las especificaciones del sistema de tarjetas de SD I/O están disponibles a través del sitio web de la asociación SD cardAssociation en <http://www.sdcard.org>

7. Amplificador de audio.

El módulo DAC es un convertidor digital a analógico de salida de tensión de 12 bits. El DAC tiene dos canales de salida que se han conectado a un amplificador con la finalidad de reproducir audio a través de este sistema. Gracias a la flexibilidad que ofrece Ophyra, es posible desconectar el amplificador del DAC para propósitos distintos a los antes mencionados.

El amplificador de audio cuenta con un potenciómetro que regula la ganancia de salida. El usuario puede ajustar la potencia de salida en caso de ser necesario.

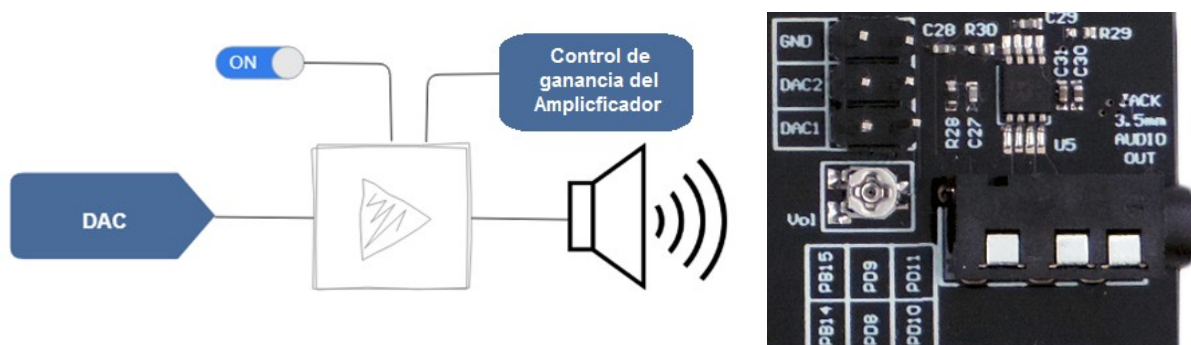


Tabla 2. Disposición de los pines del DAC del microcontrolador hacia el amplificador de Audio.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
AMP_ENABLE	PA6	GPIO_output	GPIO de habilitación del amplificador.
DAC_1	PA4	DAC_OUT1	Salida Analógica no. 1
DAC_2	PA5	DAC_OUT2	Salida Analógica no. 2

Nota: El amplificador de audio puede ser conectado a cualquiera de las dos salidas analógicas mediante los conectores DAC1 y DAC2 pero nunca al mismo tiempo.

8. Bus de datos CAN.

Este protocolo de comunicaciones desarrollado por la firma alemana Bosch actualmente se ha implantado en numerosas aplicaciones en la industria automotriz, aeronáutica e incluso en sistemas marítimos.

El protocolo de comunicaciones CAN proporciona los siguientes beneficios:

Ofrece alta inmunidad a las interferencias eléctricas, habilidad para el autodiagnóstico y la reparación de errores de datos.

Capacidad de priorizar los mensajes. Un mensaje importante adelantará a otros de menor importancia.

El sistema delega funciones en otros subsistemas permitiendo mayor velocidad para el procesador principal.

Al ser una red multiplexada, reduce considerablemente el cableado y elimina las conexiones punto a punto.

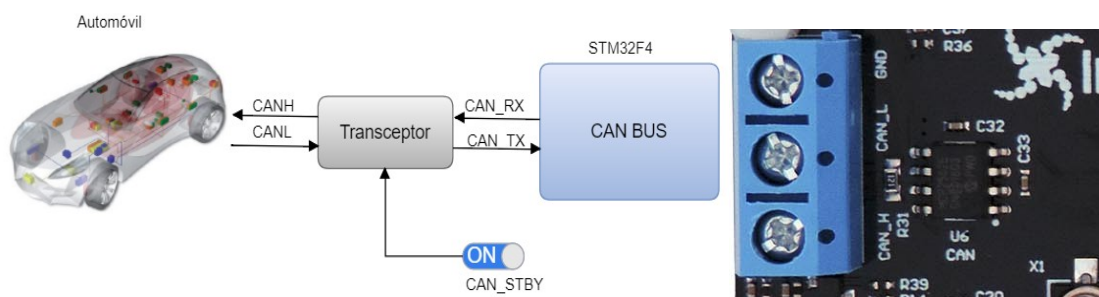


Tabla 3 Disposición de los pines del microcontrolador hacia el transceptor de CAN.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
CAN_RXD	PD1	CAN_RX	Recepción de datos.
CAN_TXD	PD0	CAN_TX	Transmisión de datos.
CAN_STBY	PB9	GPIO_output	GPIO de habilitación del transceptor.

Nota: La salida del transceptor está ruteada a un conector de CAN que consta de tres polos: CAN_H, CAN_L y GND.

9. Bus de datos USB-OTG.

El puerto USB-OTG (On-The-Go), es una extensión del USB 2.0, que permite a los dispositivos con conectores USB, más flexibilidad en la gestión de dicha conexión. Los dispositivos compatibles con OTG son capaces de abrir una sesión, controlar la conexión e intercambiar las funciones maestro/esclavo; ya sea una cámara digital, un pendrive, un módem USB, un teclado, un ratón, etc.

Para ello, la norma USB-OTG introduce dos nuevos protocolos:

El protocolo SRP (*Session Request Protocol*: protocolo de solicitud de sesión).

El protocolo HNP (*Host Negotiation Protocol*: protocolo de negociación de host).

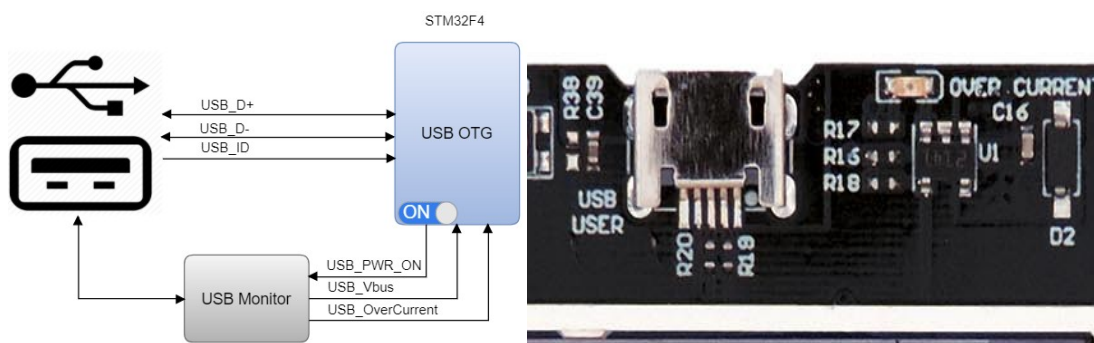


Tabla 4 Disposición de los pines del microcontrolador del puerto USB-OTG.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
USB_D+	PA12	USB_OTG_FS_DP	Señal positiva de datos.
USB_D-	PA11	USB_OTG_FS_DM	Señal negativa de datos.
USB_ID	PA10	USB_OTG_FS_ID	Identificación del rol del dispositivo.
USB_PWR_ON	PC7	GPIO_output	Habilitación de energía en el Puerto USB.
USB_Vbus	PA9	USB_OTG_FS_VBUS	Identificación de voltaje en el puerto USB.
USB_OverCurrent	PA8	GPIO_input	Detección de consumo mayor a 500mA en el puerto USB.

10. Bus de datos I2C.

Debido a la gran cantidad de sensores que utilizan el protocolo de comunicación síncrona I2C, Ophyra cuenta con un puerto para conectar dispositivos que utilicen dicho protocolo. Además se agregaron dos dispositivos conectados mediante este bus al microcontrolador:

El MPU-6050 que tiene integrado un giroscopio de 3 ejes y un acelerómetro de 3 ejes.

Memoria no volátil EEPROM de 4kbyte.

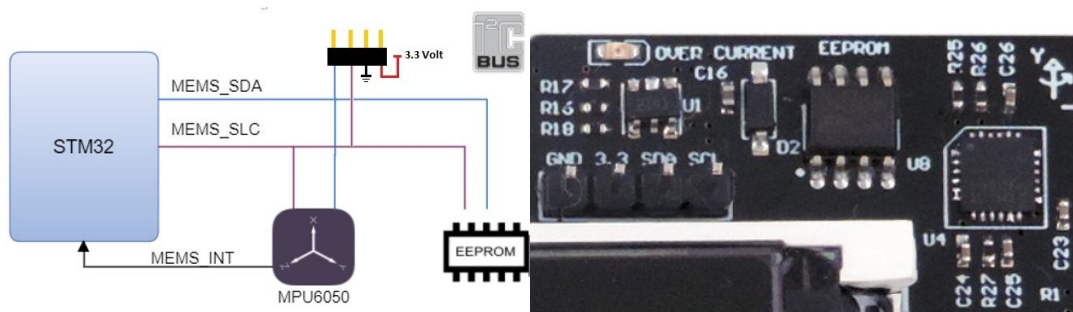


Tabla 5 Disposición de los pines del microcontrolador hacia la memoria EEPROM.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
MEMS_SDA	PB7	I2C1_SDA	Línea de Datos.
MEMS_SLC	PB6	I2C1_SCL	Línea de Reloj.
MEMS_INT	PB8	GPIO_input	Detección de interrupción del MPU6050.

Los dispositivos conectados al bus de datos tienen configurado por hardware sus ID de esclavos como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Identificación y dirección de los dispositivos periféricos.

Dispositivo	Descripción	ID
MPU6050	Acelerómetro/ Giroscopio	0x68
M24C32	Memoria EEPROM	0xA0

11. Bus de datos I2S.

Conocido también como “*Inter-IC Sound, Integrated Interchip Sound*”, es un estándar eléctrico de bus serial usado para interconectar circuitos de audio digital.

Como complemento al sistema de audio, se integró un micrófono digital MP45DT02-PDM, que se comunica con el microcontrolador, mediante este bus.

El bus consiste de al menos tres líneas:

La línea de reloj.

La línea de selección de palabra WS.

Una línea de datos multiplexados

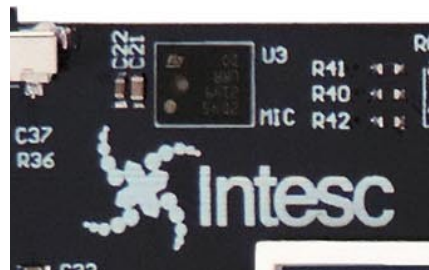
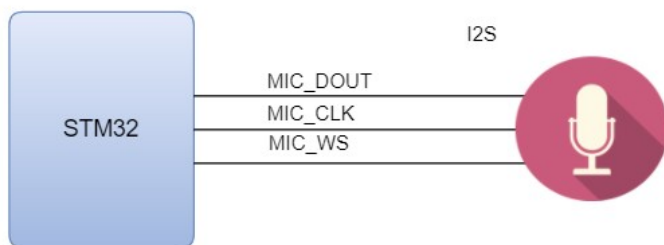


Tabla 7 Disposición de los pines del microcontrolador hacia el micrófono.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
MIC_DOUT	PC3	I2S2_SD	Línea de datos multiplexados
MIC_CLK	PB13	I2S2_CK	Línea de reloj.
MIC_WS (LR)	GND	I2S2_WS	Canal izquierdo seleccionado.

12. Bus de datos del Puerto COM.

Cuando queremos datos de intercambio entre dos dispositivos, tenemos dos alternativas:

Podemos transmitirlo en paralelo, es decir, usando un número dado de líneas de comunicación igual al tamaño de cada palabra de datos (por ejemplo, ocho líneas independientes para una palabra hecha de ocho bits).

O podemos transmitir cada bit que constituye nuestra palabra uno por uno.

Un UART / USART es un dispositivo que traduce una secuencia paralela de bits (por lo general agrupados en un byte) en un flujo continuo de señales fluyendo en un solo cable.

Para aumentar la flexibilidad de este puerto, Ophyra cuenta con un transceptor FTDI que facilita la conexión a un puerto USB de la PC.

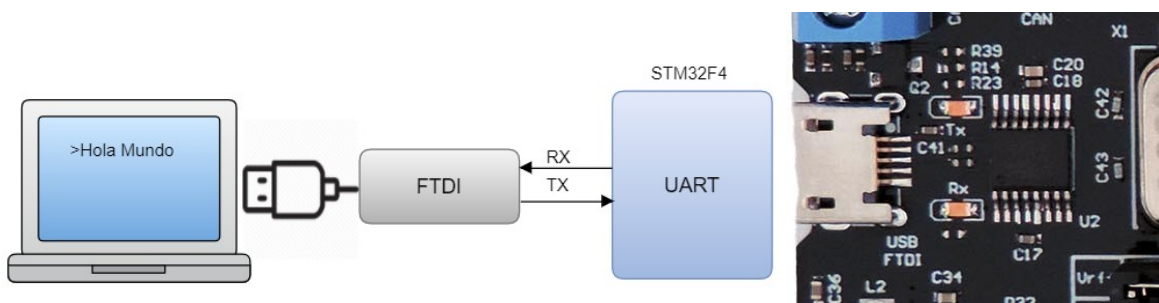


Tabla 8 Disposición de los pines del microcontrolador hacia el transceptor FTDI.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
COM_TXD	PB11	USART3_TX	Línea de transmisión de datos.
COM_RXD	PB10	USART3_RX	Línea de recepción de datos.

13. Pulsadores.

Ophyra cuenta con seis pulsadores, de los cuales Reset y Boot son dedicados para el sistema. Los cuatro pulsadores restantes son de propósito general para el usuario, dichos pulsadores son de configuración normalmente abiertos.



Tabla 9 Disposición de los pines del microcontrolador hacia los pulsadores.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
Reset	NRST	—	Reinicia el microcontrolador.
Boot	Boot0	—	Fuerza el microcontrolador a entrar en modo Bootloader; si se mantiene presionado durante un reinicio.
SW0	PC2	GPIO_input	Detecta el nivel lógico del botón sw0.
SW1	PD5	GPIO_input	Detecta el nivel lógico del botón sw1.
SW2	PD4	GPIO_input	Detecta el nivel lógico del botón sw2.
SW3	PD3	GPIO_input	Detecta el nivel lógico del botón sw3.

Nota: Al presionar los botones SW0, SW1, SW2 y SW3 estos se conectan a GND, mientras que, cuando son liberados, su salida queda en un estado flotante; por lo que los GPIO del microcontrolador conectados a los pulsadores, deben ser configurados habilitando la resistencias de pull-up del microcontrolador.

14. LED-RGB.

Los LED son dispositivos emisores de luz que se han vuelto esenciales en casi cualquier aplicación electrónica. Una de las aplicaciones más comunes que tienen es observar salidas digitales. Ophyra cuenta con un led RGB de propósito general, conectado al microcontrolador en configuración de ánodo común.



Tabla 10 Disposición de los pines del microcontrolador hacia el LED-RGB.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
LED Rojo	PE0	GPIO_output	Controla el encendido del led rojo.
LED Verde	PE1	GPIO_output	Controla el encendido del led verde.
LED Azul	PE2	GPIO_output	Controla el encendido del led azul.

Nota: Es recomendable configurar los pines conectados al LED-RGB como drenador-abierto u open-drain.

15. Pantalla TFT.

Las pantallas TFT (Thin-Film Transistor) son pantallas LCD de matriz activa con pantallas de color RGB. Estas pantallas exhiben colores brillantes y vivos y tienen la capacidad de mostrar animaciones, gráficos y fuentes personalizadas. La pantalla instalada en Ophyra cuenta con un bus de transmisión serial SPI, para enviar los datos de tipo RGB desde el microcontrolador hasta la pantalla, además de un GPIO dedicado para controlar la retroiluminación LED del dispositivo.

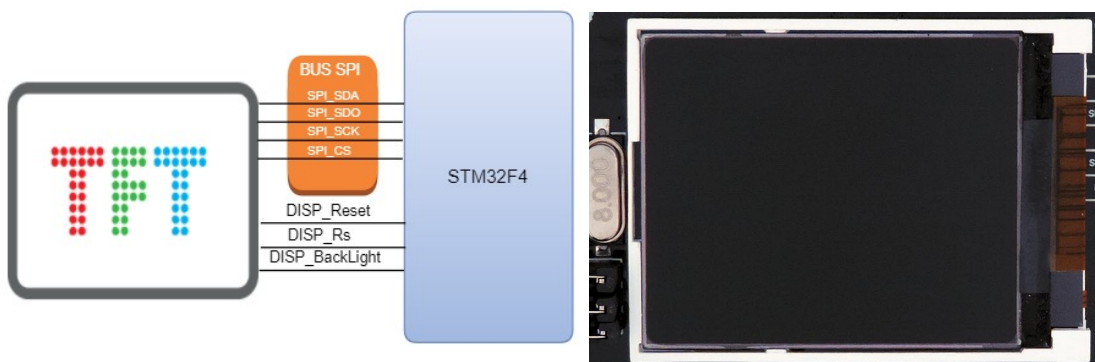


Tabla 11 Disposición de los pines del microcontrolador hacia la pantalla TFT.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
DISP_Reset	PD7	GPIO_Ouput	Reinicio del controlador TFT.
DISP_RS	PD6	GPIO_Ouput	Selección de registro.
DISP_BackLight	PA7	TIM14_CH1	PWM designado para controlar la luz de fondo del display.
SPI_SDA	PB5	SPI1_MOSI	Línea de transmisión de datos.
SPI_SDO	PB4	SPI1_MISO	Línea de recepción de datos.
SPI_SCK	PB3	SPI1_SCK	Línea de reloj.
SPI_CS	PA15	SPI1_NSS	Selector de dispositivo esclavo.

Nota: El puerto SPI está compartido con el conector designado con el mismo nombre, con la finalidad de poder conectar otros dispositivos sobre el mismo bus.

16. Puerto para depuración (Debug Port SWD).

Este puerto permite conectar a Ophyra a cualquier herramienta de depuración que soporte el protocolo SWD. La depuración de programas es el proceso de identificar y corregir errores de programación. En inglés se conoce como debugging, porque se asemeja a la eliminación de bichos (bugs), manera en que se conoce informalmente a los errores de programación. Este puerto permite ejecutar un programa y observar el comportamiento de los registros internos del microcontrolador en tiempo real.

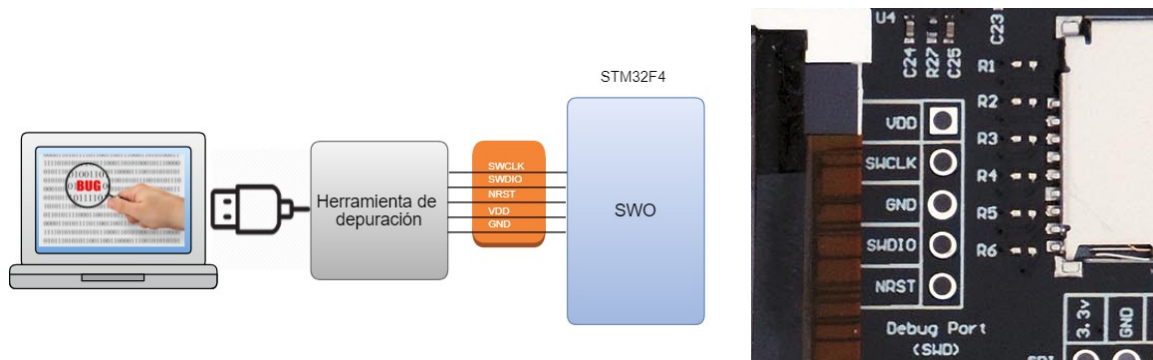


Tabla 12 Disposición de los pines del microcontrolador hacia el puerto de depuración.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
SWCLK	PA14	SYS_JTCK-SWCLK	Línea de reloj para el depurador.
SWDIO	PA13	SYS_JTCK-SWDIO	Línea de datos de entrada y salida para el depurador.
NRST	NRST	—	Reinicia el microcontrolador.
VDD	—	3.3v	Voltaje de la tarjeta.
GND	—	0v	Voltaje de referencia de la tarjeta.

Nota: Para poder utilizar el depurador es necesario un dispositivo externo, que sea compatible con el protocolo SWD o en su defecto el depurador ST link de la empresa STMicroelectronics.

17. Conector de alimentación para el sistema analógico del microcontrolador.

Ophyra cuenta con tres jumpers para configurar los voltajes de referencia de los sistemas de ADC y DAC, con la finalidad de que el usuario pueda configurar dichas referencias de acuerdo a las necesidades de sus proyectos. Para mayor información acerca de esta característica por favor consulte el documento de la hoja de datos del microcontrolador (DM00037051 sección 5.3.21).

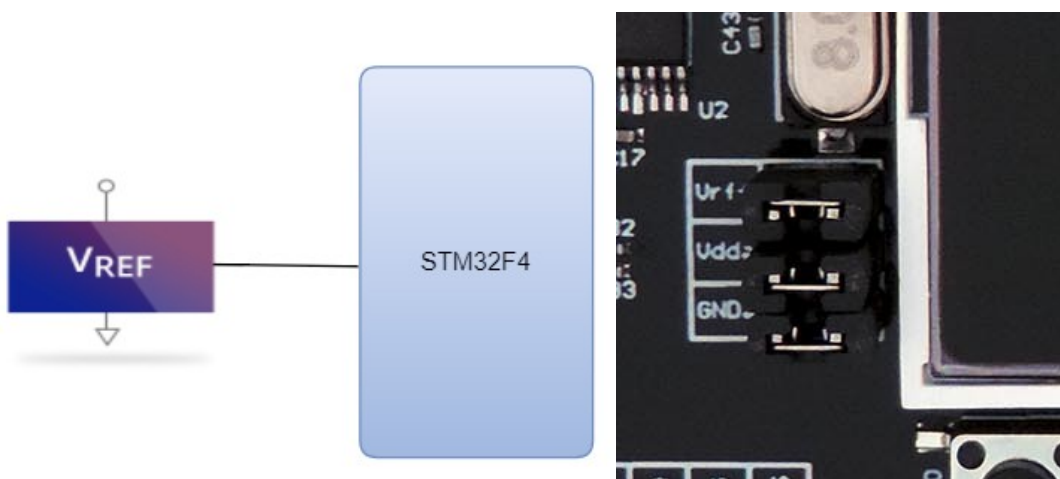


Tabla 13 Disposición de los jumper de configuración de voltaje hacia el microcontrolador.

Nombre	GPIO	Función	Descripción
Vrf+	—	—	Voltaje de referencia positivo para analógico. Max - 3.3v Min - 1.2v
Vdda	—	—	Alimentación Positiva analógica.
GNDa	—	—	Común del sistema analógico.

Nota: Actualmente los voltajes del sistema analógico del microcontrolador están conectados a la propia alimentación de la tarjeta. Cabe mencionar que dicho sistema es totalmente independiente de los demás sistemas del microcontrolador, por lo que no es necesario utilizar GND común entre ambos sistemas cuando dichos voltajes son definidos por el usuario.

18. Puertos de expansión.

Ophyra cuenta con tres puertos externos conectados a diferentes GPIO del STM32f407 con la finalidad de aprovechar los recursos que proveen dichos GPIO. El Puerto principal CN1 está diseñado para su fácil conexión con el protoboard, mientras que los puertos CN2 y CN3 fueron diseñados para su fácil acceso desde la parte superior de la tarjeta. Las funciones alternas de cada GPIO conectado a los puertos de expansión se enlistan en las tablas 14, 15 y 16.

Nota: Más información acerca de las características de los GPIO, disponibles en los conectores CN1, CN2 y CN3 se puede encontrar en el documento DM00037051 en el capítulo: *pinouts and description*.

18.1 Puerto de expansión CN1.

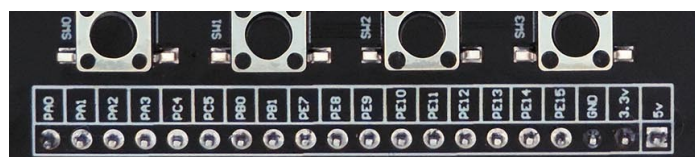


Tabla 14 Disposición de los pines del Conector 1.

No. Pin	GPIO	Función
1	—	5v
2	—	3.3v
3	—	GND
4	PE15	GPIO/ FSMC_D12/TIM1_BKIN/ EVENTOUT
5	PE14	GPIO/ FSMC_D11/TIM1_CH4/ EVENTOUT
6	PE13	GPIO/ FSMC_D10/TIM1_CH3/ EVENTOUT
7	PE12	GPIO/ FSMC_D9/TIM1_CH3N/ EVENTOUT
8	PE11	GPIO/ FSMC_D8/TIM1_CH2/ EVENTOUT
9	PE10	GPIO/ FSMC_D7/TIM1_CH2N/ EVENTOUT
10	PE9	GPIO/ FSMC_D6/TIM1_CH1/ EVENTOUT
11	PE8	GPIO/ FSMC_D5/ TIM1_CH1N/ EVENTOUT
12	PE7	GPIO/ FSMC_D4/TIM1_ETR/ EVENTOUT
13	PB1	GPIO/ TIM3_CH4 / TIM8_CH3N/ OTG_HS_ULPI_D2/ ETH_MII_RXD3 / TIM1_CH3N/ EVENTOUT/ ADC12_IN9
14	PB0	GPIO/ TIM3_CH3 / TIM8_CH2N/ OTG_HS_ULPI_D1/ ETH_MII_RXD2 / TIM1_CH2N/ EVENTOUT/ ADC12_IN8
15	PC5	GPIO/ ETH_RMII_RX_D1 / ETH_MII_RX_D1/ EVENTOUT/ ADC12_IN15
16	PC4	GPIO/ ETH_RMII_RX_D0 / ETH_MII_RX_D0/ EVENTOUT/ ADC12_IN14
17	PA3	GPIO/ USART2_RX/TIM5_CH4 / TIM9_CH2 / TIM2_CH4 / OTG_HS_ULPI_D0 / ETH_MII_COL/ EVENTOUT/ ADC123_IN3
18	PA2	GPIO/ USART2_TX/TIM5_CH3 / TIM9_CH1 / TIM2_CH3 / ETH_MDIO/ EVENTOUT/ ADC123_IN2
19	PA1	GPIO/USART2_RTS / UART4_RX/ ETH_RMII_REF_CLK / ETH_MII_RX_CLK / TIM5_CH2 / TIM2_CH2/ EVENTOUT/ ADC123_IN1
20	PA0	GPIO/USART2_CTS/ UART4_TX/ ETH_MII_CRS / TIM2_CH1_ETR/ TIM5_CH1 / TIM8_ETR/ EVENTOUT/ ADC123_IN0

18.2 Puerto de expansión CN2.

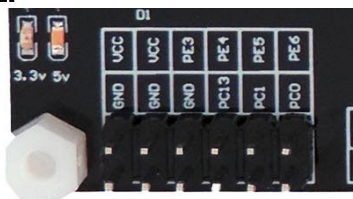


Tabla 15 Disposición de los pines del Conector 2.

No. Pln	GPIO	Función
1	PE6	GPIO/ TRACED3 / FSMC_A22 / TIM9_CH2 / DCMI_D7 / EVENTOUT
2	PE5	GPIO/ TRACED2 / FSMC_A21 / TIM9_CH1 / DCMI_D6 / EVENTOUT
3	PE4	GPIO/ TRACED1/FSMC_A20 / DCMI_D4/ EVENTOUT
4	PE3	GPIO/ TRACED0/FSMC_A19 / EVENTOUT
5	—	3.3v
6	—	3.3v
7	—	GND
8	—	GND
9	—	GND
10	PC13	GPIO/ EVENTOUT
11	PC1	GPIO/ OTG_HS_ULPI_STP/ EVENTOUT/ ADC123_IN11
12	PC0	GPIO/ OTG_HS_ULPI_STP/ EVENTOUT/ ADC123_IN10

18.3 Puerto de expansión CN3.



Tabla 16 Disposición de los pines del Conector 3.

No. Pln	GPIO	Función
1	—	5v
2	PD15	GPIO/ FSMC_D1/TIM4_CH4/ EVENTOUT
3	PD13	GPIO/ FSMC_A18/TIM4_CH2/ EVENTOUT
4	PD11	GPIO/ FSMC_CLE / FSMC_A16/USART3_CTS/ EVENTOUT
5	PD9	FSMC_D14 / USART3_RX/ EVENTOUT
6	PB15	GPIO/ SPI2_MOSI / I2S2_SD/ TIM1_CH3N / TIM8_CH3N / TIM12_CH2 / OTG_HS_DP/ EVENTOUT
7	PB14	GPIO/ SPI2_MISO/ TIM1_CH2N / TIM12_CH1 / OTG_HS_DM/ USART3_RTS / TIM8_CH2N/I2S2ext_SD/ EVENTOUT
8	PD8	GPIO/ FSMC_D13 / USART3_TX/ EVENTOUT
9	PD10	GPIO/ FSMC_D15 / USART3_CK/ EVENTOUT
10	PD12	GPIO/ FSMC_ALE/ FSMC_A17/TIM4_CH1 / USART3_RTS/ EVENTOUT
11	DP14	GPIO/ FSMC_D0/TIM4_CH3/ EVENTOUT/ EVENTOUT
12	—	5v

19. Herramientas para desarrollo.

19.1 Entornos de programación.

En la actualidad existen muchos compiladores para el desarrollo de aplicaciones con microcontroladores de arquitectura ARM. Intesc recomienda algunos entornos de programación que ya cuentan con herramientas integradas para desarrollar proyectos de forma sencilla. Algunas de estas herramientas tienen un tope de 32kb de código en su versión gratuita, excepto la plataforma Atollic Studio. A continuación se muestran los logotipos de los entornos de programación recomendados.



Atollic Studio.



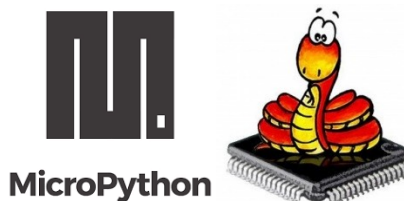
IAR Embedded Workbench.



MDK Version 5 – Keil.

19.2 Sistemas operativos.

La tarjeta Ophyra puede ser programada con sistemas operativos. Intesc recomienda utilizar el sistema operativo FREERTOS y/o Micropython (Nota: Micropython está disponible para su descarga en www.intesc.mx).



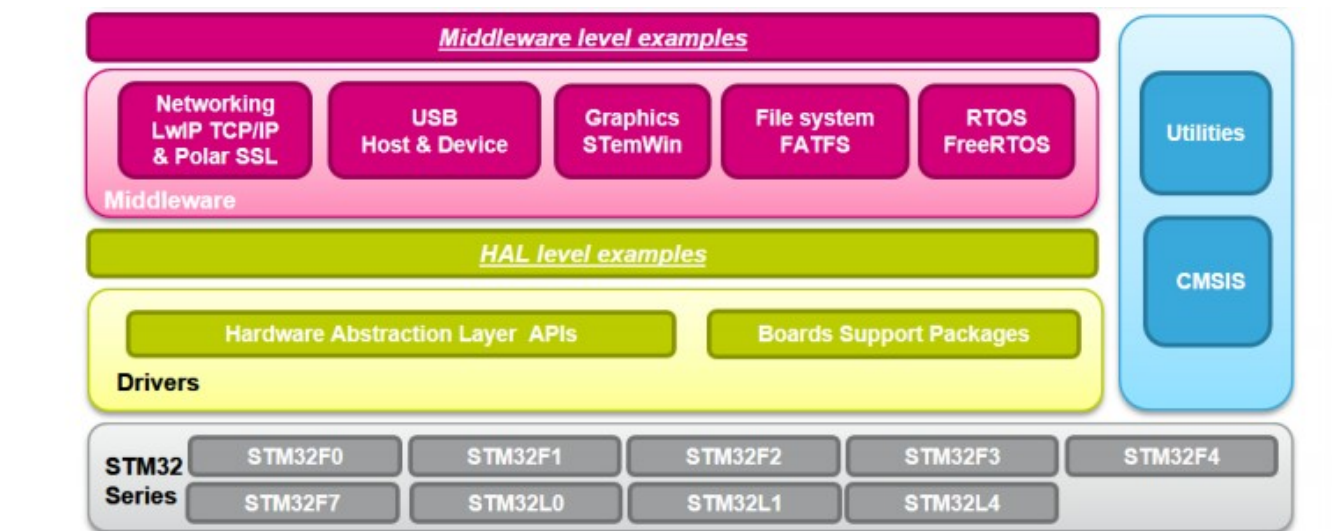
20. Configurador de Proyectos.

El entorno STM32CubeMX es una herramienta gratuita desarrollada y distribuida por STMicroelectronics. Este sistema se utiliza para configurar proyectos de manera sencilla, proporcionando toda la capa de abstracción de sus microcontroladores STM32. STM32CubeMX es compatible con los tres compiladores recomendados.



STM32CubeMX.

En la siguiente figura se muestran las capas de software proporcionadas por STM32CubeMX.



Capas de abstracción de hardware o HAL de STM32.

21. Sistemas depuradores.

El sistema ST-Link es un depurador y programador para las familias STM8 y STM32 desarrollado por STMicroelectronics, aunque no es el único, Intesc recomienda este sistema por su sencillez y bajo costo.



Depurador ST LINK V2 de STMicroelectronics.

Dicho dispositivo solo es necesario si el usuario de Ophyra desea realizar depuración de código.

22. Bootloader.

Los microcontroladores STM32 de STMicroelectronics, cuentan con un pequeño programa alojado en la memoria no volátil desde que son fabricados. Este programa es capaz de grabar la memoria no volátil asignada para el usuario, mediante diversos protocolos de comunicación. En Ophyra dicha actualización se realiza por el puerto Serial-COM o el puerto USB-OTG, cuando el microcontrolador entra en modo bootloader. Una vez fuera de este modo, el puerto Serial-COM o el USB-OTG pueden utilizarse para cualquier propósito del usuario.

En el siguiente enlace encontraras los tutoriales en línea para aprender a utilizar Ophyra.

<http://www.intesc.mx/recursos-ophyra/>

23. Historial de revisión de especificaciones.

Fecha	Revisión	Cambios
13/08/2021	E	- Se actualiza tabla 7.
13/05/2019	D	- Se corrige tamaño de TFT en Ophyra en página 7. Tamaño correcto: 128X160 pixeles - Se modificaron las imágenes correspondientes a las variaciones de Hardware
11/05/2018	C	- Se cambió la numeración de revisión por letras. - Se modifica el formato del documento. - Se agregan fotografías de los diferentes módulos de Ophyra.
14/09/2017	2	- Se adjunta información extra de los componentes que integra Ophyra. - Se agregan ilustraciones y diagramas a bloques.
26/02/2017	1	- Creación del documento.

24. Historial de revisión de Hardware.

Fecha	Revisión	Cambios
13/05/2019	C - 2	<ul style="list-style-type: none"> - Se cambia Jack de audio por Through-hole. - Se agrega puerto I2C para conexiones externas - Se agrega número de serie de orden en cara inferior
18/04/2018	C	<ul style="list-style-type: none"> - Se cambiaron los conectores micro USB a una versión con soporte trough hole. - Se agrega un diodo shottky en la sección del conector USB-OTG para permitir la alimentación de la tarjeta por ambos puertos micro USB. - Se agrega un potenciómetro para el control de ganancia del amplificador de audio.