PORTADA:

S k y l F

Integrantes

- Esteban Lautaro.
- Rubio Santiago Gabriel.
- Meabrio Lucas David.
- Flores Leandro.
- Brizuela Agustín.
- Leiva Santiago.
- Romocordoba Emiliano.
- Godoy Baldovino Jofiel

Contacto

Lautaro Esteban:

Mail: Lautyesteban14@gmail.com

Linkedin: Lautaro Sebastian Esteban

Instagram: @lauty.esteban

Santiago Rubio:

Mail: Santy201205@gmail.com

Linkedin: Santiago Rubio

Instagram: @santy_201205

Lucas Meabrio:

Mail: Meabriolucas@gmail.com

Linkedin: Lucas Meabrio

Instagram: @lucass_meab

Leandro Flores:

Mail: leandro200flores@gmail.com

Linkedin: Leandro Flores

Instagram: @lean.floresss

Agustin Brizuela:

Mail: brizuu750@gmail.com

Linkedin: Agustin Lionel Brizuela

Instagram: @agustiin.brizuela

Santiago Leiva:

Mail: Santiagoleiva745@gmail.com

Linkedin: Santiago Leiva

Instagram: @leivva.s

Emiliano Romocordoba:

Mail: Romoemiliano324@gmail.com

Linkedin:

Instagram:

Jofiel Godoy Baldovino:

Mail: Markbaldj@gmail.com

Linkedin: Marco Baldovino

Instagram:@jofiel_godoy

ÍNDICE

Descripción del Proyecto

Nuestro proyecto se enfocará en el armado y reacondicionamiento de un simulador de vuelo con el fin de recrear una experiencia inmersiva y entretenida para el que se meta dentro de la cabina.

Variadores de Frecuencia

Resumen del objetivo

El objetivo principal con el uso del variador de frecuencia es lograr una comunicación eficiente tanto con el programa de control como con los motores del simulador. Este tipo de comunicación es crucial para garantizar un funcionamiento sincronizado y preciso entre el software y el hardware. En nuestro caso, la comunicación se establece utilizando el protocolo **Modbus**, un estándar de comunicación ampliamente utilizado en sistemas industriales debido a su fiabilidad y flexibilidad.

El protocolo Modbus permite el intercambio de datos entre el variador de frecuencia y el microcontrolador **ESP32**, facilitando el control de parámetros clave como la velocidad y la dirección de los motores. Esta programación la estamos llevando a cabo mediante la plataforma **Arduino IDE**, donde se desarrollan los códigos que gestionan la interacción entre los distintos componentes del sistema. A través de Arduino IDE, se ha configurado el protocolo Modbus para que las señales enviadas desde el programa de simulación sean interpretadas correctamente por el variador de frecuencia, y a su vez, estas se traduzcan en comandos que controlan el movimiento de los motores.

La integración exitosa de este sistema es fundamental para garantizar que la simulación de vuelo sea lo más realista posible, permitiendo que los motores respondan con precisión a las condiciones simuladas, como cambios de altitud, aceleración y maniobras.

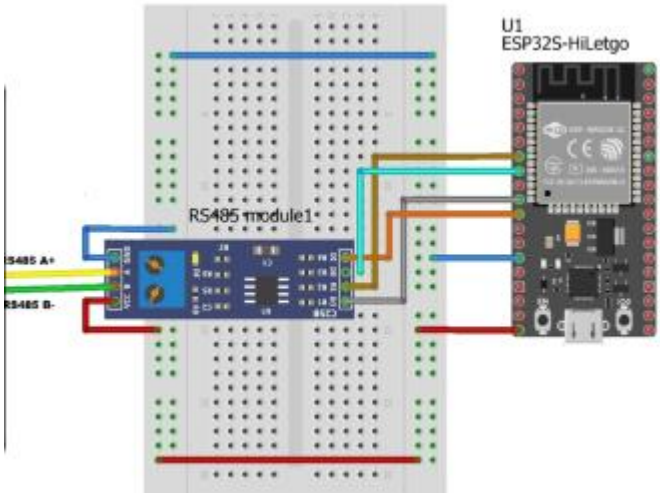
Lista de materiales usados

Usamos los siguientes materiales para este proceso actualmente:

- Módulo de RS485
- ESP32 de 30 pines
- MPU6050
- Fuente calibrada a 5V
- 8 cables macho-macho
- 2 protoboards
- Cable de datos

Comunicaciones

Comunicación entre el ESP32 y el RS485:



- MAX485 TTL a RS485 >> VCC >> +5V de ESP32
- MAX485 TTL A RS485 >> GND >> GND de ESP32
- MAX485 TTL a RS485 >> RO >> GPIO26 de ESP32 (SoftwareSerial RX)
- MAX485 TTL a RS485 >> DI >> GPIO27 de ESP32 (SoftwareSerial TX)

2. **GPIO26** del **ESP32** se conecta al pin **RO** (Recepción) del módulo receptor RS485.

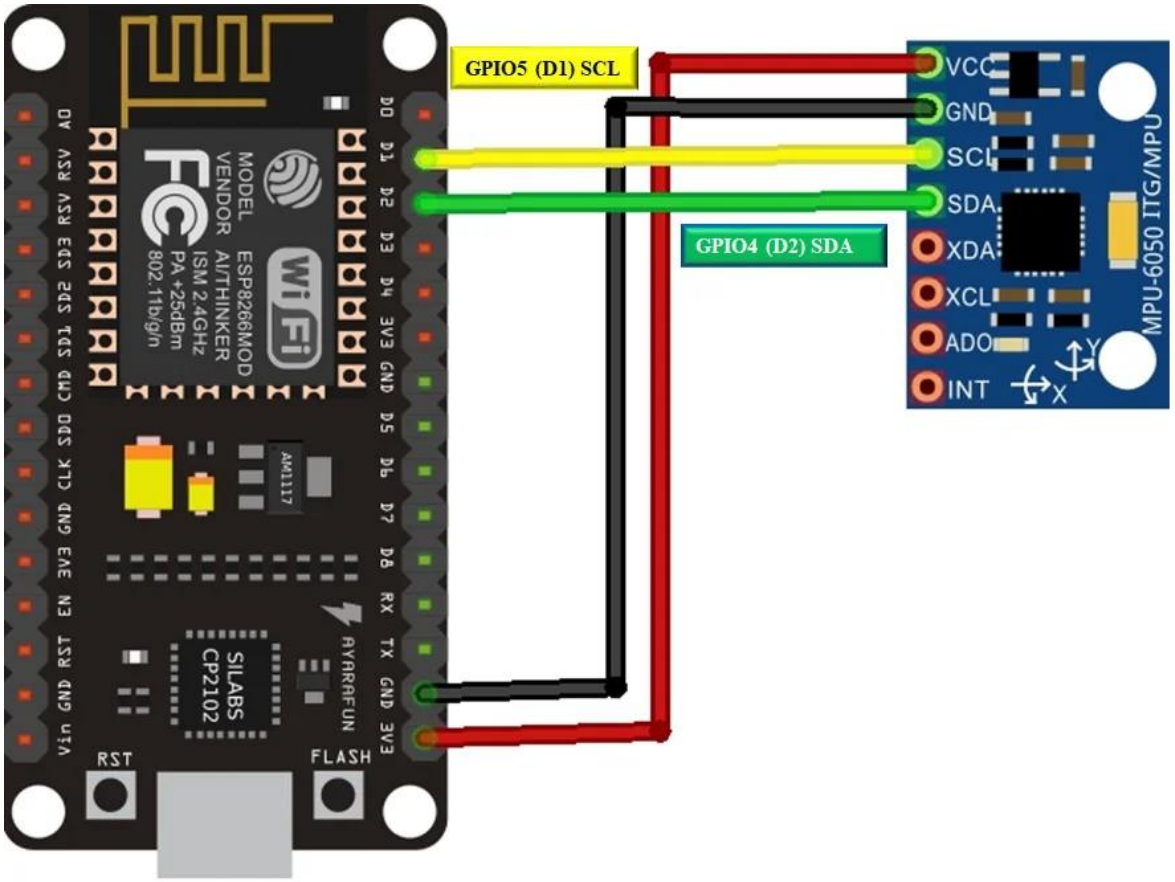
3. **GPIO27** del **ESP32** se conecta al pin **DI** (Transmisión) del módulo transmisor RS485.

Comunicación entre el RS485 y el Variador de frecuencia (GK500):

- **Pin A (A+)** del módulo RS485: Conéctalo al terminal **U** (fase U) del variador de frecuencia.
- **Pin B (B-)** del módulo RS485: Conéctalo al terminal **V** (fase V) del variador de frecuencia.

- Pin A va conectado al terminal “485+”
- Pin B va conectado al terminal “485-”

Comunicación entre el ESP32 y el MPU6050:



- Conecta el pin **SCL** del **MPU6050** al pin **D1 (GPIO8)** del **ESP32**.
- Conecta el pin **SDA** del **MPU6050** al pin **D2 (GPIO9)** del **ESP32**.
- Conecta el pin **VCC** del **MPU6050** a **3.3V** del **ESP32**.
- Conecta el pin **GND** del **MPU6050** a **GND** del **ESP32**.

ESP32

De 38 pines:

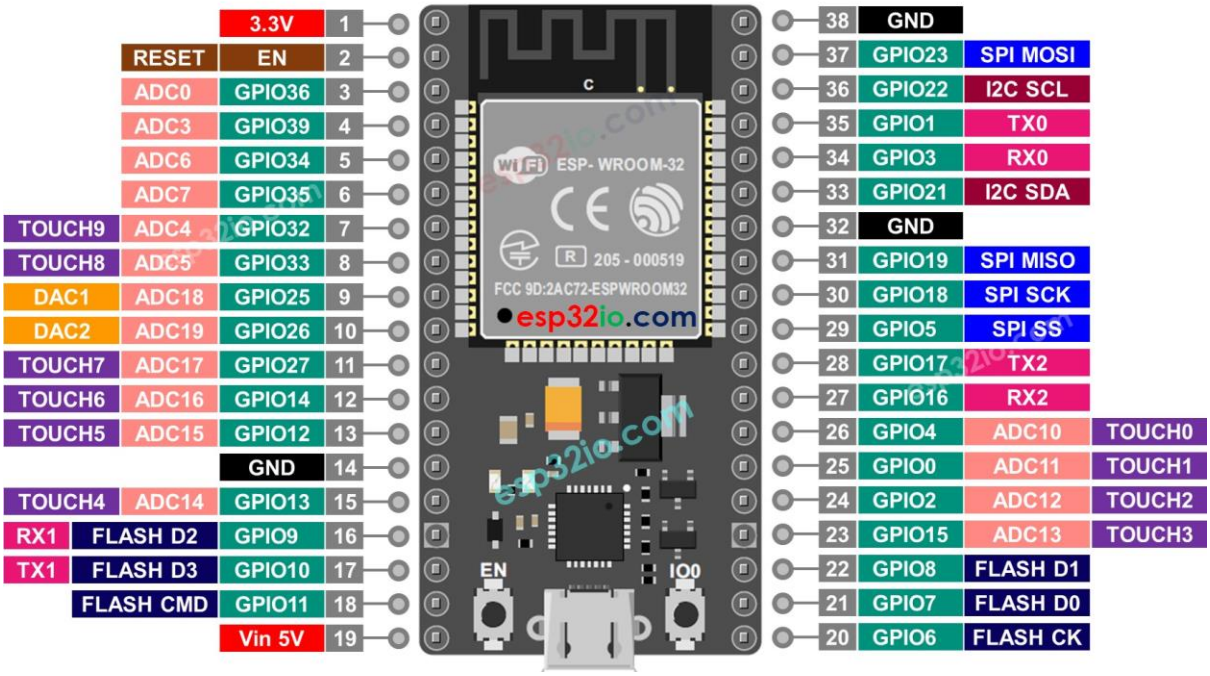


Table 2-1. Pin Overview

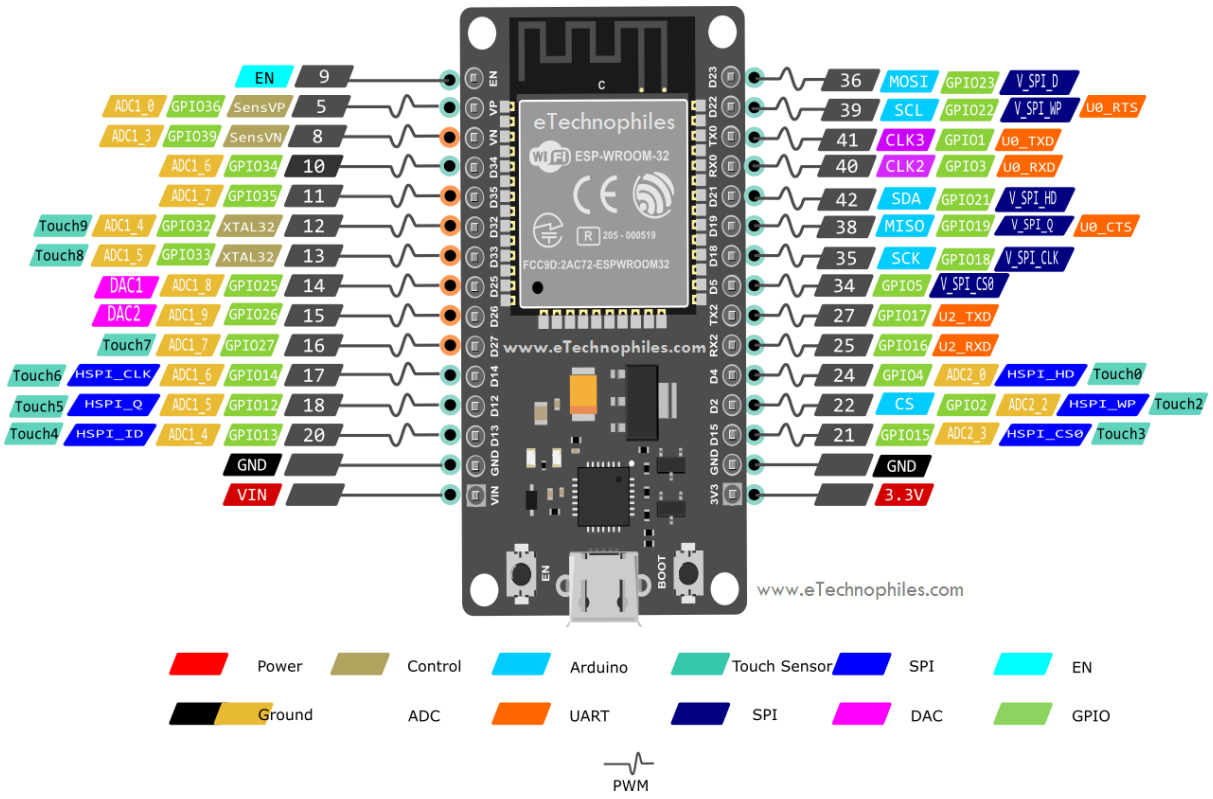
Name	No.	Type	Function
Analog			
VDDA	1	P	Analog power supply (2.3 V ~ 3.6 V)
LNA_IN	2	I/O	RF input and output
VDD3P3	3	P	Analog power supply (2.3 V ~ 3.6 V)
VDD3P3	4	P	Analog power supply (2.3 V ~ 3.6 V)
VDD3P3_RTC			
SENSOR_VP	5	I	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_CAPP	6	I	GPIO37, ADC1_CH1, RTC_GPIO1
SENSOR_CAPN	7	I	GPIO38, ADC1_CH2, RTC_GPIO2
SENSOR_VN	8	I	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
CHIP_PU	9	I	High: On; enables the chip Low: Off; the chip shuts down Note: Do not leave the CHIP_PU pin floating.
VDET_1	10	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
VDET_2	11	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5
32K_XP	12	I/O	GPIO32, ADC1_CH4, RTC_GPIO9, TOUCH9, 32K_XP (32.768 kHz crystal oscillator input)
32K_XN	13	I/O	GPIO33, ADC1_CH5, RTC_GPIO8, TOUCH8, 32K_XN (32.768 kHz crystal oscillator output)
GPIO25	14	I/O	GPIO25, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, DAC_1, EMAC_RXD0
GPIO26	15	I/O	GPIO26, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, DAC_2, EMAC_RXD1
GPIO27	16	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, RTC_GPIO17, TOUCH7, EMAC_RX_DV
MTMS	17	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, RTC_GPIO16, TOUCH6, EMAC_TXD2, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, MTMS

MTDI	18	I/O	GPIO12,	ADC2_CH5,	RTC_GPIO15,	TOUCH5,	EMAC_TXD3,	HSPIQ,	HS2_DATA2,	SD_DATA2,	MTDI
VDD3P3_RTC	19	P	Input power supply for RTC IO (2.3 V ~ 3.6 V)								
MTCK	20	I/O	GPIO13,	ADC2_CH4,	RTC_GPIO14,	TOUCH4,	EMAC_RX_ER,	HSPID,	HS2_DATA3,	SD_DATA3,	MTCK
MTDO	21	I/O	GPIO15,	ADC2_CH3,	RTC_GPIO13,	TOUCH3,	EMAC_RXD3,	HSPICS0,	HS2_CMD,	SD_CMD,	MTDO

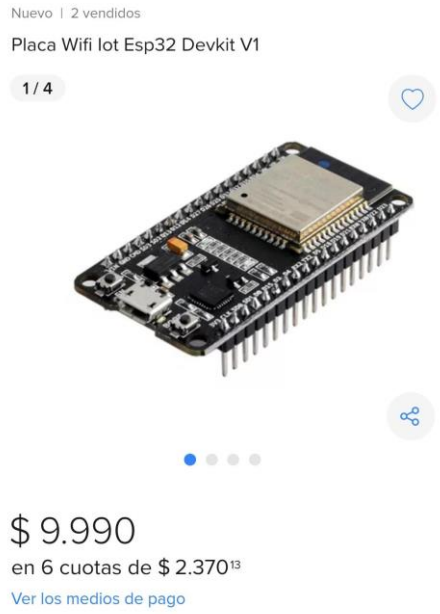
Name	No.	Type	Function							
GPIO2	22	I/O	GPIO2,	ADC2_CH2,	RTC_GPIO12,	TOUCH2,		HSPIWP,	HS2_DATA0,	SD_DATA0
GPIO0	23	I/O	GPIO0,	ADC2_CH1,	RTC_GPIO11,	TOUCH1,	EMAC_TX_CLK,	CLK_OUT1,		
GPIO4	24	I/O	GPIO4,	ADC2_CH0,	RTC_GPIO10,	TOUCH0,	EMAC_TX_ER,	HSPIHD,	HS2_DATA1,	SD_DATA1
VDD_SDIO										
GPIO16	25	I/O	GPIO16,	HS1_DATA4,	U2RXD,	EMAC_CLK_OUT				
VDD_SDIO	26	P	Output power supply: 1.8 V or the same voltage as VDD3P3_RTC							
GPIO17	27	I/O	GPIO17,	HS1_DATA5,	U2TXD,	EMAC_CLK_OUT_180				
SD_DATA_2	28	I/O	GPIO9,	HS1_DATA2,	U1RXD,	SD_DATA2,	SPIHD			
SD_DATA_3	29	I/O	GPIO10,	HS1_DATA3,	U1TXD,	SD_DATA3,	SPIWP			
SD_CMD	30	I/O	GPIO11,	HS1_CMD,	U1RTS,	SD_CMD,	SPICS0			
SD_CLK	31	I/O	GPIO6,	HS1_CLK,	U1CTS,	SD_CLK,	SPICLK			
SD_DATA_0	32	I/O	GPIO7,	HS1_DATA0,	U2RTS,	SD_DATA0,	SPIQ			
SD_DATA_1	33	I/O	GPIO8,	HS1_DATA1,	U2CTS,	SD_DATA1,	SPID			
VDD3P3_CPU										
GPIO5	34	I/O	GPIO5,	HS1_DATA6,	VSPICS0,	EMAC_RX_CLK				
GPIO18	35	I/O	GPIO18,	HS1_DATA7,	VSPICLK					
GPIO23	36	I/O	GPIO23,	HS1_STROBE,	VSPID					
VDD3P3_CPU	37	P	Input power supply for CPU IO (1.8 V ~ 3.6 V)							
GPIO19	38	I/O	GPIO19,	U0CTS,	VSPIQ,	EMAC_TXD0				
GPIO22	39	I/O	GPIO22,	U0RTS,	VSPIWP,	EMAC_TXD1				
U0RXD	40	I/O	GPIO3,	U0RXD,	CLK_OUT2					
U0TXD	41	I/O	GPIO1,	U0TXD,	CLK_OUT3,	EMAC_RXD2				
GPIO21	42	I/O	GPIO21,		VSPIHD,	EMAC_TX_EN				
Analog										
VDDA	43	P	Analog power supply (2.3 V ~ 3.6 V)							
XTAL_N	44	O	External crystal output							
XTAL_P	45	I	External crystal input							
VDDA	46	P	Analog power supply (2.3 V ~ 3.6 V)							
CAP2	47	I	Connects to a 3.3 nF (10%) capacitor and 20 kΩ resistor in parallel to CAP1							

Name	No.	Type	Function
CAP1	48	I	Connects to a 10 nF series capacitor to ground
GND	49	P	Ground

De 30 pines:



Precio:



RS485

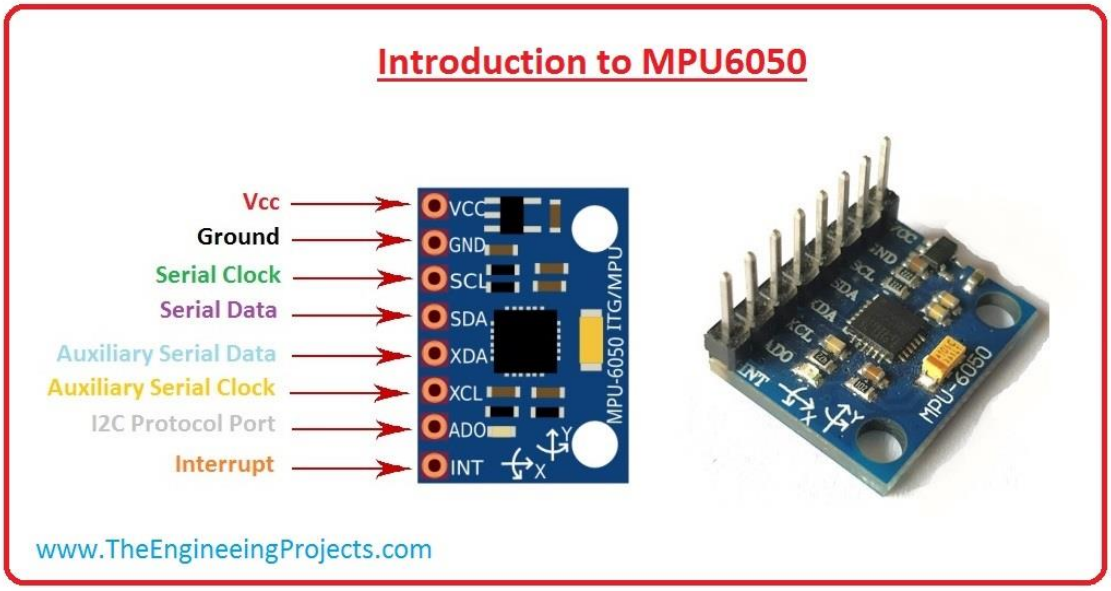
conexión en modo emisor es la siguiente

conexión en modo receptor es la siguiente

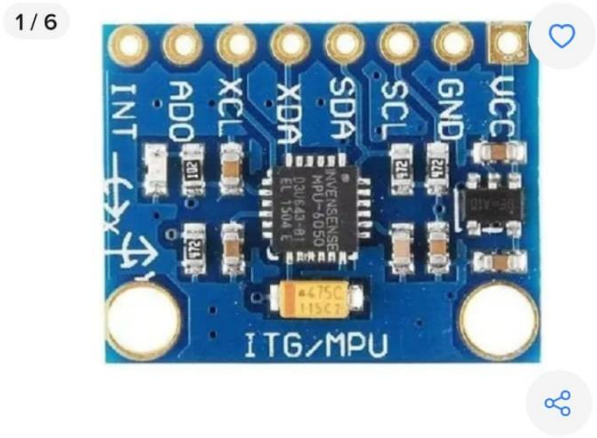
Si queremos que durante la conexión el conversor RS485 pueda cambiar su papel de emisor a receptor (conexión half duplex) simplemente tenemos que conectar los pines RE y DE a una salida digital para poder cambiar su tensión de Gnd a Vcc.

MPU6050

El MPU6050 es una unidad de medición inercial o IMU (Inertial Measurment Units) de 6 grados de libertad, pues combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes. Este sensor es muy utilizado en navegación, geometría, estabilización, etc. Este componente nos sirve para inclinar la cabina en sus 3 ejes, basándose en las mediciones de los SimVars.



Acelerometro 3 Ejes Mpu6050 Giroscopio Para Arduino Emakers



$ 3.730

Ver los medios de pago

Listado de parámetros que pusieron en el variador

Parámetros	Designación	Rango	Rango puesto
b0-01	Fuente de Mando de Frecuencia Maestra	0: Configuración Digital (b0-02) + ∧ /∨ Ajuste en Panel de Control 1: Configuración Digital (b0-02) + Ajuste por Bornera UP/DOWN 2: Entrada Analógica AI 3: Potenciómetro 6: Salida de PID 8: Comando Multivelocidad 9: Comunicación	9 9: Comunicación
b0-02	Configuración Digital de Frecuencia Maestra	Límite Inferior ~ Límite Superior de Frecuencia	50,00 Hz
b1-00	Comando RUN	0: Control por Panel de Control 1: Control por Bornera 2: Control por Comunicación	2 2: Control por Comunicación
b1-01	Enlace de comando run y configuración frecuencia	Unidades: Fuente de configuración frecuencia agrupada bajo control panel de control:	AAA A: Entrada de Comunicación

Parámetros	Designación	Rango	Rango puesto
		0: Sin enlace 1: Configuración Digital (b0-02) + ∧ /∨ Ajuste en Panel de Control 2: Configuración Digital (b0-02) + Ajuste por Bornera UP/DOWN 3: AI 4: Potenciómetro 7: Salida de PID 9: Comando Multivelocidad A: Entrada de Comunicación Decenas: Fuente de configuración frecuencia agrupada bajo control terminal (igual a unidades) Centenas: Fuente de configuración frecuencia agrupada bajo control de comunicación (igual a unidades)	
H0-01	Configuración del Puerto de Comunicación RS-485	Unidades: Velocidad en Baudios 0: 4800 bps 1: 9600 bps 2: 19200 bps 3: 38400 bps 4: 57600 bps Decenas: Formato de datos 0: Formato 1-8-2-N, RTU 1: Formato 1-8-1-E, RTU 2: Formato 1-8-1-O, RTU 3: Formato 1-7-2-N, ASCII 4: Formato 1-7-1-E, ASCII 5: Formato 1-7-1-O, ASCII Centenas: Tipo de conexión 0: Conexión cable directo (232/485) 1: MODEM (232) Unidades de Mil: Almacenamiento 0: Sin almacenar ante Pérdida de Energía 1: Almacenado ante Pérdida de Energía	0001 1: 9600bps
H0-05	Opción Maestro/Esclavo	0: Se usa independientemente 1: Como Maestro 2: Como Esclavo	2 2: Como Esclavo

Paneles de Control

El simulador posee dos paneles que cumplen su respectiva función; el panel de control (mediante palancas y botones interactuando con el entorno virtual) y el panel de instrumentos (estos se van a mostrar mediante una tele que transmite los datos reales de vuelo en los instrumentos)
El panel de control cuenta con todo el Hardware que se comunicará con el software a utilizar, (que en nuestro caso sería el Flight Simulator 2020).

Panel de Control

En el panel de control hay 7 interruptores de palanca, una llave selectora rotativa de 6 estados y una llave con dos interruptores.
Para que estos componentes se accionen en simultáneo al vuelo que se haga en el Flight Simulator 2020, a través de una herramienta llamada "MobiFlight" y dos Arduino UNO. Con el MobiFlight asignamos a cada componente a que realice determinada acción dentro del FS2020. Y con la Arduino UNO, en conjunto al MobiFlight, ejecuta esa acción a realizar

Los componentes que usaremos en el panel son los siguientes:

Interruptores de palanca:

Interruptores:

- Interruptor Maestro del Alternador y Batería:

Si se activa el interruptor del alternador, el alternador suministrará energía a los sistemas eléctricos cuando el motor esté en funcionamiento y carga la batería.

Si el interruptor de BAT está en ON, la batería proporcionará energía a los sistemas eléctricos cuando el motor no esté en marcha.

Hay que recalcar que estos dos interruptores suelen funcionar juntos.

- Interruptores de Bus Aviónico:

Magneto (con llave selectora rotativa de 6 estados):

Al accionar el magneto, este proveerá corriente eléctrica a las bujías, las que a su vez producen la chispa necesaria para encender la mezcla de combustible y aire en los cilindros del motor.

Estructura:
Estos componentes irán colocados en una madera rígida pero liviana, la cuál ha sido medido con el fin de mejorar la estética, y esta medida sería de 500mmx140/120mm. Ya cortadas las medidas se colocarán los interruptores y demás componentes. Luego en la parte final se pintará la madera con un aerosol negro y se pondrán letras en blanco que formen los nombres de cada interruptor, tal como en una cabina real del CESSNA 152 para dar más realismo.

Panel de Visualización de Instrumentos

Con el fin de generar una experiencia realista de vuelo, implementamos un Panel de Instrumentos virtual, el cuál por medio de una pantalla de 18 pulgadas transmitiremos los datos reales de cada instrumento de vuelo. Por lo que para transmitir esos datos o también llamados “Variables”, se encargan los programadores del equipo: Santiago Rubio y Lucas Meabrio.
Para darle una mejor estética al panel de instrumentos y que no sea solo una televisión mostrando los instrumentos, decidimos usar una placa de plástico con los agujeros de los instrumentos del avión usada por el grupo anterior del simulador (AVIS), la cuál para la fecha de la exposición será forrada para mejorar la estética del panel en conjunto a el otro panel.
Una parte importante del Panel de Instrumentos es toda la labor de *Personalización de la ubicación de los instrumentos en la pantalla,* ya que mediante herramientas como MobiFlight o Air Manager se puede llevar a cabo la personalización. Nosotros elegimos usar MobiFlight y un complemento suyo llamado “FSUIPC7” para FS2020, ya que AirManager cuesta 30 dólares actualmente.

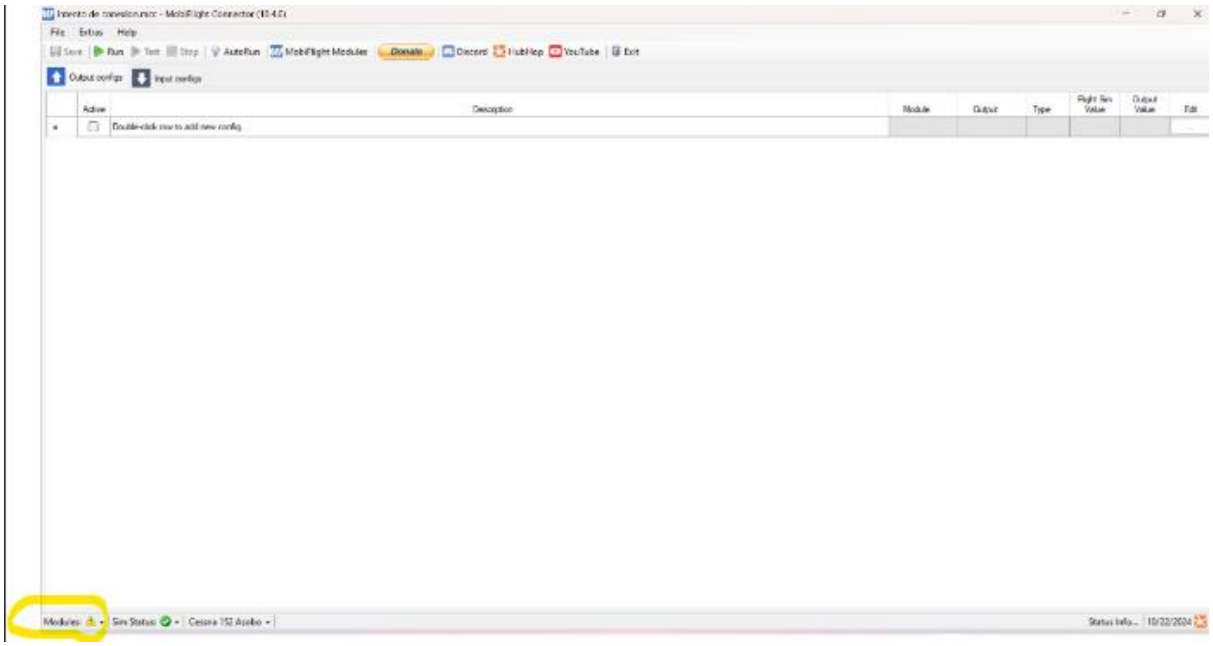
***Cómo usar el MobiFlight para asignar una acción para cada componente del Panel* (Magneto, Teclas, Interruptores de Palanca, etc):**

Vinculación del MobiFlight al FS2020 y el HARDWARE:

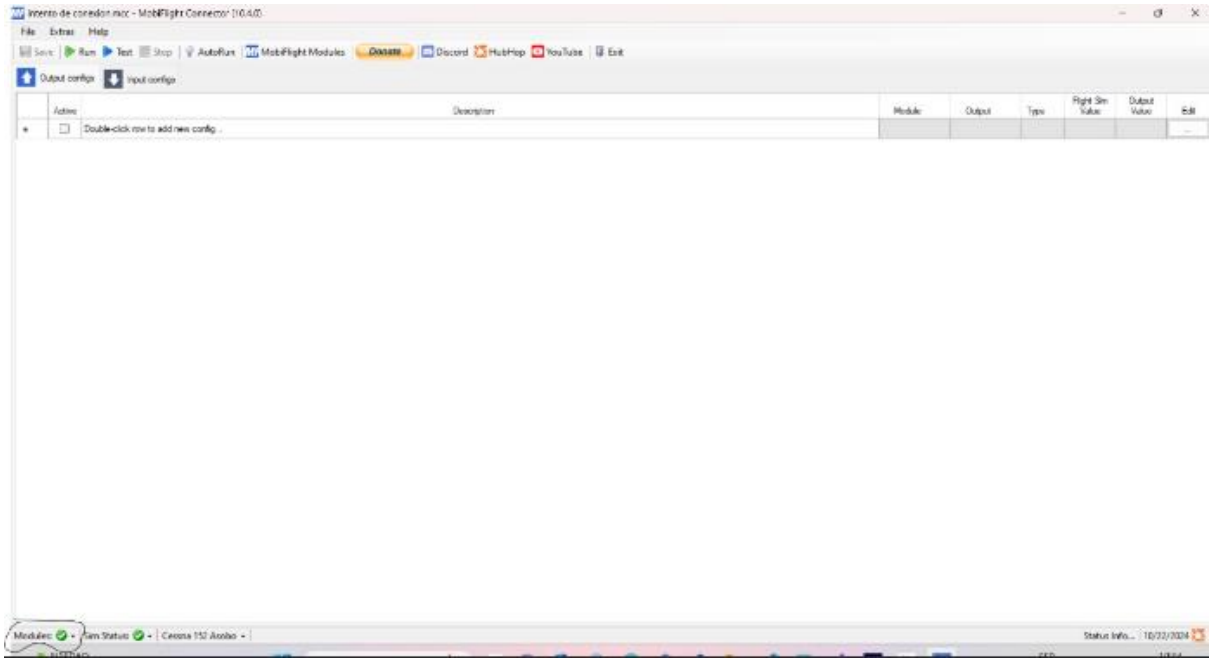
Para que el MobiFlight se vincule con el hardware del simulador de vuelo, nos tiene que aparecer en la barra inferior una tilde que confirme si se vincularon los siguientes parámetros:

Module:

- Si no hay ningún microcontrolador conectado al MobiFlight aparecerá un triangulo amarillo indicando eso



- Caso contrario, si está conectado al MobiFlight algún Microprocesador, (siendo el Arduino UNO en nuestro caso) se indicará que MobiFlight lo detectó correctamente.



Sim Statu:
- El Sim Status indica el estado de las conexiones al simulador de vuelo
En nuestro caso usamos el programa "FSUIPC7" para que el FS2020 detecte el hardware.
Por lo que así nos tiene que aparecer:

MATERIALES:

- **1 Madera para el panel de control**
- **1 Placa de plástico con los agujeros para cada instrumento**
- **2 Arduino UNO**
- **40 cables macho-macho aprox.**
- **1 llave selectora rotativa de 6 estados**
- **7 interruptores de palanca**
- **8 pulsadores – PUL-ST030-N**
- **4 interruptores/switches**
- **1 Televisión de 18 pulgadas**
- **1 Aerosol de color negro/balde de pintura color negro**
- **1 Pack de letras transferibles color blanco**
- **2 SIMPLE FILA CONTACTO DOBLE PASO – PB20S**

Gastos:
- **40 cables macho-macho aprox: 5000$**

- **1 llave selectora rotativa de 6 estados: 3800$**
- **8 interruptores de palanca: 9714$ (1214$ c/u)**
- **4 interruptores/switches: 4000$**
- **1 Pack de letras transferibles color blanco: 11400$**
- **2 filas de contacto doble paso: 1435$ (717$ c/u)**

TOTAL: 35.340$

Anexos