

# Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

Por Germán Quijada

Profesor guía:  
Bernardo Hernández

27 de junio de 2023

Proyecto de ingeniería aeroespacial

2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

# Contenidos

- Concepto
- Actores en la comunicación
  - X-Plane
  - Microcontrolador
- Diseño de protocolo
  - Diseño preliminar
  - Soluciones existentes
  - Diseño final
- Implementación
  - Comunicación
  - Protocolo
  - QoL
- Conclusión

En el simulador de vuelo del laboratorio de técnicas aeroespaciales, establecer un *protocolo de comunicación* entre el software de simulación *X-Plane* y *microcontroladores externos*.

Proyecto de ingeniería aeroespacial		2
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Concepto
	Concepto	<p>En el simulador de vuelo del laboratorio de técnicas aeroespaciales, establecer un protocolo de comunicación entre el software de simulación X-Plane y microcontroladores externos.</p>

En el simulador de vuelo del laboratorio de técnicas aeroespaciales, establecer un protocolo de comunicación entre el software de simulación X-Plane y microcontroladores externos

Se define que en el laboratorio de técnicas aeroespaciales de la universidad de Concepción solo para acotar el problema, pero en la práctica no hay razón para que lo implementado en el laboratorio no funcione en otro computador personal

# Actores en la comunicación

Proyecto de ingeniería aeroespacial

2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos  
└─ Actores en la comunicación

Actores en la comunicación

Analicemos un poco el problema desde lo más básico, que es X-Plane y que es un microcontrolador y por qué se querría establecer comunicación entre ellos

- Software de simulación de vuelo

X-Plane es un simulador de vuelo que destaca por sus físicas de vuelo realistas y es popular tanto para entusiastas de la aviación como para pilotos en entrenamiento.

- Software de simulación de vuelo
- Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

Proyecto de ingeniería aeroespacial		3
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	<div>X-Plane</div> <ul style="list-style-type: none"><li>► Software de simulación de vuelo</li><li>► Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup></li></ul> <div><small><sup>1</sup><a href="https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification">https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification</a></small></div>
	└ Actores en la comunicación	
	└ X-Plane	
	└ X-Plane	

En conjunto con el hardware apropiado, X-Plane cumple con los requisitos y normas de simulación de vuelo necesarios para su uso en entrenamiento de pilotos y otras aplicaciones relacionadas con la aviación.

- Software de simulación de vuelo
- Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- Herramienta ingenieril<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

2023-06-27

## Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

└ Actores en la comunicación

└ X-Plane

└ X-Plane

### X-Plane

- Software de simulación de vuelo
- Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- Herramienta ingenieril<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

Debido a lo realista del modelo de vuelo, X-Plane puede evaluar el rendimiento de nuevas configuraciones de aeronaves, realizar análisis de vuelo, simular condiciones específicas y validar conceptos antes de la construcción física.

- ▶ Software de simulación de vuelo
- ▶ Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- ▶ Herramienta ingenieril<sup>2</sup>
- ▶ Funcionalidad agregada con plug-ins

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

## Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

### └ Actores en la comunicación

#### └ X-Plane

##### └ X-Plane

#### X-Plane

- ▶ Software de simulación de vuelo
- ▶ Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- ▶ Herramienta ingenieril<sup>2</sup>
- ▶ Funcionalidad agregada con plug-ins

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

X-Plane cuenta con herramientas de desarrollo para crear plug-ins personalizados y en internet hay muchos publicados por terceros, esta podría ser una forma de abordar la implementación del protocolo.



- ▶ Software de simulación de vuelo
- ▶ Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- ▶ Herramienta ingenieril<sup>2</sup>
- ▶ Funcionalidad agregada con plug-ins
- ▶ Interfaz de comunicación UDP

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

## Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

### └ Actores en la comunicación

#### └ X-Plane

#### └ X-Plane

#### X-Plane

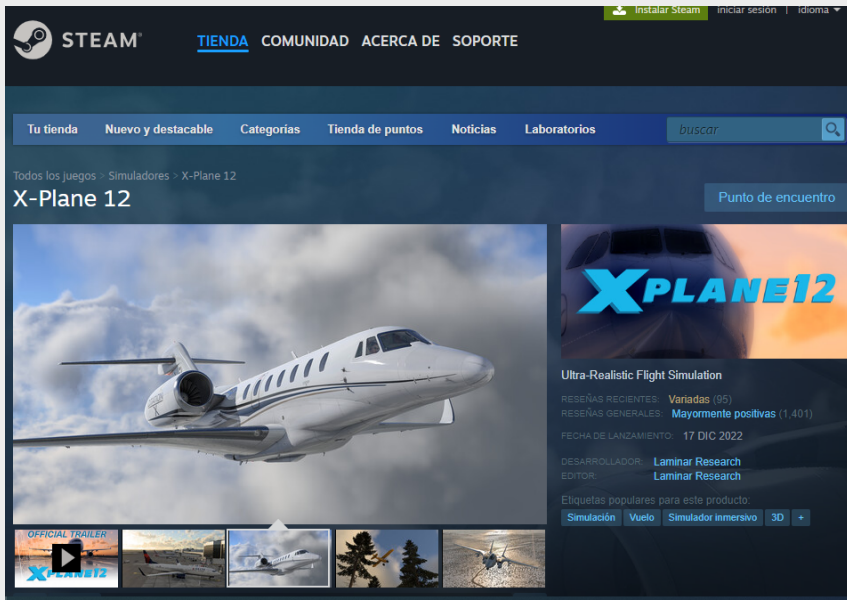
- ▶ Software de simulación de vuelo
- ▶ Utilizado en entornos de entrenamiento certificados<sup>1</sup>
- ▶ Herramienta ingenieril<sup>2</sup>
- ▶ Funcionalidad agregada con plug-ins
- ▶ Interfaz de comunicación UDP

---

<sup>1</sup><https://x-plane.helpscoutdocs.com/article/31-faa-certification>

<sup>2</sup>[https://www.x-plane.com/desktop/meet\\_x-plane](https://www.x-plane.com/desktop/meet_x-plane)

Otra forma de establecer comunicación es por medio de la interfaz UDP integrada en el simulador, sin embargo este medio está orientado a desarrolladores y no es fácil de usar.



## Proyecto de ingeniería aeroespacial

4

- 2023-06-27 Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
- └ Actores en la comunicación
    - └ X-Plane



- Pequeños dispositivos electrónicos integrados

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- └ Actores en la comunicación

- └ Microcontrolador

- └ Microcontroladores

El microcontrolador es un dispositivo electrónico integrado que en sus formas más simples combina una unidad de procesamiento, memoria y alguna interfaz de entrada y salida de señales. Se podría decir que es como un computador, pero muy muy pequeño y utilizados para una sola tarea específica.

- ▶ Pequeños dispositivos electrónicos integrados
- ▶ Especializados

Una vez programado se tiene mucha seguridad que en cada encendido el microcontrolador ejecutara las órdenes tal cual fueron escritas y nada más.

- ▶ Pequeños dispositivos electrónicos integrados
- ▶ Especializados
- ▶ Interfaces estandarizadas ( $I^2C$ , Serial, UART)

Por lo general los microcontroladores habilitan una o más interfaces de comunicación con otros microcontroladores o cualquier dispositivo que implemente la misma interfaz. Algunos ejemplos son  $I^2C$ , Serial y UART entre muchos otros.

- ▶ Pequeños dispositivos electrónicos integrados
- ▶ Especializados
- ▶ Interfaces estandarizadas ( $I^2C$ , Serial, UART)
- ▶ Baratos

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

└ Actores en la comunicación

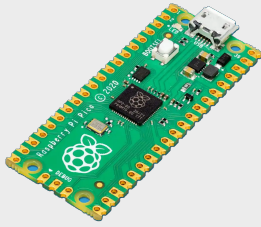
└ Microcontrolador

└ Microcontroladores

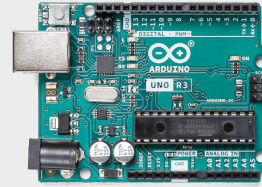
## Microcontroladores

- ▶ Pequeños dispositivos electrónicos integrados
- ▶ Especializados
- ▶ Interfaces estandarizadas ( $I^2C$ , Serial, UART)
- ▶ Baratos

Y por lo último los microcontroladores al no presentar funciones más complejas pueden llegar a ser muy baratos sin necesidad de comprometer alguna funcionalidad. En la práctica la condicional para elegir entre un microcontrolador u otro va a ser las funciones de cada uno en vez del precio.



Raspberry Pi Pico<sup>1</sup>



Arduino UNO<sup>2</sup>

<sup>1</sup><https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/>

<sup>2</sup><https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>

2023-06-27 Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos  
└─ Actores en la comunicación  
└─ Microcontrolador



Raspberry Pi Pico<sup>1</sup>



Arduino UNO<sup>2</sup>

<sup>1</sup><https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-pico/>  
<sup>2</sup><https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>



Proyecto de ingeniería aeroespacial		7
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos <ul style="list-style-type: none"><li>└ Actores en la comunicación<ul style="list-style-type: none"><li>└ Microcontrolador<ul style="list-style-type: none"><li>└ Integración X-Plane - Microcontrolador</li></ul></li></ul></li></ul>	Integración X-Plane - Microcontrolador

Veamos brevemente algunas aplicaciones en que la comunicación entre los actores podría ser beneficiosa



- Desarrollar sistemas de control

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- └ Actores en la comunicación

- └ Microcontrolador

- └ Integración X-Plane - Microcontrolador

Con la capacidad de analizar y responder al estado de la aeronave es posible desarrollar algoritmos de control o de piloto automático.

- ▶ Desarrollar sistemas de control
- ▶ Evaluar rendimiento de maniobras o en misiones

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

└─ Actores en la comunicación

└─ Microcontrolador

└─ Integración X-Plane - Microcontrolador

Gracias a que se trabaja con simulaciones, es posible manipular el estado arbitrariamente y ejecutar maniobras de manera iterativa reiniciándolas una y otra vez con fines de optimización

- ▶ Desarrollar sistemas de control
- ▶ Evaluar rendimiento de maniobras o en misiones
- ▶ Código portable

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

└─ Actores en la comunicación

└─ Microcontrolador

└─ Integración X-Plane - Microcontrolador

Integración X-Plane - Microcontrolador

- ▶ Desarrollar sistemas de control
- ▶ Evaluar rendimiento de maniobras o en misiones
- ▶ Código portable

Para esta y todas las aplicaciones, el código al correr en un microcontrolador será completamente portable y podrá ser reimplementado a cualquier otro sistema o aeronave real mientras se pueda acceder a una interfaz de datos.

# Diseño de protocolo

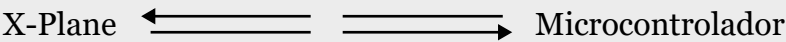
Proyecto de ingeniería aeroespacial		
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	
	└─Diseño de protocolo	
		Diseño de protocolo



X-Plane

Microcontrolador

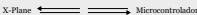
Proyecto de ingeniería aeroespacial		8
2023-06-27	<div>Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos<ul style="list-style-type: none"><li>— Diseño de protocolo</li><li>— Diseño preliminar</li><li>— Diagrama preliminar</li></ul></div>	<div>Diagrama preliminar<div>X-PlaneMicrocontrolador</div></div>



2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - └ Diseñó de protocolo
  - └ Diseñó preliminar
  - └ Diagrama preliminar

Diagrama preliminar





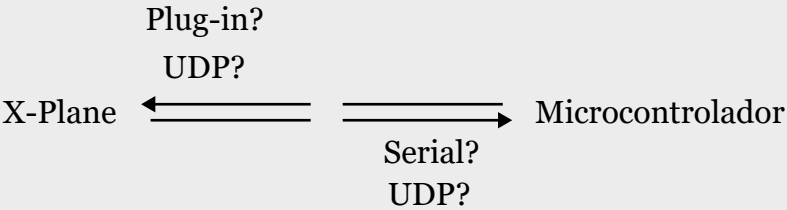
2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- └ Diseño de protocolo
- └ Diseño preliminar
- └ Diagrama preliminar

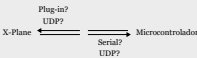
Diagrama preliminar



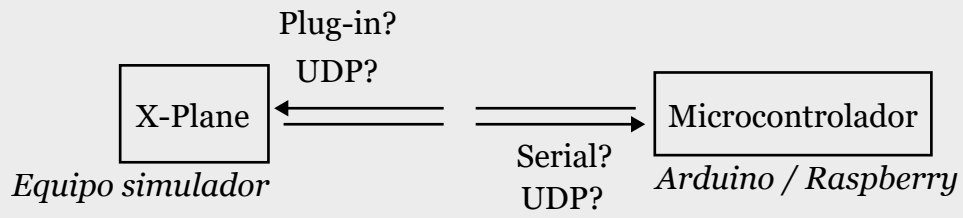


2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
	└ Diseño de protocolo
	└ Diseño preliminar
	└ Diagrama preliminar

Diagrama preliminar





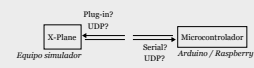


2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- └ Diseño de protocolo
- └ Diseño preliminar
- └ Diagrama preliminar

Diagrama preliminar





Proyecto de ingeniería aeroespacial		9
2023-06-27	<div>Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos<ul style="list-style-type: none"><li>└ Diseño de protocolo</li><li>└ Diseño preliminar</li><li>└ Condiciones de diseño</li></ul></div>	Condiciones de diseño



- En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales

Proyecto de ingeniería aeroespacial		9
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Condiciones de diseño
	└─Diseño de protocolo	► En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales
	└─Diseño preliminar	
	└─Condiciones de diseño	



- ▶ En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales
  - ▶ Funcionar con X-Plane 9 y 10

Proyecto de ingeniería aeroespacial		9
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Condiciones de diseño
	└─Diseño de protocolo	▶ En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales
	└─Diseño preliminar	▶ Funcionar con X-Plane 9 y 10
	└─Condiciones de diseño	

- ▶ En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales
  - ▶ Funcionar con X-Plane 9 y 10
- ▶ Funcionar en microcontroladores Arduino y Raspberry Pi Pico

- ▶ En el simulador del laboratorio de técnicas aeroespaciales
  - ▶ Funcionar con X-Plane 9 y 10
- ▶ Funcionar en microcontroladores Arduino y Raspberry Pi Pico
- ▶ Accesible para usuarios con poca experiencia programando

# Soluciones existentes

Proyecto de ingeniería aeroespacial

- 2023-06-27
- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
    - Diseño de protocolo
    - Soluciones existentes

Soluciones existentes



nasa / XPlaneConnect

Type to search

<> Code

Issues 45

Pull requests 9

Actions

Projects

Wiki

Security

Insights

# Home

Christopher Teubert edited this page on Jan 6, 2017 · 8 revisions

## What is X-Plane Connect?

The X-Plane Communications Toolbox (XPC) is an open source research tool used to interact with the commercial flight simulator software X-Plane. XPC allows users to control aircraft and receive state information from aircraft simulated in X-Plane using functions written in C, C++, Java, Python or MATLAB in real time over the network. This research tool has been used to visualize flight paths, test control algorithms, simulate an active airspace, or generate out-the-window visuals for in-house flight simulation software.

XPC was created by the [NASA Ames Research Center Diagnostics and Prognostics Group](#)

1

<sup>1</sup><https://github.com/nasa/XPlaneConnect/wiki>

2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - Diseño de protocolo
  - Soluciones existentes
  - NASA X-Plane Communications Toolbox

NASA X-Plane Communications Toolbox

nasa / XPlaneConnect

Type to search

<> Code

Issues 45

Pull requests 9

Actions

Projects

Wiki

Security

Insights

# Home

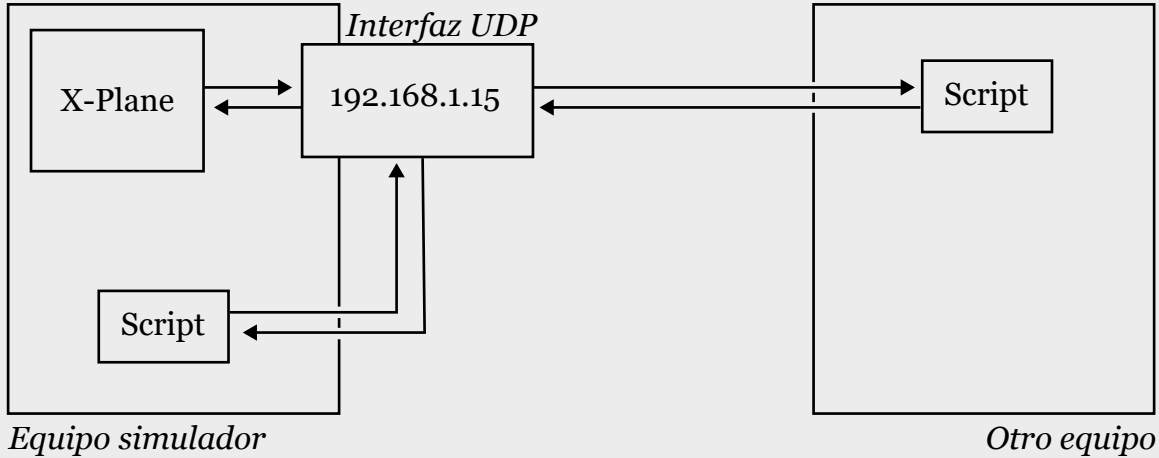
Christopher Teubert edited this page on Jan 6, 2017 · 8 revisions

## What is X-Plane Connect?

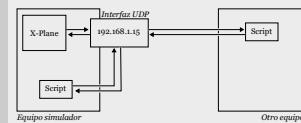
The X-Plane Communications Toolbox (XPC) is an open source research tool used to interact with the commercial flight simulator software X-Plane. XPC allows users to control aircraft and receive state information from aircraft simulated in X-Plane using functions written in C, C++, Java, Python or MATLAB in real time over the network. This research tool has been used to visualize flight paths, test control algorithms, simulate an active airspace, or generate out-the-window visuals for in-house flight simulation software.

XPC was created by the [NASA Ames Research Center Diagnostics and Prognostics Group](#)



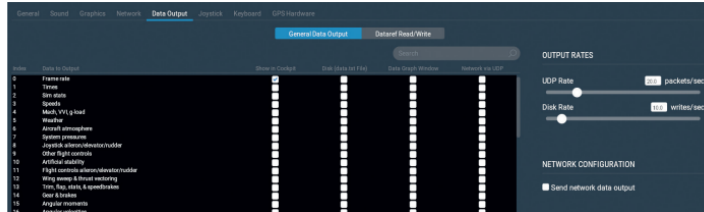


- 2023-06-27
- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
    - Diseño de protocolo
    - Soluciones existentes
      - NASA X-Plane Communications Toolbox



# Entradas y Salidas de Datos en X-Plane

X-Plane es gran fuente de datos, y gran parte de ellos se gestionan en la pantalla “Data Output” (Salida de Datos) que se encuentra en la ventana “Settings” (Ajustes). El botón “General Data Output” (Salida de Datos General) controla a dónde irán los datos de salida.



1

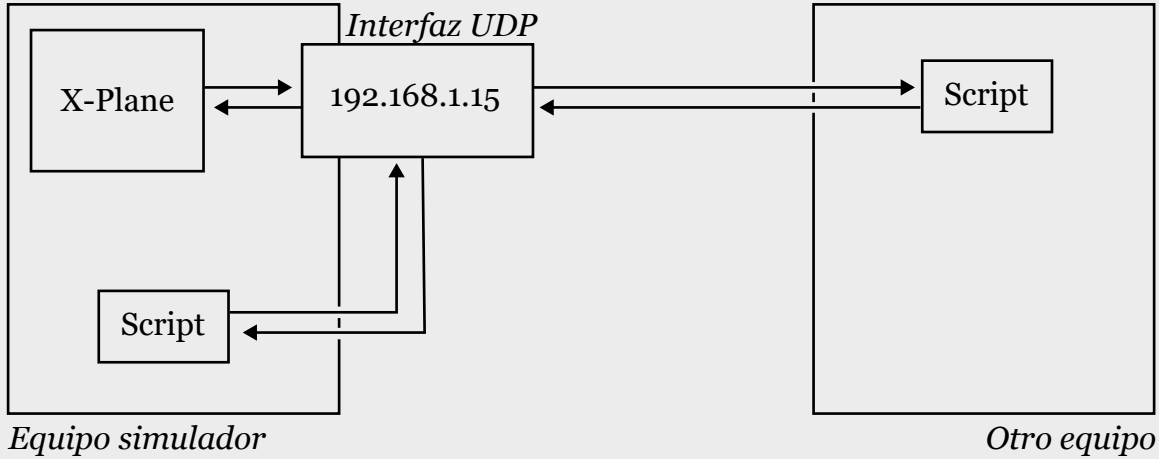
<sup>1</sup>[https://www.x-plane.com/wp-content/uploads/2017/04/Manual\\_XPlane11\\_sp\\_web.pdf](https://www.x-plane.com/wp-content/uploads/2017/04/Manual_XPlane11_sp_web.pdf)

## Entradas y Salidas de Datos en X-Plane

X-Plane es gran fuente de datos, y gran parte de ellos se gestionan en la pantalla "Data Output" (Salida de Datos) que se encuentra en la ventana "Settings" (Ajustes). El botón "General Data Output" (Salida de Datos General) controla a dónde irán los datos de salida.

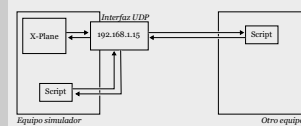



# Interfaz UDP integrada en X-Plane



- 2023-06-27
- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
    - Diseño de protocolo
    - Soluciones existentes
    - Interfaz UDP integrada en X-Plane

Interfaz UDP integrada en X-Plane





SalesFreeVouchersReviewsVendorsInstall App

Search

MSFS3D3X-PLANEFSX & LEGACYTRAINSMORETRAINING

## FSUIPC7 FOR MSFS

### Description

**FSUIPC7: Flight Simulator Universal Inter-Process Communication (for MSFS only)**

FSUIPC7 is a utility program for MSFS which provides an interface for other programs to read and write all sorts of pertinent data relating to the simulation, and in many ways even to control the actual process itself.

It is an essential ingredient in many add-on FS programs, and, in fact, may be installed on your system by any one or more of them already. For most such programs you do not need to actually purchase FSUIPC7.

1

<sup>1</sup><https://secure.simmarket.com/john-dowson-fsuipc7-for-msfs.phtml>

2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - Diseño de protocolo
    - Soluciones existentes
      - Flight Simulator Universal Inter-Process Communication



SalesFreeVouchersReviewsVendorsInstall App

Search

MSFS3D3X-PLANEFSX & LEGACYTRAINSMORETRAINING

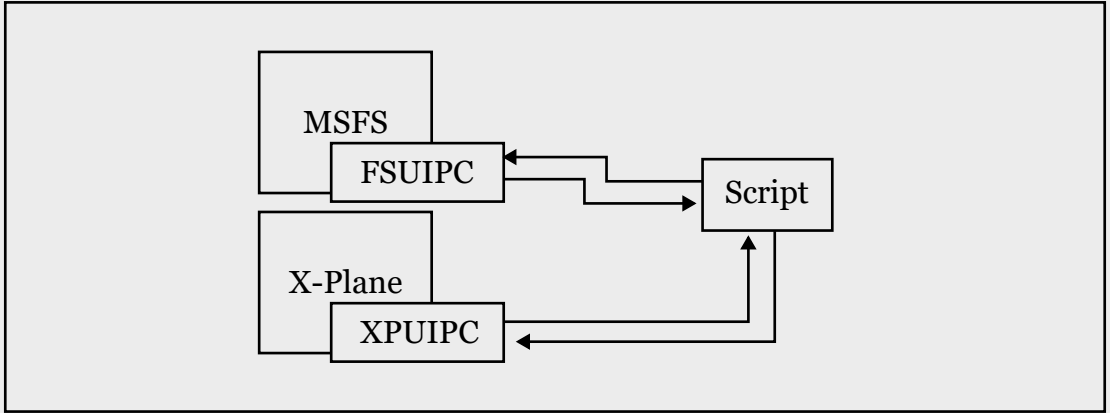
## FSUIPC7 FOR MSFS

### Description

**FSUIPC7: Flight Simulator Universal Inter-Process Communication (for MSFS only)**

FSUIPC7 is a utility program for MSFS which provides an interface for other programs to read and write all sorts of pertinent data relating to the simulation, and in many ways even to control the actual process itself.

It is an essential ingredient in many add-on FS programs, and, in fact, may be installed on your system by any one or more of them already. For most such programs you do not need to actually purchase FSUIPC7.



*Equipo simulador*

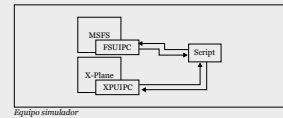
2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- Diseño de protocolo

- Soluciones existentes

- Flight Simulator Universal Inter-Process



# Diseño final

Proyecto de ingeniería aeroespacial		
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	
	└─Diseño de protocolo	
	└─Diseño final	
		Diseño final



► Condiciones de diseño

2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - ─ Diseño de protocolo
  - ─ Diseño final
  - ─ Consideraciones

Consideraciones

- Condiciones de diseño



- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10

2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - └ Diseño de protocolo
  - └ Diseño final
  - └ Consideraciones

- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10





- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador

2023-06-27

- Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos
  - └ Diseño de protocolo
  - └ Diseño final
  - └ Consideraciones

Consideraciones

- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador

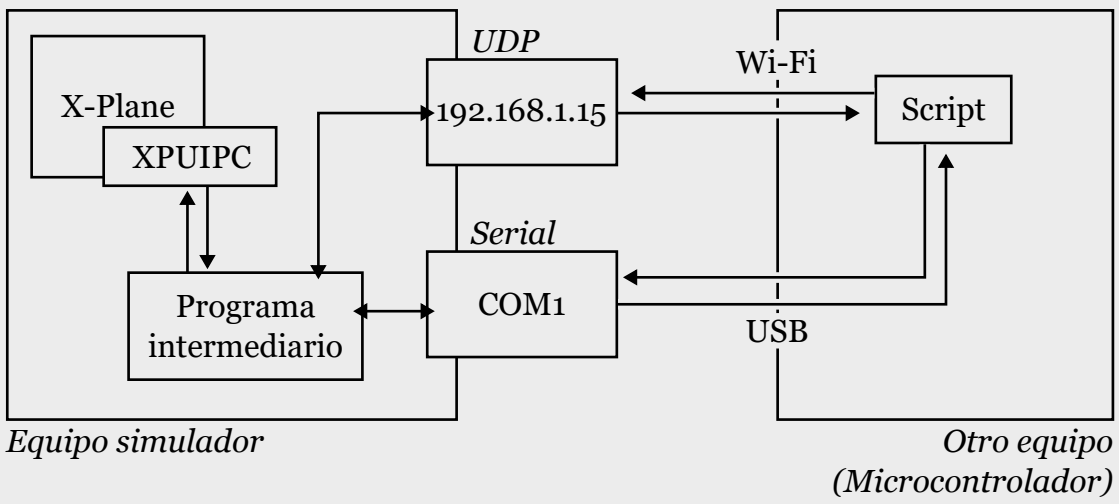
- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador
  - ▶ Las soluciones no son amigables

- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador
  - ▶ Las soluciones no son amigables
- ▶ Decisiones tomadas

- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador
  - ▶ Las soluciones no son amigables
- ▶ Decisiones tomadas
  - ▶ Crear software intermediario personalizado

- ▶ Condiciones de diseño
  - ▶ Todas las opciones funcionan con X-Plane 9 y 10
  - ▶ Muy pocas alternativas diseñadas para microcontrolador
  - ▶ Las soluciones no son amigables
- ▶ Decisiones tomadas
  - ▶ Crear software intermediario personalizado
  - ▶ Construir sobre FSUIPC

# Diagrama

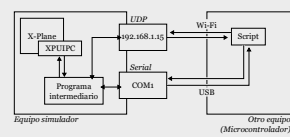


2023-06-27

## Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- Diseño de protocolo
- Diseño final
- Diagrama

Diagrama



- ▶ Comunicación con simulador por plug-in FSUIPC
- ▶ Abre dos canales de comunicación a equipos externos
  - ▶ UDP (Red local)
  - ▶ Serial (USB)

- ▶ Comunicación con simulador por plug-in FSUIPC
- ▶ Abre dos canales de comunicación a equipos externos
  - ▶ UDP (Red local)
  - ▶ Serial (USB)
- ▶ Escrito en C++



- ▶ Strings y secuencias de bytes enviables por UDP y serial
- ▶ Las strings se utilizan para establecer cuantas y cuales variables se enviaran y recibiran posteriormente en secuencias de bytes, ademas del envio de comandos puntuales
- ▶ Las secuencias de bytes contienen la información establecida por las strings, usualmente variables que necesitan ser revisadas con frecuencia como el estado de la aeronave o el envio de comandos para el control

# Implementación

Proyecto de ingeniería aeroespacial

2023-06-27 Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos  
└─ Implementación

Implementación



- Creado con la librería de desarrollo para plug-ins de FSUIPC

Proyecto de ingeniería aeroespacial		20
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Software Intermediario - X-Plane
	└─ Implementación	
	└─ Comunicación	► Creado con la librería de desarrollo para plug-ins de FSUIPC
	└─ Software Intermediario - X-Plane	

- ▶ Creado con librería general para comunicación Serial
- ▶ "" para comunicación por red (Windows Sockets 2)



- ▶ Monitorear variables
- ▶ Controlar variables

2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos

- └ Implementación
  - └ Protocolo
    - └ Comandos básicos



Interfaz grafica que muestra si esta conectado con el simulador, con el microcontrolador, los mensajes que recibe y un terminal para probar el envio y recepcion de mensajes

Proyecto de ingeniería aeroespacial		23
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Funcionalidad QoL
	└─ Implementación	
	└─ QoL	
	└─ Funcionalidad QoL	

Interfaz grafica que muestra si esta conectado con el simulador, con el microcontrolador, los mensajes que recibe y un terminal para probar el envio y recepcion de mensajes



2023-06-27 Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos

- └ Implementación
- └ QoL





# Conclusión

Proyecto de ingeniería aeroespacial

2023-06-27 Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos  
└─ Conclusión

Conclusión



Se establece el protocolo de comunicación entre el sistema

Proyecto de ingeniería aeroespacial		25
2023-06-27	Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane y microcontroladores externos	Objetivos
	└─ Conclusión	Se establece el protocolo de comunicación entre el sistema

**Gracias por su atención**

Proyecto de ingeniería aeroespacial

2023-06-27

Establecimiento de protocolo de comunicación entre X-Plane  
y microcontroladores externos  
└─ Conclusión

Gracias por su atención