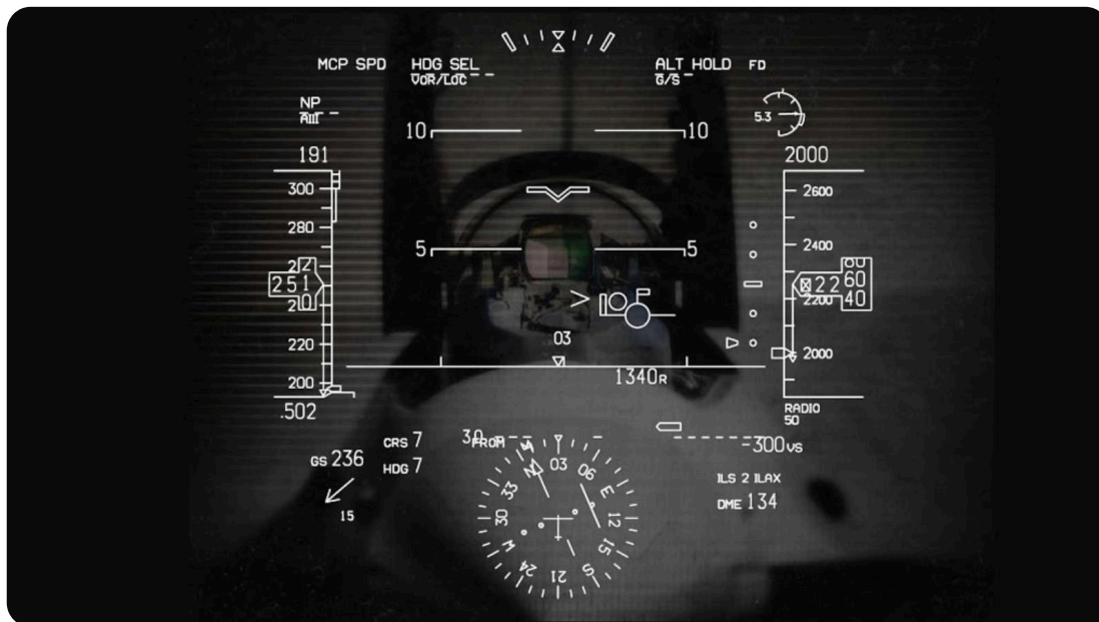


[General](#)[Teóricos](#)[Prácticos](#)[Proyecto](#)[Inicio](#)[Instrumentos](#)[Aeronave](#)

## Introducción

La representación de los instrumentos se propone llevarla a cabo mediante la implementación de un Head Up Display (HUD). Este sistema de visualización de datos de vuelo se encuentra presente en aeronaves militares aunque actualmente comienza a utilizarse en aeronaves de transporte (comerciales). El mismo consta de un sistema de proyección que se ubica en frente del campo visual del piloto en el cual se muestran parámetros de vuelo esenciales para el control de la aeronave así como también ayudas visuales e información específicas de la tarea que está realizando el piloto (ej. navegación, re-aprovisionamiento en vuelo, aterrizaje, ataque, etc.).



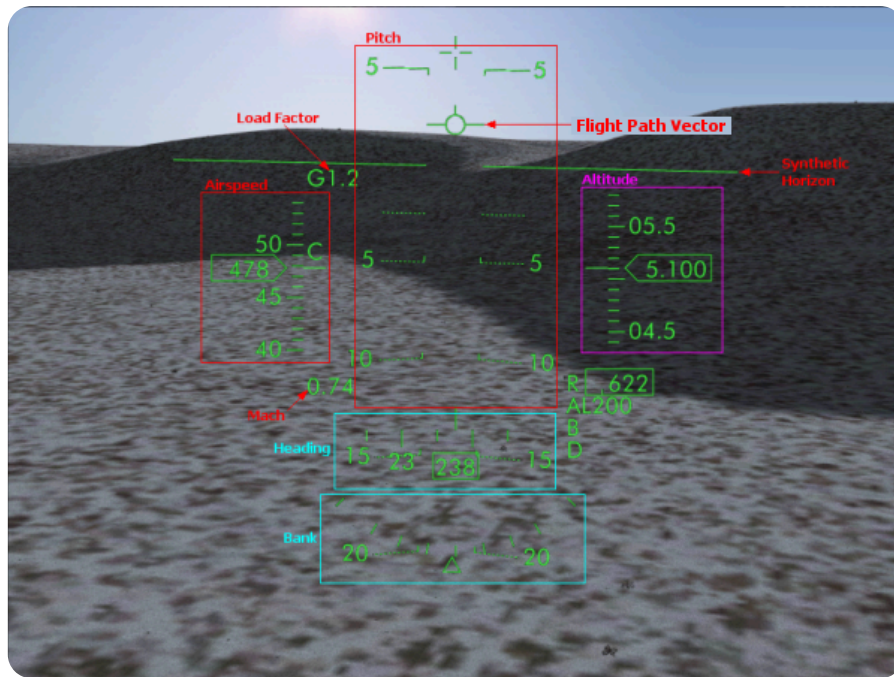
Ejemplo proyección de instrumento en HUD de aeronave - Bae Systems [🔗](#)

Sistema de proyección HUD para aeroplano - Bae Systems [🔗](#)

Para el proyecto se pide desarrollar una representación sencilla de un HUD que incluya como mínimo los siguientes datos de vuelo (instrumentos):

- Altímetro
- Anemómetro ó indicador de velocidad
- Horizonte artificial
- Compás ó brújula
- Indicador de velocidad vertical
- Ayuda visual para navegación (indicador de waypoint)

Como modelo para realizar la composición del HUD se tomará de referencia la siguiente imagen que está tomada de un simulador de vuelo de la aeronave F-16.

HUD de referencia para la implementación - SimScape [🔗](#)

## Descripción general de los instrumentos

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los instrumentos. En el documento [FAA-H-8083-15B - Instrument Flying Handbook](#) publicado por la FAA (USA) se puede usar como guía de referencia para cada uno de los instrumentos.

**Altímetro**

Este instrumento indica al piloto la altitud de presión en la que se encuentra volando la aeronave. El principio de funcionamiento se basa en la medición de la presión atmosférica y la transformación de la misma en altitud siguiendo el modelo de atmósfera estándar.

**Anemómetro o indicador de velocidad**

Este instrumento indica al piloto la velocidad a la que está volando la aeronave. El principio de funcionamiento se basa en la medición de dos presiones (total y estática) mediante una sonda que se denomina pitot-estática y la transformación de la misma en velocidad mediante el modelo de Saint-Venant ó Lord Raleigh (de acuerdo al régimen de vuelo: subsónico ó supersónico). Esta indicación es muy importante para el piloto ya que le permite determinar en que condición de vuelo se encuentra la aeronave (pérdida, máxima autonomía, máximo alcance, etc.).

**Horizonte artificial**

Este instrumento indica al piloto la posición relativa de la aeronave respecto a la aceleración de la gravedad por lo que indirectamente le está indicando la posición respecto al horizonte local donde se encuentre volando la aeronave. El principio de funcionamiento de este instrumento se basa en la medición del cambio de orientación de la aeronave respecto a un giróscopo. La indicación que ve el piloto en este instrumento representa el ángulo de cabeceo y el ángulo de rolido de la aeronave. El primero indica la actitud de la misma respecto a un eje que es perpendicular al plano de simetría de la aeronave y por lo tanto da una indicación si la nariz de la aeronave se encuentra hacia abajo, nivelada o hacia arriba respecto al horizonte. El ángulo de rolido indica la actitud de la aeronave respecto al eje longitudinal de la misma y por lo tanto permite determinar cual es el ángulo de inclinación de las alas respecto al horizonte.

**Compás ó brújula**

Este instrumento indica al piloto la dirección de la nariz de la aeronave respecto el norte magnético como un ángulo en grados sexagesimales. El principio de funcionamiento se basa en la medición del campo magnético terrestre mediante un sensor magnético (magnetómetro). Esta indicación permite al piloto determinar en que dirección se esta moviendo la aeronave respecto a referencias geográficas.

**Indicador de velocidad vertical o variómetro**

Este instrumento indica al piloto la velocidad vertical de la aeronave (respecto a la dirección de la aceleración de la gravedad). El principio de funcionamiento de este instrumento se basa en la medición de la velocidad de variación de la presión atmosférica que se transforma a una velocidad. La indicación permite determinar al piloto si la aeronave está ascendiendo, se mantiene a nivel o está descendiendo y a qué velocidad lo está haciendo.

**Ayuda visual a la navegación (indicador de waypoint)**

Esta funcionalidad no forma parte de los instrumentos primarios de vuelo, pero sirve para cuando el piloto está realizando una navegación mediante un circuito de waypoints para desplazarse entre dos puntos de la tierra. Es una indicación visual de cuál es la dirección en la que tiene que orientar la aeronave para llegar al siguiente waypoint del circuito. Esto ayuda a mantener la aeronave en ruta sin tener que estar consultando constantemente un mapa o carta de navegación. Los datos necesarios para esta ayuda visual los genera la computadora de misión a partir del plan de vuelo que se le haya cargado.

## Directivas para la implementación

Se propone realizar una implementación colaborativa de la representación del HUD para el proyecto en donde cada estudiante (o grupo de 2 estudiantes) aporten la representación de uno de los instrumentos que componen el HUD y que luego cada uno por su cuenta pueda integrarlo en el proyecto general del simulador. Para ello deberán anotarse en la siguiente planilla indicando qué instrumento generará cada uno.

 [Planilla de asignación de instrumentos 2025](#)

A modo de ejemplo se provee a continuación un ejemplo de un programa de OpenGL en el que se grafican líneas bidimensionales usando una proyección ortográfica. La idea es que los instrumentos se representen mediante un conjunto de líneas siguiendo como referencia las figuras mostradas antes.

**Código fuente**

Tener en cuenta: para poder compilar tienen que incluir una clase propia para manejo de Shaders o reemplazar por funciones equivalentes que administren el funcionamiento de los mismos.



[Ejemplo graficación de líneas 2D](#)

Se asumirá que los datos de vuelos necesarios para poder actualizar las escalas / posiciones de los componentes de los instrumentos se pasaran mediante una estructura de datos como la siguiente:

```
// Estructura para datos de puntos de navegación
typedef struct Waypoint {
    float latitude;    // [deg]
    float longitud;    // [deg]
    float altitude;    // [ft]
} Waypoint;

// Estructura para datos de vuelo
typedef struct FlightData {
    float pitch;       // [deg]
    float roll;        // [deg]
    float heading;     // [deg]
    float altitude;    // [ft]
    float speed;       // [kt]
    float vertical_speed; // [ft/min]
    Waypoint waypoint;
} FlightData;
```

---

[◀ Proyecto](#)[Ir a...](#)