



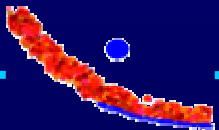
Proyecto Fin de Carrera

Estudio y Diseño de un Cabezal de Recepción para GPS mediante APLAC

Tutor : D. Francisco Javier del Pino Suárez

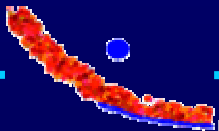
Dr. D. José Ramón Sendra Sendra

Autor : D. Juan Manuel Santana Ibarz



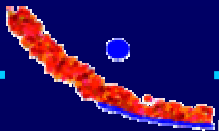
ÍNDICE

- ➔ ○ **Objetivos del Proyecto**
 - **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
 - **Estado del Arte de los Receptores de RF**
 - **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - **APLAC**
 - **Simulaciones Realizadas**
 - **Conclusiones Finales**



Objetivos del Proyecto

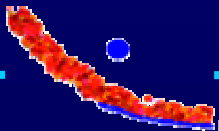
- **Diseño de un cabezal de recepción para GPS, fácil de implementar que cumpla las especificaciones impuestas**
- **Estudio de la herramienta de simulación de sistemas de APLAC para su posterior uso a la hora de diseñar el cabezal, comprobando su capacidad de simulación**



ÍNDICE

Objetivos del proyecto

- ➔ **○ Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- Estado del Arte de los Receptores de RF**
- Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
- APLAC**
- Simulaciones Realizadas**
- Conclusiones Finales**



ÍNDICE

Objetivos del proyecto

Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)

-  **Definición de GPS**

-  **Señal GPS**

-  **Cálculo de la Posición**

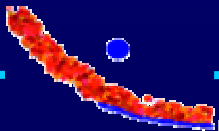
- Estado del Arte de los Receptores de RF**

- Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

- APLAC**

- Simulaciones Realizadas**

- Conclusiones Finales**



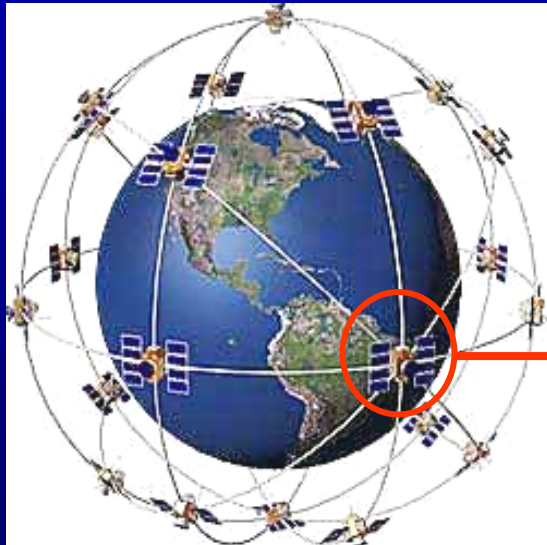
Sistemas de Posicionamiento Global

Definición de GPS

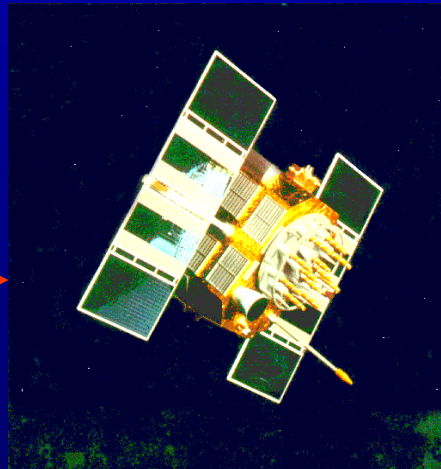
↖ Sistema NAVSTAR

- Segmento Espacial
- Segmento de Control
- Segmento de Usuario

CONSTELACIÓN GPS



SATÉLITE GPS



Servicio de Posicionamiento Estándar
Servicio de Posicionamiento Preciso

Sistemas de Posicionamiento Global

SEÑAL GPS

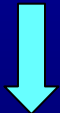
Los satélites GPS emiten dos señales de navegación: L_1 y L_2

L_1 modulada por



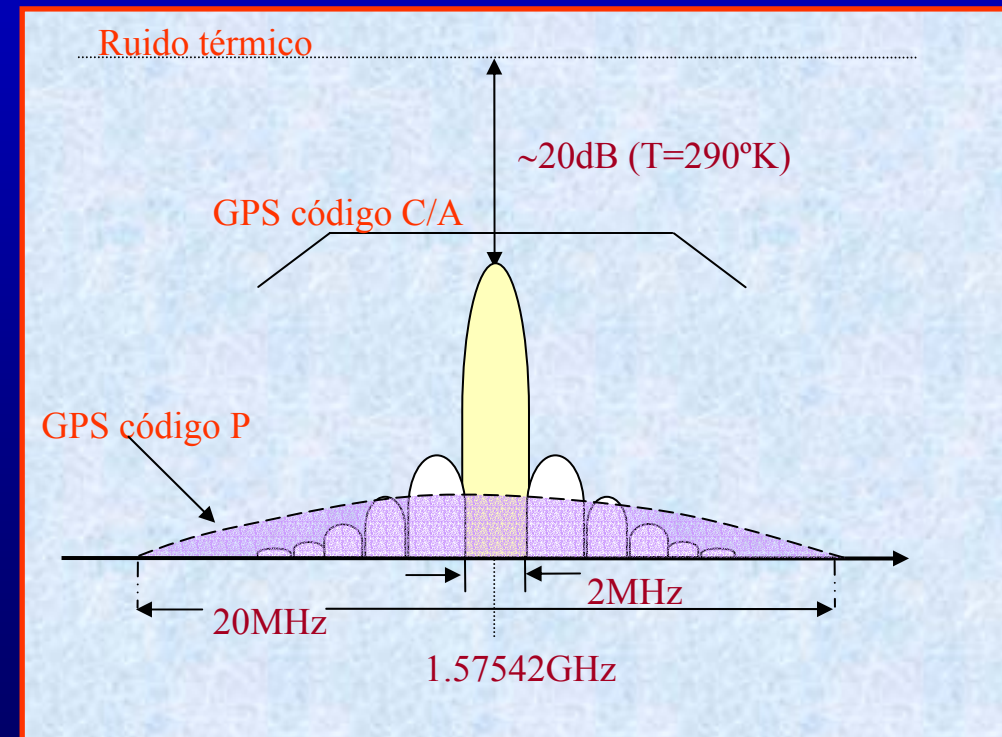
- Código de Adquisición C/A (uso civil)
- Código de Precisión P (uso militar)

L_2 modulada por



- Código de Precisión P (uso militar)

ESPECTRO DE LA BANDA L_1



Sistemas de Posicionamiento Global

CÁLCULO DE LA POSICIÓN

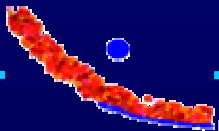
→ TRIANGULACIÓN

→ DISTANCIA AL SATÉLITE

→ SINCRONIZACIÓN DE LOS RELOJES

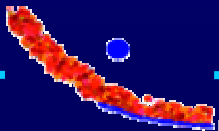
→ POSICIÓN EN EL ESPACIO

→ CORRECCIÓN



ÍNDICE

- 📖 **Objetivos del proyecto**
- 📖 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- ➔ ○ **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



ÍNDICE

📄 **Objetivos del proyecto**

📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**

📁 **Estado del Arte de los Receptores de RF**

📁 Arquitectura HETERODINA

📁 Arquitectura HOMODINA

📁 Arquitectura IF-DUAL

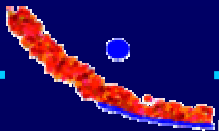
📁 Arquitectura IF-DIGITAL

○ **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

○ **APLAC**

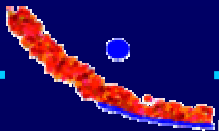
○ **Simulaciones Realizadas**

○ **Conclusiones Finales**



ÍNDICE

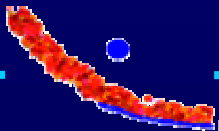
- 📁 **Objetivos del proyecto**
- 📁 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📁 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
 - 📁 **Arquitectura HETERODINA**
 - 📁 **Arquitectura HOMODINA**
 - 📁 **Arquitectura IF-DUAL**
 - 📁 **Arquitectura IF-DIGITAL**
- **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HETERODINA

- Diseño
- Problemas

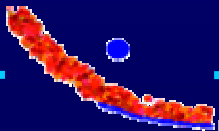


Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HETERODINA

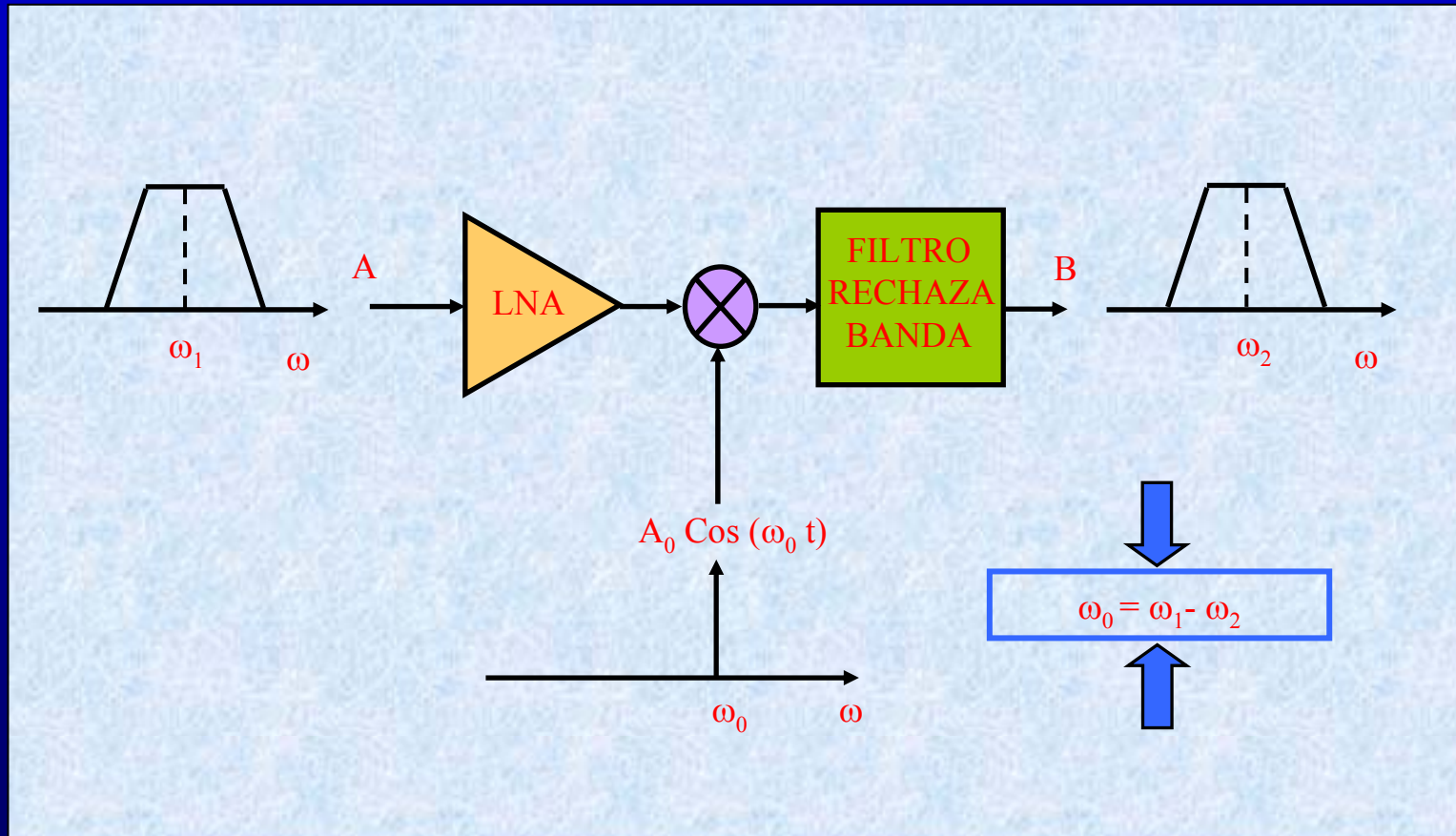
Diseño

– Problemas



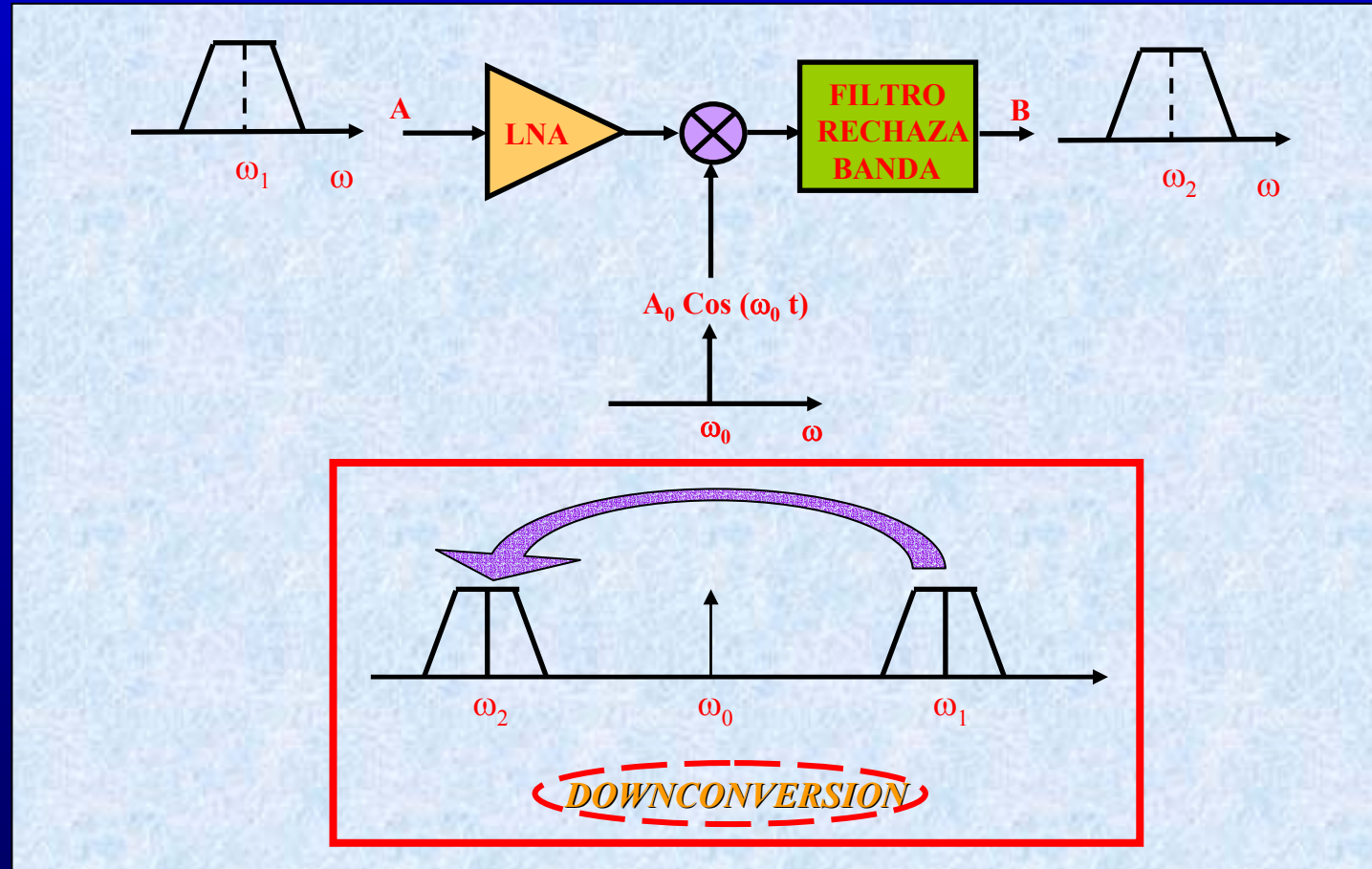
Estado del Arte de los Receptores de RF

✉ Diseño



Estado del Arte de los Receptores de RF

✉ Diseño



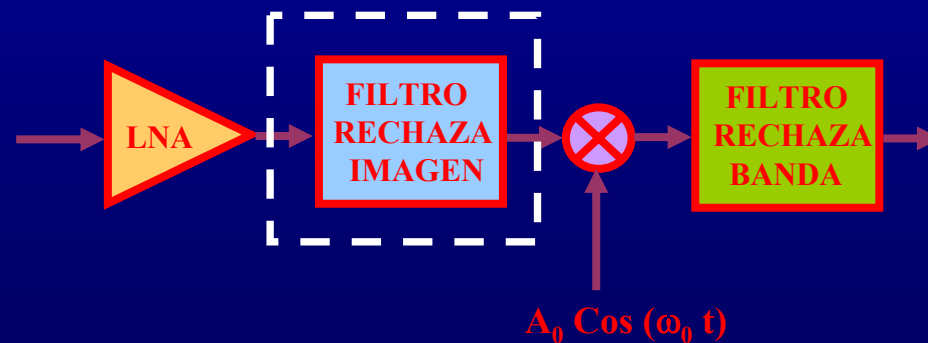
Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HETERODINA

– Diseño

⊗ Problemas

-Problema Relacionado con la Frecuencia Imagen
-Problema Relacionado con la Mitad de la Frecuencia Intermedia



ÍNDICE

📄 **Objetivos del proyecto**

📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**

📁 **Estado del Arte de los Receptores de RF**

📁 Arquitectura HETERODINA

📁 **Arquitectura HOMODINA**

📁 Arquitectura IF-DUAL

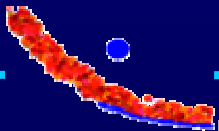
📁 Arquitectura IF-DIGITAL

○ **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

○ **APLAC**

○ **Simulaciones Realizadas**

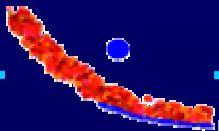
○ **Conclusiones Finales**



Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HOMODINA

- Diseño
- Problemas

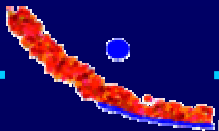


Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HOMODINA

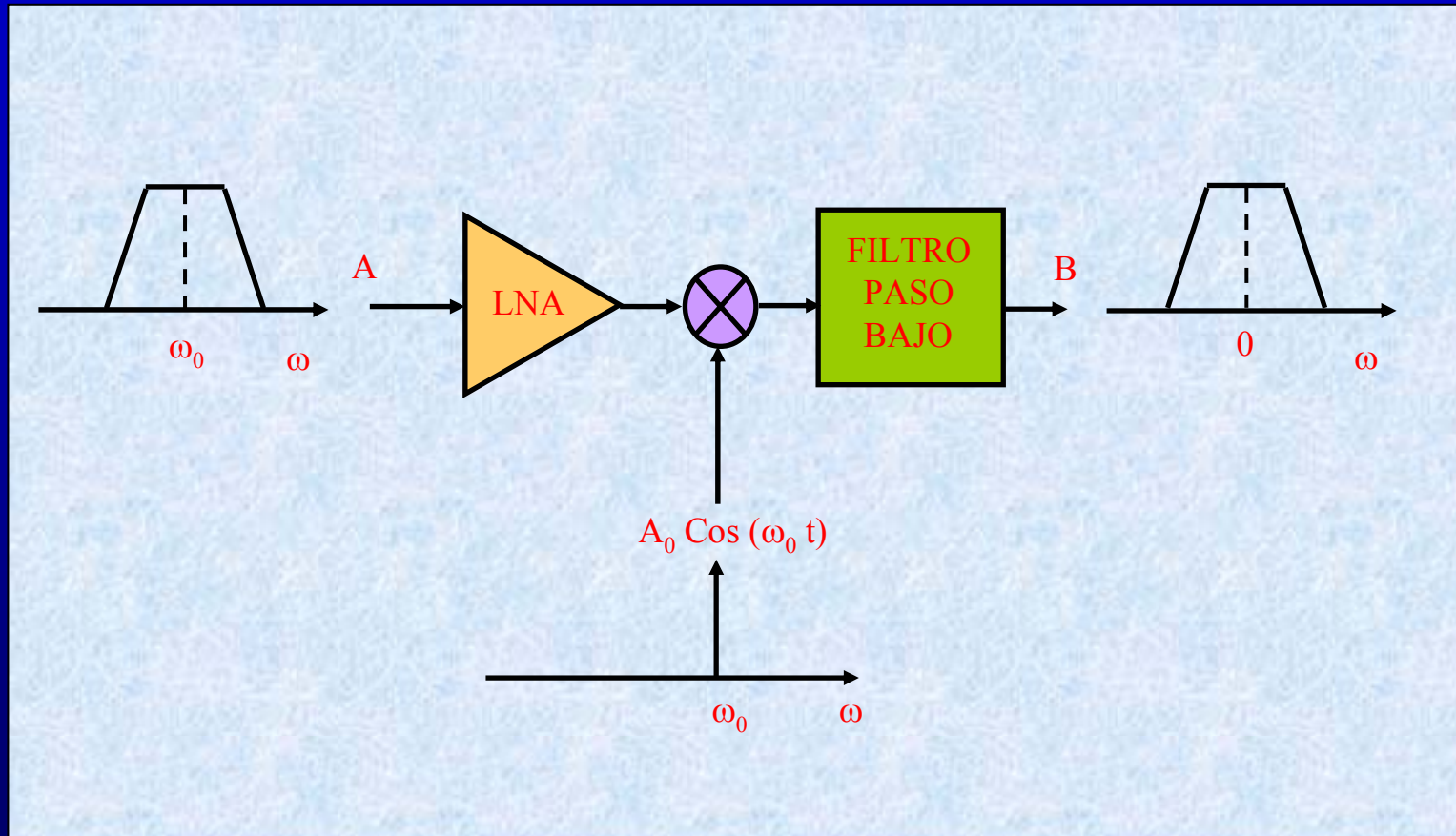
Diseño

– Problemas



Estado del Arte de los Receptores de RF

✉ DISEÑO

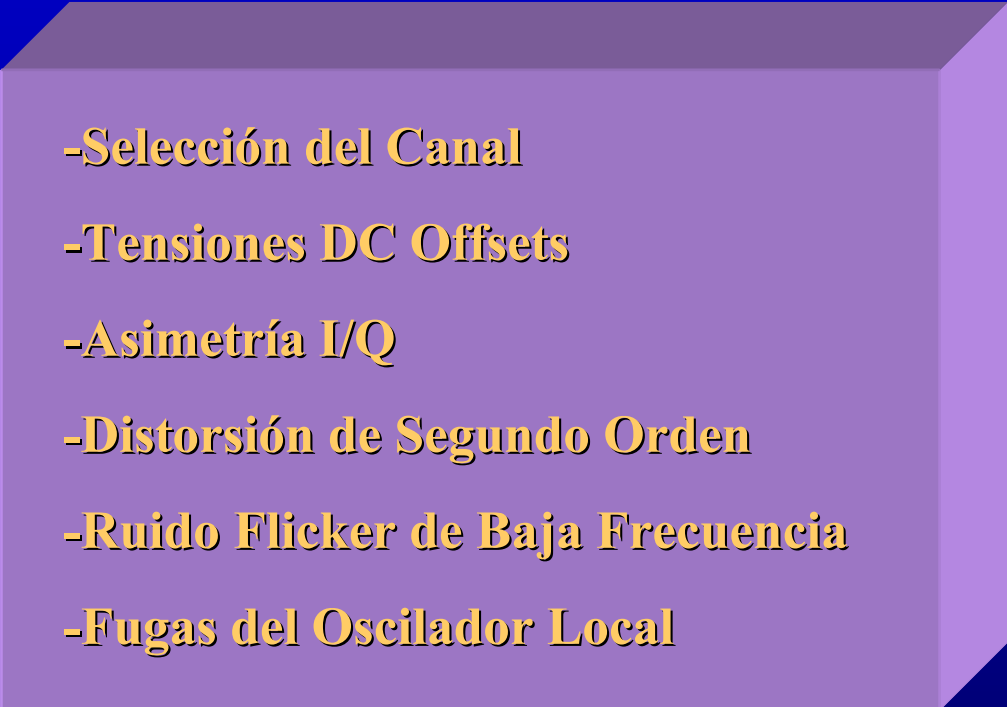


Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA HOMODINA

– Diseño

 Problemas

- 
- Selección del Canal
 - Tensiones DC Offsets
 - Asimetría I/Q
 - Distorsión de Segundo Orden
 - Ruido Flicker de Baja Frecuencia
 - Fugas del Oscilador Local

ÍNDICE

 **Objetivos del proyecto**

 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**

 **Estado del Arte de los Receptores de RF**

 **Arquitectura HETERODINA**

 **Arquitectura HOMODINA**

 **Arquitectura IF-DUAL**

 **Arquitectura IF-DIGITAL**

 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

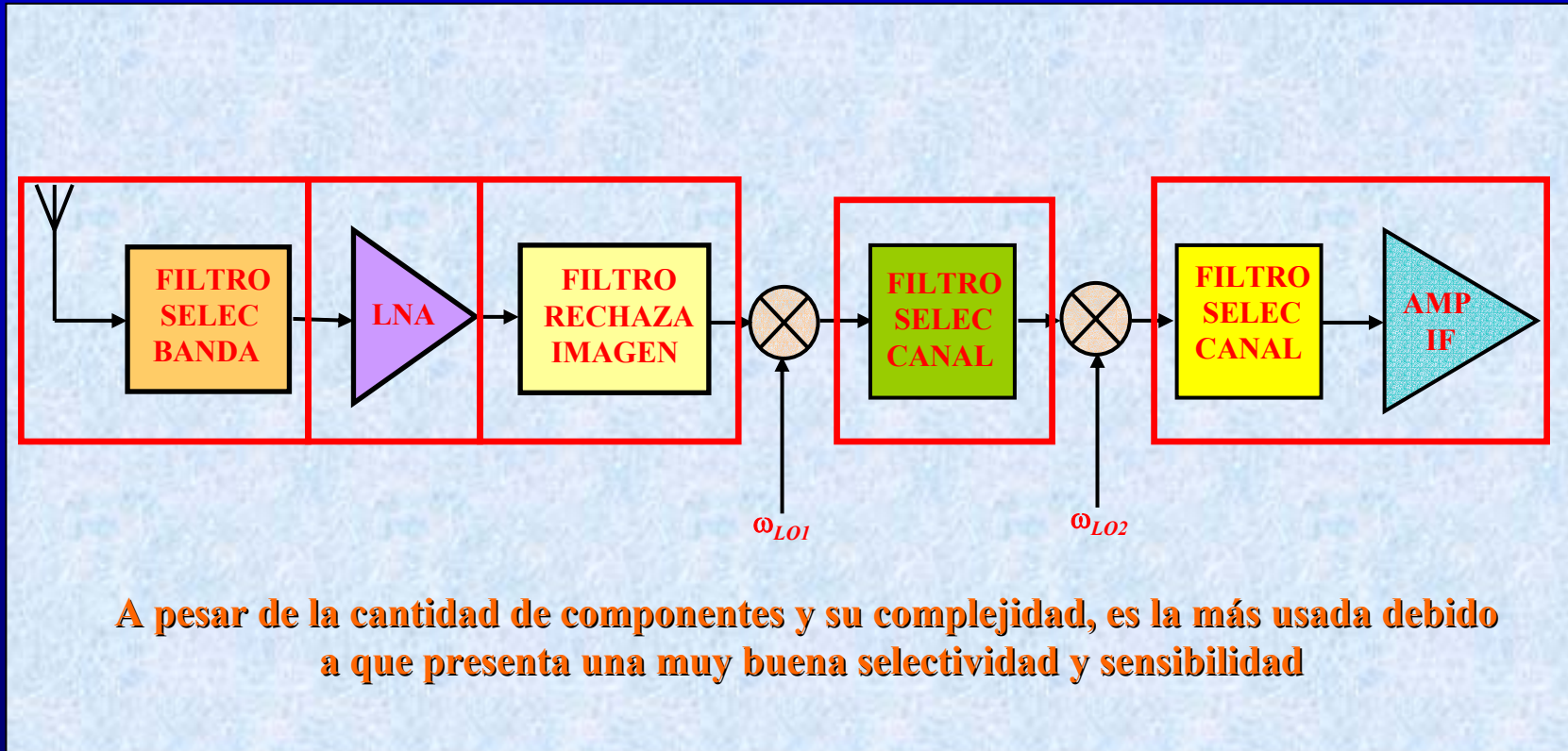
 **APLAC**

 **Simulaciones Realizadas**

 **Conclusiones Finales**

Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA IF-DUAL



ÍNDICE

 **Objetivos del proyecto**

 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**

 **Estado del Arte de los Receptores de RF**

 **Arquitectura HETERODINA**

 **Arquitectura HOMODINA**

 **Arquitectura IF-DUAL**

 **Arquitectura IF-DIGITAL**

 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

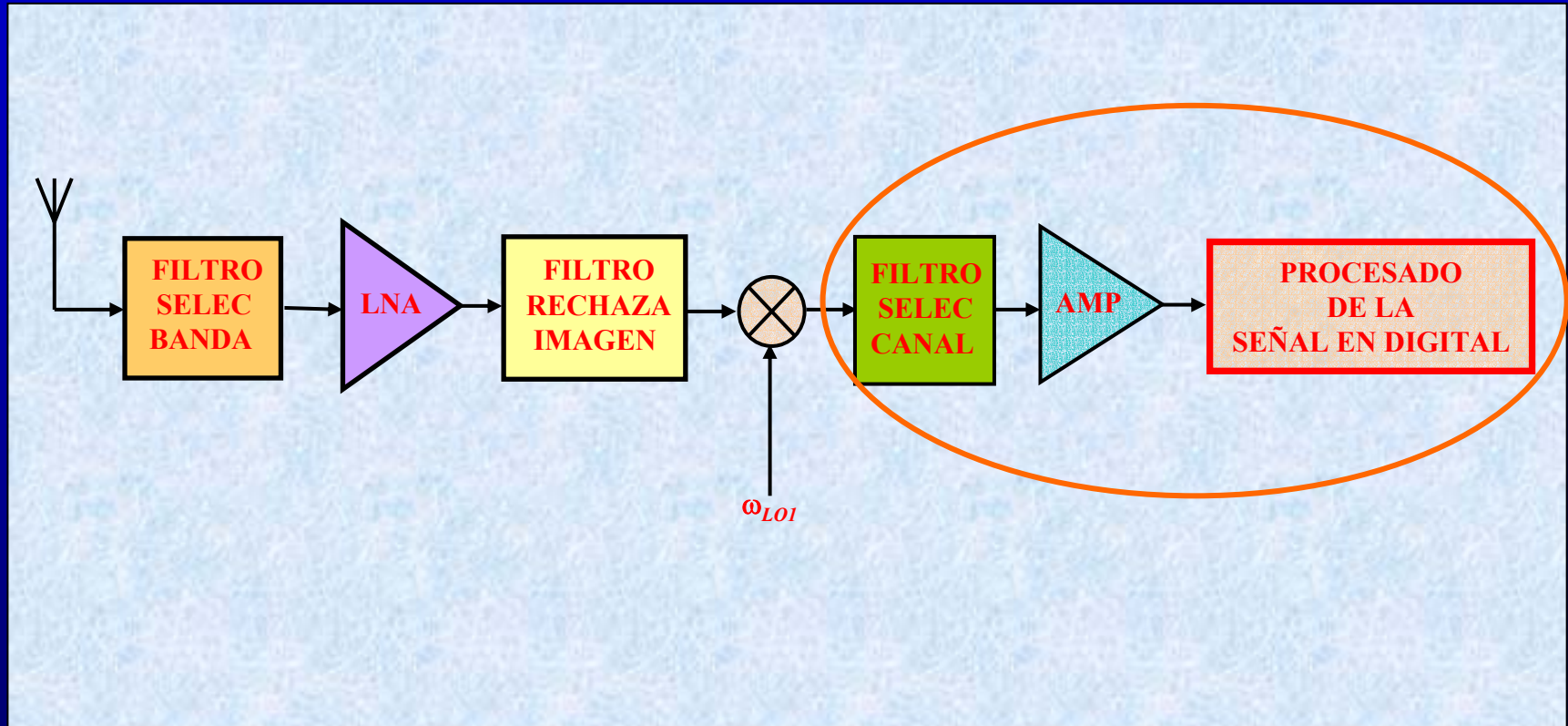
 **APLAC**

 **Simulaciones Realizadas**

 **Conclusiones Finales**

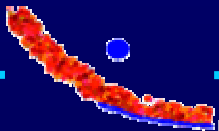
Estado del Arte de los Receptores de RF

ARQUITECTURA IF-DIGITAL



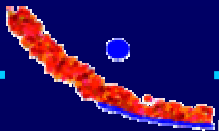
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- ➔ ○ **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - **APLAC**
 - **Simulaciones Realizadas**
 - **Conclusiones Finales**



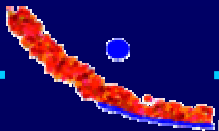
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - 📁 Productos de Intermodulación de Tercer Orden
 - 📁 Ruido
 - 📁 Sensibilidad y Rango Dinámico
 - 📁 Consideraciones Finales
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



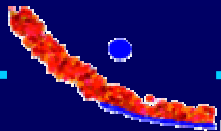
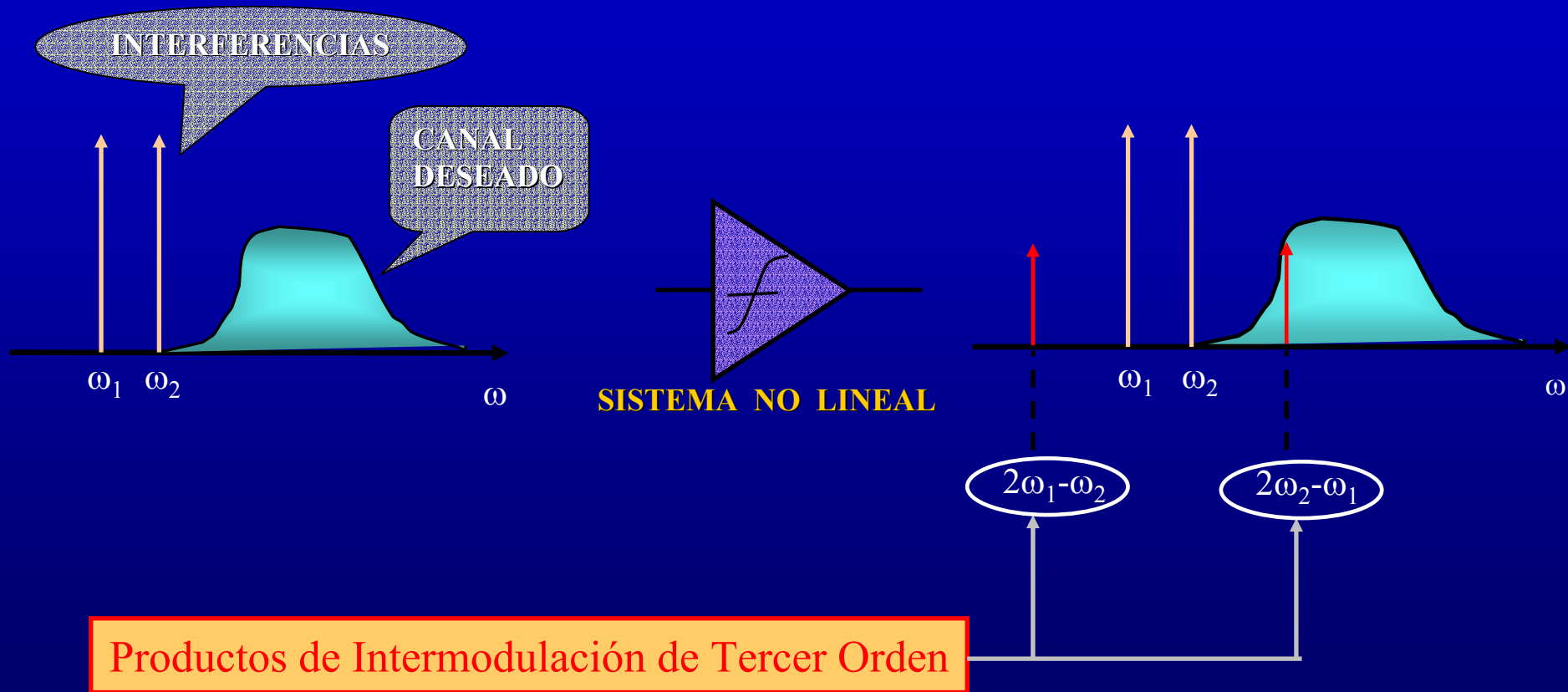
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - 📁 **Productos de Intermodulación de Tercer Orden**
 - 📁 **Ruido**
 - 📁 **Sensibilidad y Rango Dinámico**
 - 📁 **Consideraciones Finales**
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

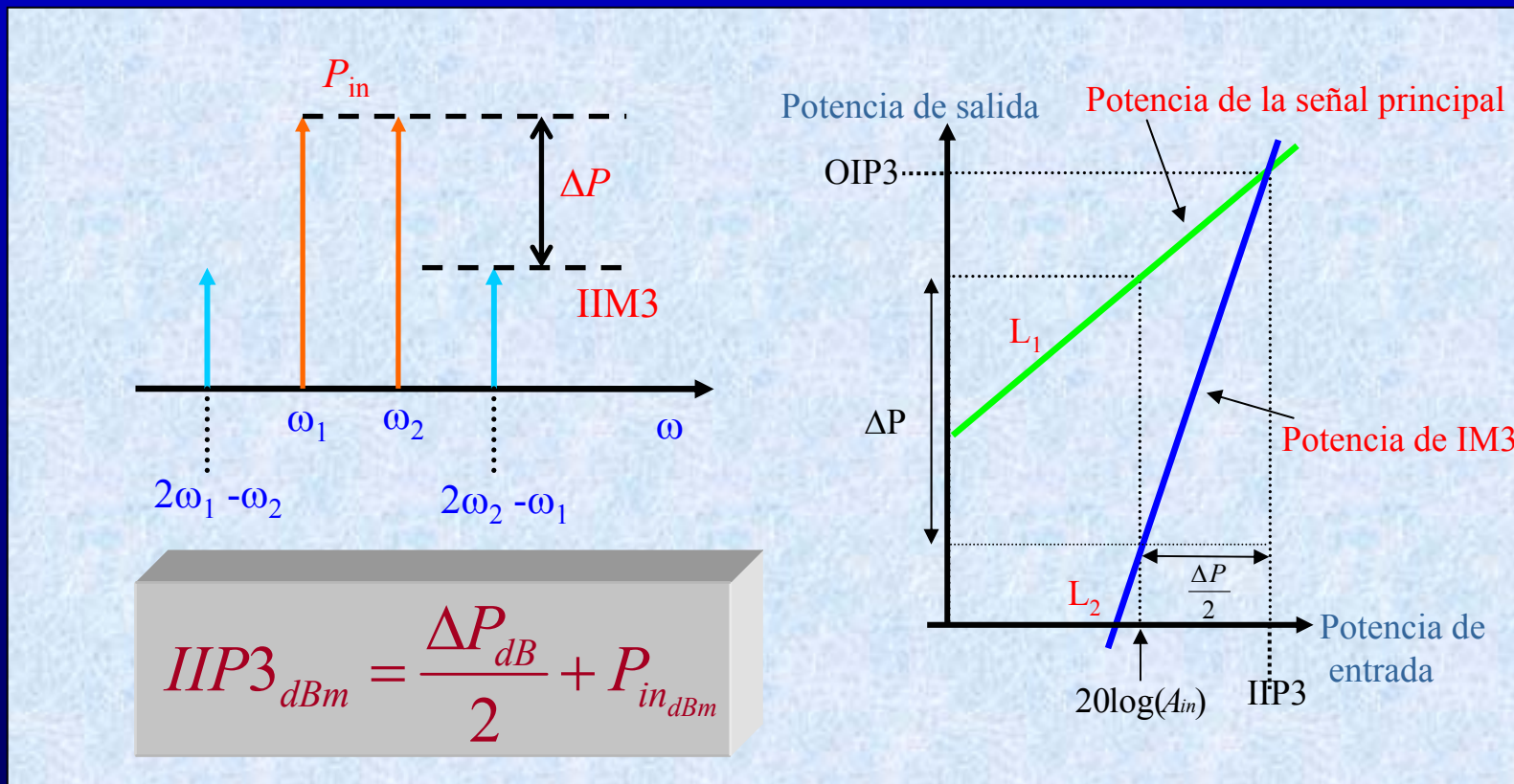
Productos de Intermodulación de Tercer Orden



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

Punto de Intercepción de Tercer Orden (IP3)

Punto donde teóricamente la señal deseada y los productos de distorsión de tercer orden son iguales en amplitud. Define la degradación de una señal debido a la intermodulación de tercer orden de dos interferencias cercanas



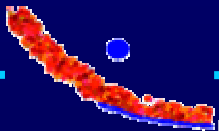
Conceptos Básicos en el Diseño de RF

Punto de Intercepción de Tercer Orden (IP3)

La ecuación usada para obtener el IP3 de entrada (IP3_{in}) de un sistema en cascada será la siguiente

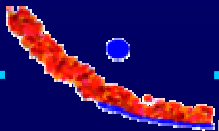
$$IP3_{in} = 10 \log \left(\frac{1}{\frac{1}{IP_1} + \frac{1}{IP_2} + \dots + \frac{1}{IP_N}} \right)$$

- $IP3_{in}$ = IP de entrada de un sistema equivalente.
- IP_1 = IP3 de la primera etapa trasladado a la entrada.
- IP_2 = IP3 de la última etapa trasladada a la entrada.



ÍNDICE

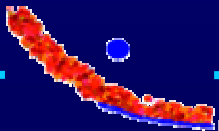
- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - 📁 Productos de Intermodulación de Tercer Orden
 - 📁 **Ruido**
 - 📁 Sensibilidad y Rango Dinámico
 - 📁 Consideraciones Finales
- **APLAC**
- **Simulaciones y Conclusiones**
- **Presupuesto**



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

Ruido

- Definición
- Tipos de Ruido
- Figura de Ruido (NF)



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

✉ Definición

Cualquier interferencia aleatoria no relacionada con la señal de interés.

FUENTES DE RUIDO

```
graph LR; A[FUENTES DE RUIDO] --> B[EXTERNAS AL SISTEMA]; A --> C[INTERNAS AL SISTEMA];
```

EXTERNAS AL SISTEMA

Ruido atmosférico, galáctico, por el hombre

INTERNAS AL SISTEMA

Fenómenos físicos relacionados con el comportamiento de los componentes de los circuitos empleados en RF

Conceptos Básicos en el Diseño de RF

✉ Tipos de Ruido

Ruido Térmico

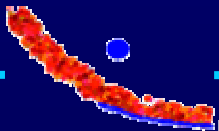


$$\eta = K \cdot T \cdot B$$

Ruido Impulsivo (Ruido Shot)

Ruido Centelleo (Ruido Flicker)

Ruido Ráfaga (Ruido PopCorn)



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

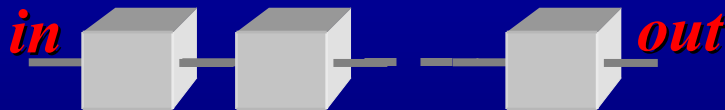
✉ Figura de Ruido

Para un cuadripolo →



$$NF = \frac{SNR_{in}}{SNR_{out}}$$

Para un sistema en cascada →



Ecuación de Friis

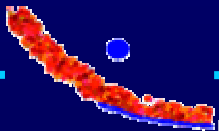
$$NF_{tot} = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{NF_m - 1}{G_1 \dots G_{(m-1)}}$$

Para un sistema atenuador →

$$NF = L$$

ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - 📁 Productos de Intermodulación de Tercer Orden
 - 📁 Ruido
 - 📁 **Sensibilidad y Rango Dinámico**
 - 📁 Consideraciones Finales
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

Sensibilidad

El nivel de señal mínimo que el sistema puede detectar con una relación aceptable de señal-ruido.

$$P_{in,min} = -174 \text{ dBm} / \text{Hz} + NF + 10 \log B + SNR_{min}$$

Rango Dinámico

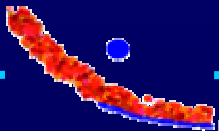
Relación entre el máximo nivel de entrada que un circuito puede tolerar y el mínimo nivel de entrada para el cual el circuito proporciona una razonable calidad de señal a su salida.

$$Peak_SFDR = \frac{2 \cdot (IIP3 - F)}{3} - \cancel{(SNR)}_{min}$$

Para GPS

ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
 - 📁 **Productos de Intermodulación de Tercer Orden**
 - 📁 **Ruido**
 - 📁 **Sensibilidad y Rango Dinámico**
 - 📁 **Consideraciones Finales**
- **APLAC**
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



Conceptos Básicos en el Diseño de RF

Consideraciones Finales

Ecuación de Friis

$$NF_{tot} = NF_1 + \frac{NF_2 - 1}{G_1} + \frac{NF_3 - 1}{G_1 \cdot G_2} + \dots + \frac{NF_m - 1}{G_1 \dots G_{(m-1)}}$$

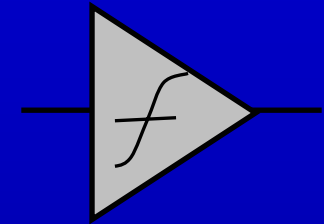
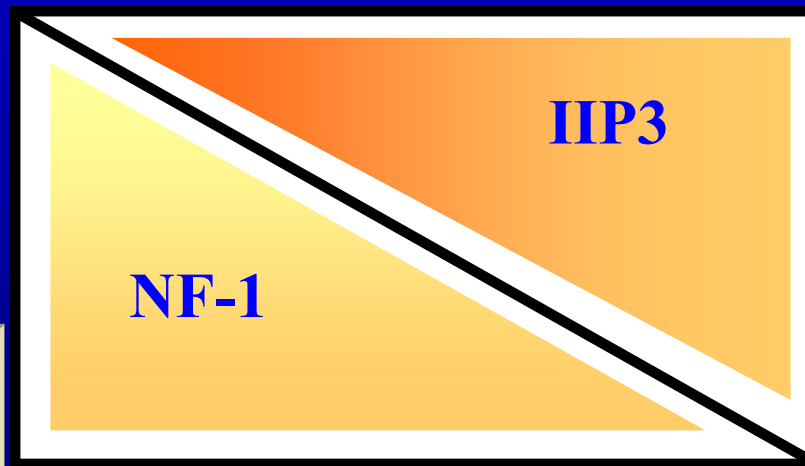
*Contribución
relativa*

$$IP3_{IN} = 10 \log \left(\frac{1}{\frac{1}{IP_1} + \frac{1}{IP_2} + \frac{1}{IP_3} + \dots + \frac{1}{IP_N}} \right) = IIP3$$

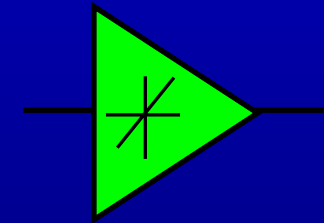
$$IIP3 = OIP3 + G$$

$$IP3_{OUT} = 10 \log \left(\frac{1}{\frac{1}{OIP_N} + \frac{1}{G_N \cdot OIP_{N-1}} + \frac{1}{G_N \cdot G_{N-1} \cdot OIP_{N-2}} + \dots} \right) = OIP3$$

Incremento de etapas



LNA



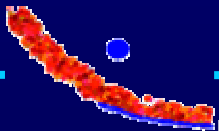
Amplificador Lineal

ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

➔ **○ APLAC**

- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



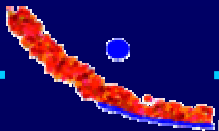
ÍNDICE

- 📁 **Objetivos del proyecto**
- 📁 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📁 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 Comandos
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 Métodos de Optimización

- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



ÍNDICE

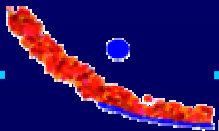
- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

📁 **Implementación de un Sistema**

- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 Comandos
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 Métodos de Optimización

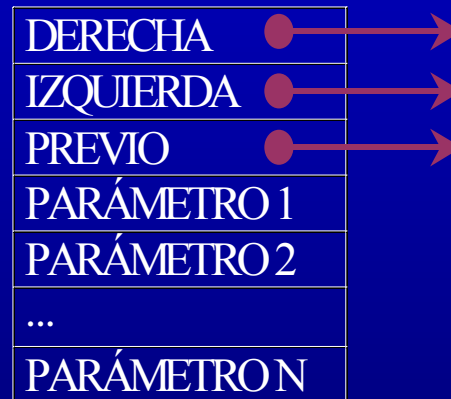
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



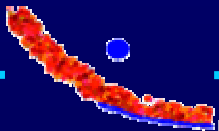
APLAC

Implementación de un Sistema

La implementación de un sistema en cascada se realiza mediante la unión de bloques. Cada uno de estos formados por tres punteros hacia los otros bloques y los valores de los parámetros



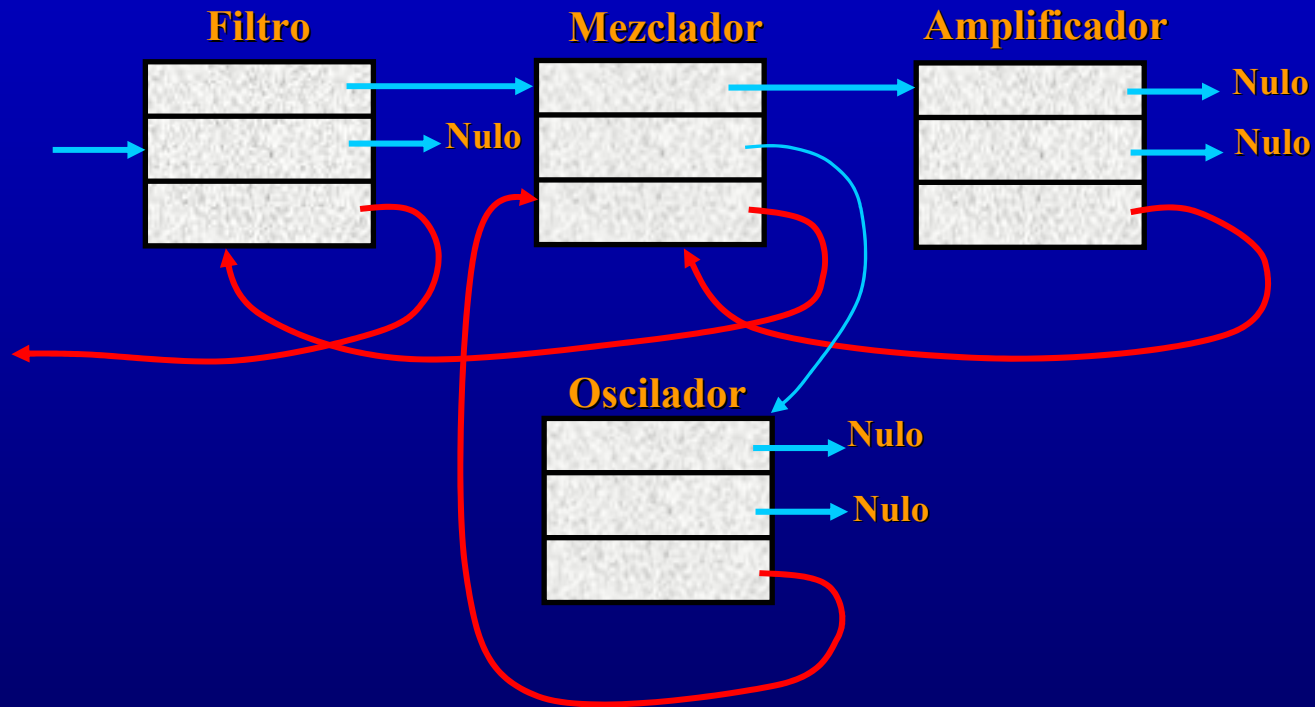
Los punteros son los que están representados por flechas. Se usan para preservar la topología del diagrama de manera que el acceso a los parámetros del bloque sea fácil



APLAC

Implementación de un Sistema

La conexión de los bloques será de la siguiente forma



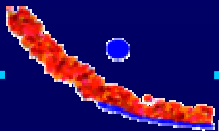
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 **Definición de un Sistema**
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 Comandos
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 Métodos de Optimización

- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



APLAC

Definición de un sistema

- ANTENA (*ANTENNA*)
- AMPLIFICADOR (*AMPLIFIER*)
- FILTRO DE CHEBYSHEV (*CHEBFIL*)
- MEZCLADOR (*MIXER*)
-

AMPLIFIER

Amplifier nombre n-entrada n-salida
+ [Parámetros opcionales]

Parámetros obligatorios

| PARÁMETRO | ARGUMENTO | DEFINICIÓN |
|-----------|---------------------------------|--|
| | Nombre. Conjunto de caracteres. | Nombre asignado al bloque amplificador |
| | n-entrada | Nodo de entrada |
| | n_salida | Nodo de salida |

Parámetros opcionales

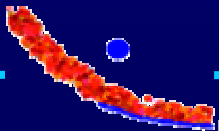
| PARÁMETRO | ARGUMENTO | DEFINICIÓN |
|-----------|-------------------|--|
| GAIN | Variable de APLAC | Ganancia en pequeña señal [dB]. <i>Por defecto:</i> 12 |
| NF | Variable de APLAC | Figura de ruido [dB]. <i>Por defecto:</i> 1.5 |
| IIP2 | Variable de APLAC | Punto de intercepción de segundo orden de entrada [dBm]. <i>Por defecto:</i> 12 |
| IIP3 | Variable de APLAC | Punto de intercepción de tercer orden de entrada [dBm]. <i>Por defecto:</i> -4 |
| ICP | Variable de APLAC | Punto de compresión de entrada. [dBm] <i>Por defecto:</i> ∞ |

APLAC

Definición de un sistema

Se creará en el fichero un bloque de definición del sistema mediante el comando `System...EndSystem`.

```
System nombre del sistema  
  
Antenna B1 ant  
  
Amplifier B2 ant amp1 GAIN=15 NF=2.5  
  
Amplifier B3 amp1 amp2 GAIN=17 NF=3  
  
EndSystem
```



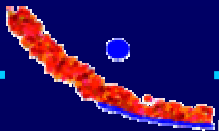
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 **Medidas de un Sistema**
- 📁 Comandos
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 Métodos de Optimización

- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



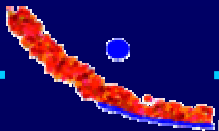
APLAC

Medidas de un Sistema

- GANANCIA TOTAL DEL SISTEMA (*GAIN*)
- GANANCIA BLOQUE A BLOQUE (*GAINBUDGET*)
- IIP3 TOTAL DEL SISTEMA (*IIP3*)
- IIP3 BLOQUE A BLOQUE (*IIP3BUDGET*)
- FIGURA DE RUIDO TOTAL DEL SISTEMA (*NOISEFIGURE*)
- FIGURA DE RUIDO BLOQUE A BLOQUE (*NFBUDGET*)

Se activarán mediante el comando **MEASURE**

Measure nombre del sistema **GAIN** Resultado 0



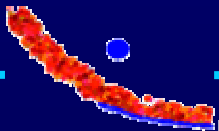
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 **Comandos**
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 Métodos de Optimización

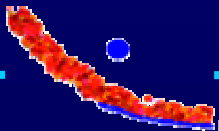
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



APLAC

Comandos

- **APLACVAR** → Define las variables reales, complejas o vectores de números reales
- **DECLARE** → Define las matrices, vectores de nodos, de variables, de componentes, Usado para indicar la medida a realizar en el circuito
- **MEASURE** → Con este comando se pueden realizar barridos en el tiempo, frecuencia
- **SWEEP** → Define los resultados para ser visualizados y/o imprimidos
- **DISPLAY** → Función de salida, se encarga de imprimir en la pantalla. Para obtener un texto en la ventana de gráfico
- **PRINT** →



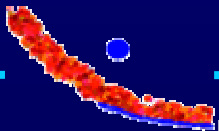
ÍNDICE

- 📁 **Objetivos del proyecto**
- 📁 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📁 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📁 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 Comandos
- 📁 **Salida de un Sistema**
- 📁 Métodos de Optimización

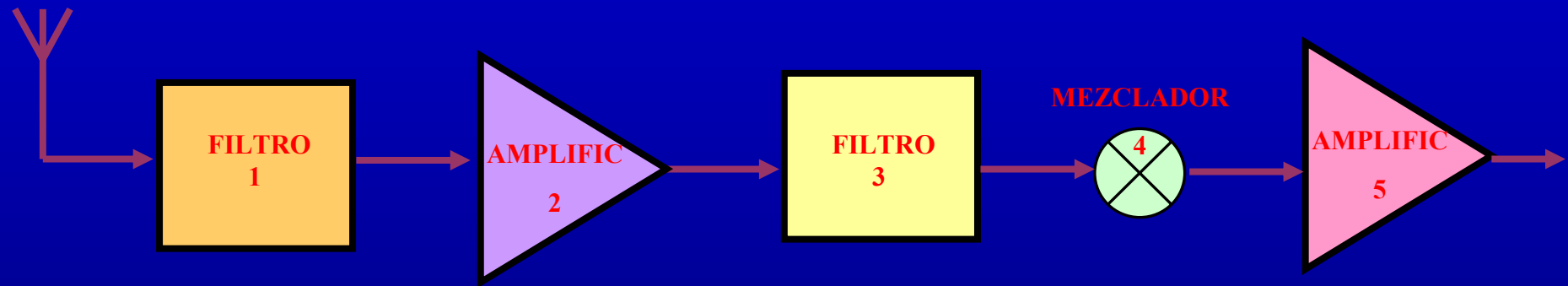
- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



APLAC

Salida de un sistema

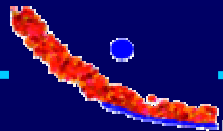
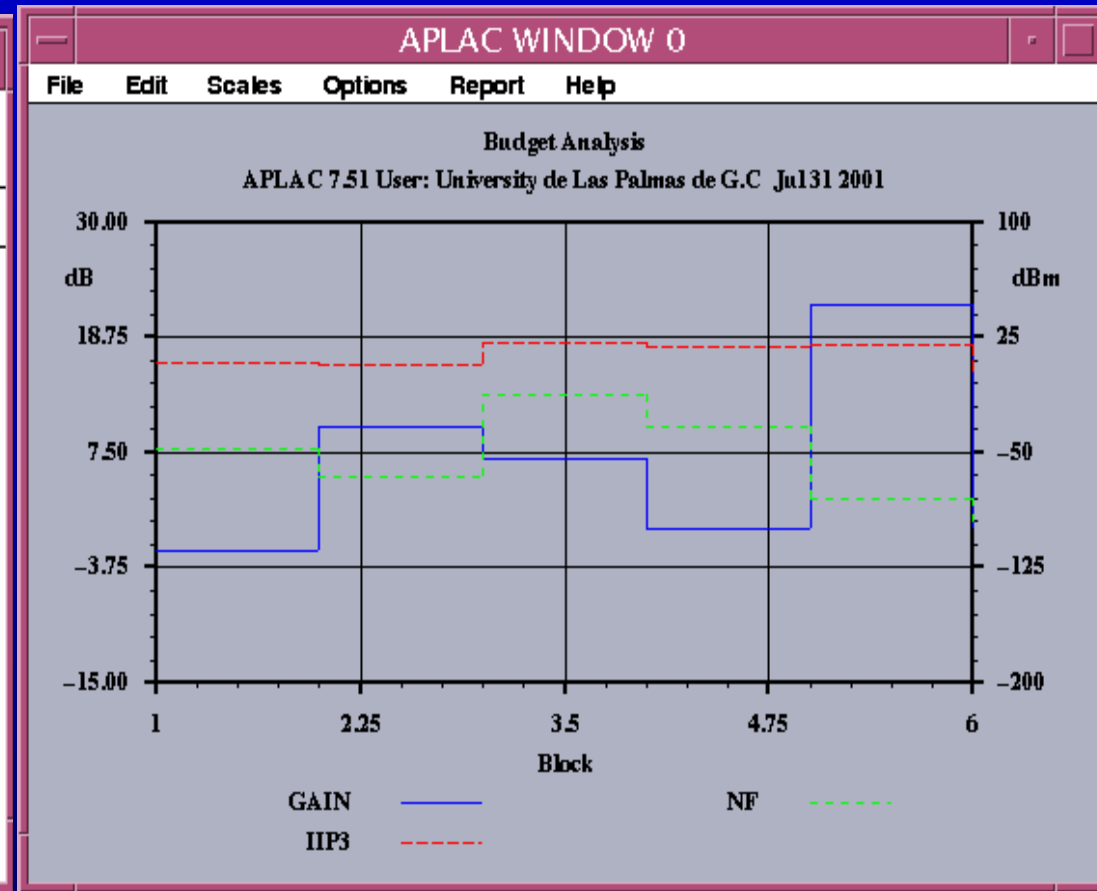
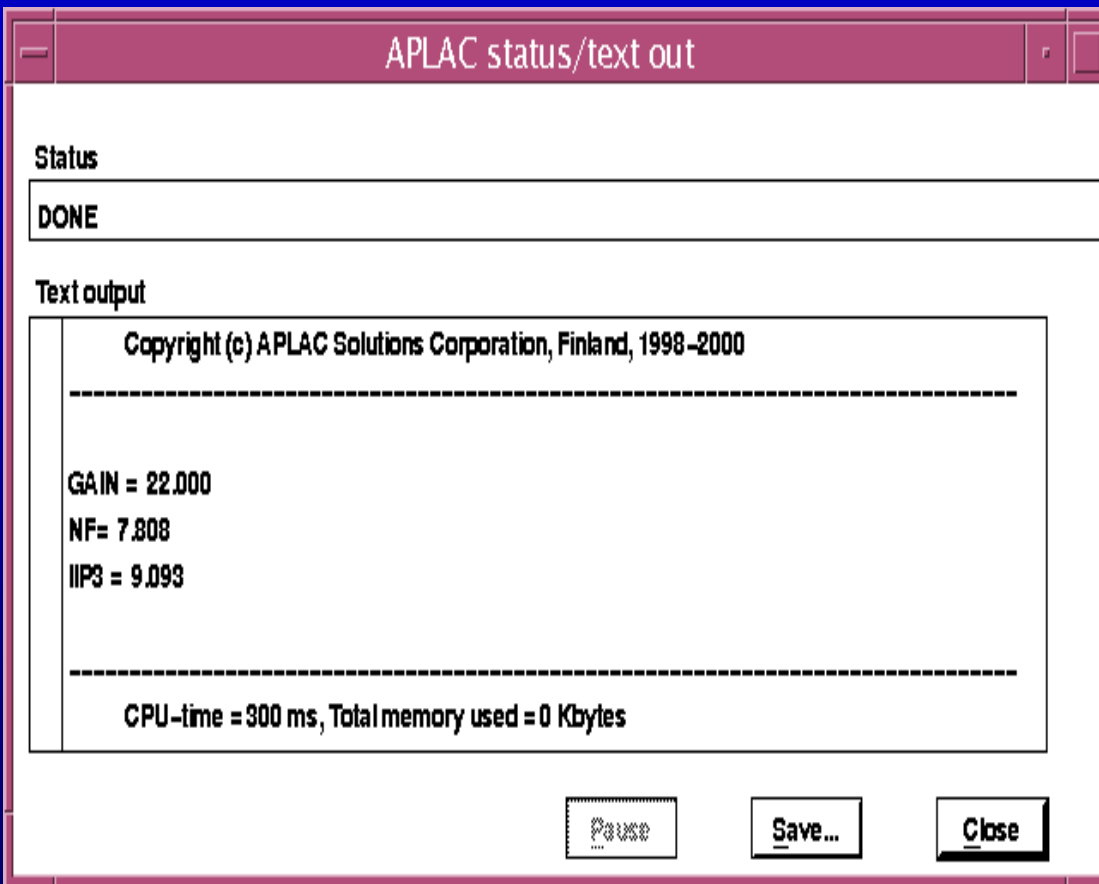
Ejemplo de sistema [7] (Peter Vizmuller)



| | Filtro 1 | Amplif. 2 | Filtro 3 | Mezclador 4 | Amplif. 5 |
|-----------------|----------|-----------|----------|-------------|-----------|
| <i>Ganancia</i> | -2dB | 12dB | -3dB | -7dB | 22dB |
| <i>IIP3</i> | ∞ | 10dBm | ∞ | 20dBm | 20dBm |
| <i>NF</i> | 4dB | 3 | 4dB | 7 | 3 |

APLAC

Salida de un sistema



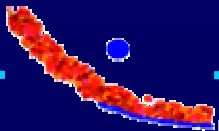
ÍNDICE

- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**

📁 **APLAC**

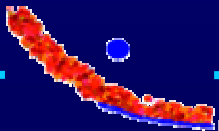
- 📁 Implementación de un Sistema
- 📁 Definición de un Sistema
- 📁 Medidas de un Sistema
- 📁 Comandos
- 📁 Salida de un Sistema
- 📁 **Métodos de Optimización**

- **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



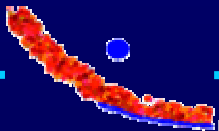
Métodos de Optimización

- *Método de Mínimos y Máximos (MINMAX)*
- *Aleatorio (RANDOM)*
- *Exhaustivo (EXHAUSTIVE)*
- *Nelder Mead (NELDERMEAD)*
- *Manual (TUNING)*
- *Annealing (ANNEAL)*
- *Genético (GENETIC)*
- *Gradiente (GRADIENT)*



ÍNDICE

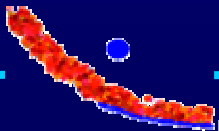
- ④ **Objetivos del proyecto**
- ④ **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- ④ **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- ④ **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
- ④ **APLAC**
- ➔ ○ **Simulaciones Realizadas**
- **Conclusiones Finales**



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Simulaciones Realizadas

- *Especificaciones*
- *Receptores simulados*

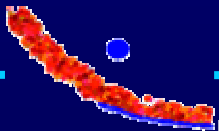


SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Simulaciones Realizadas

 *Especificaciones*

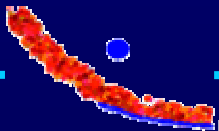
– *Receptores simulados*



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

✉ Especificaciones

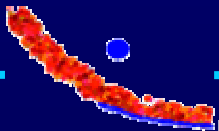
- Ganancia total del sistema = 90dB
 - Figura de ruido = La mínima posible
 - IP3 = Tiene que ser lo mayor posible
 - $N_{out} \geq OIM3$ Si son iguales se obtiene a la salida una SNR máxima
-
- Para emplear los métodos de optimización se ajustaron los límites a los siguientes rangos
 - Ganancia total=90dB
 - NF < 3dB
 - IIP3 > -25dBm
 - Nout = OIM3



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

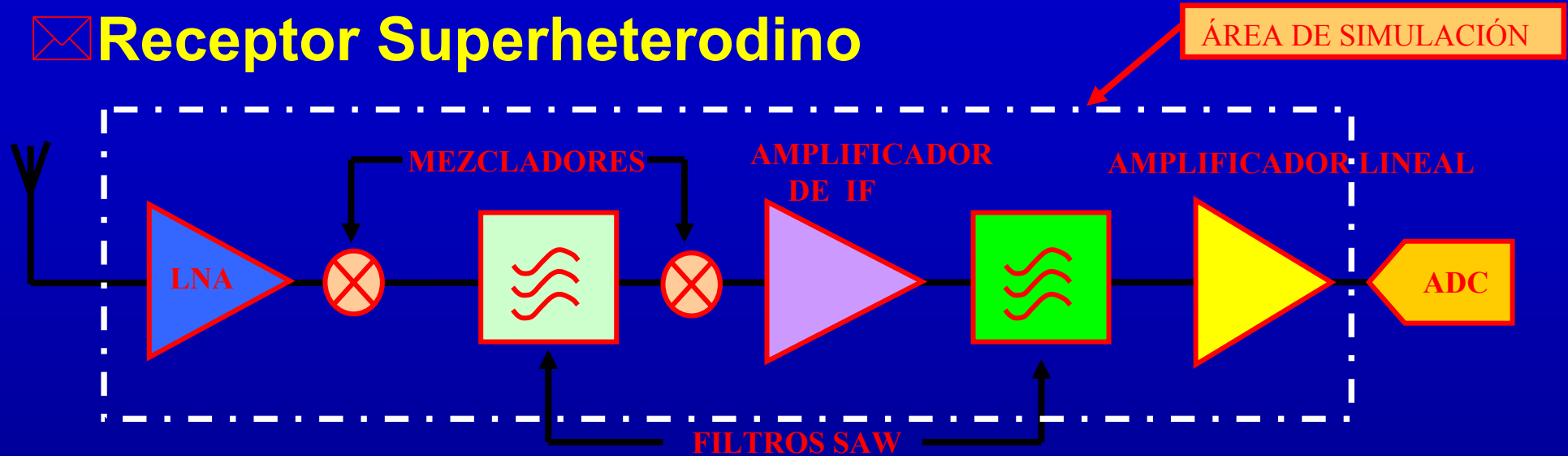
Simulaciones Realizadas

- *Especificaciones*
- Receptores simulados*



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Receptor Superheterodino



| | GANANCIA | NF | IIP3 |
|----------------|----------|-------|----------|
| LNA | 15dB | 2.5dB | -20dBm |
| MEZCLADOR | 5dB | 12dB | 5dBm |
| FILTRO SAW | -3dB | 3dB | 100dBm |
| MEZCLADOR | 5dB | 12dB | 5dBm |
| AMPLIF. IF | 15dB | 3dB | -4dBm |
| FILTRO SAW | -3dB | 3dB | 100dBm |
| AMPLIF. LINEAL | 76dB | 8dB | ∞ |

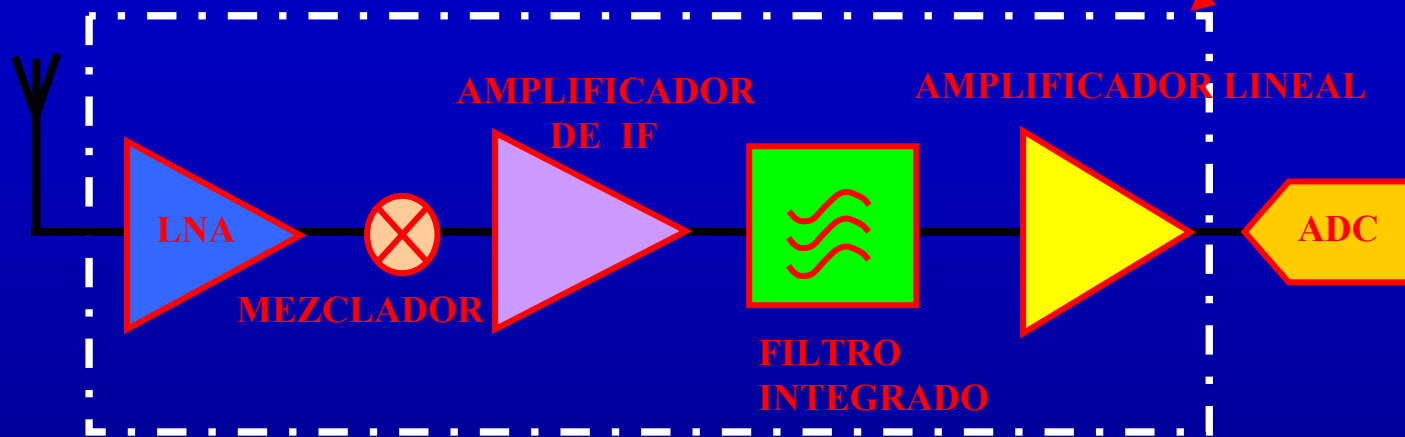
| CARACTERÍSTICAS DEL CABEZAL | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| | G=90.906dB | Nout=-16.042dBm |
| | NF=4.052dB | OIM3=-16.853dBm |
| | IIP3=-25.620dBm | |

| | GANANCIA | NF | IIP3 |
|-------------|----------|---------|------------|
| LNA | 18.905dB | 2.4dB | -25.069dBm |
| MEZCLADOR 1 | -5.999dB | 5.037dB | 4.236dBm |
| MEZCLADOR 2 | -6dB | 5dB | 4.366dBm |
| AMPLIF. IF | 14dB | 2.5dB | -6.342dBm |

SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

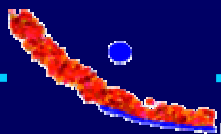
Receptor Heterodino A (T.H.Lee)

Dentro del Chip (On-Chip)



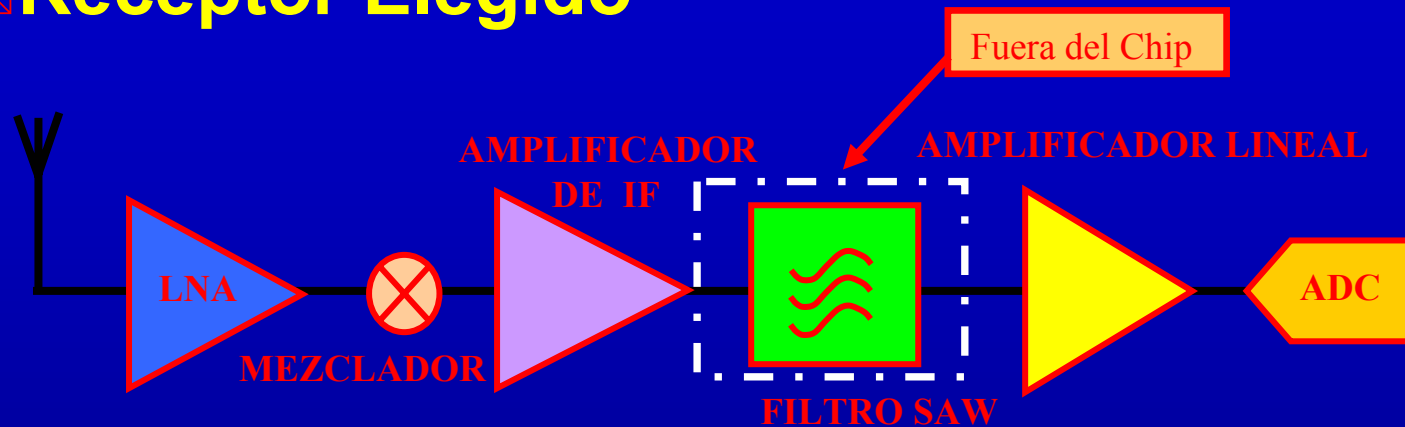
| | GANANCIA | NF | IIP3 |
|----------------|----------|-------|----------|
| LNA | 16dB | 2.4dB | -9dBm |
| MEZCLADOR | -4dB | 6dB | 9dBm |
| AMPLIF. IF | 16dB | 7dB | -6dBm |
| FILTRO | -3dB | 18dB | 3dBm |
| AMPLIF. LINEAL | 78dB | 8dB | ∞ |

| CARACTERÍSTICAS DEL CABEZAL | G=103dB NF=3.387dB IIP3=-25.936dBm | Nout=-4.613dBm OIM3=-4.128dBm |
|-----------------------------|--|----------------------------------|
| | | |



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Receptor Elegido



| | GANANCIA | NF | IIP3 |
|----------------|----------|-------|----------|
| LNA | 16dB | 2.4dB | -24dBm |
| MEZCLADOR | -4dB | 5dB | 9dBm |
| AMPLIF. IF | 13dB | 2.8dB | -3dBm |
| FILTRO | -3dB | 3dB | 100dBm |
| AMPLIF. LINEAL | 68dB | 8dB | ∞ |

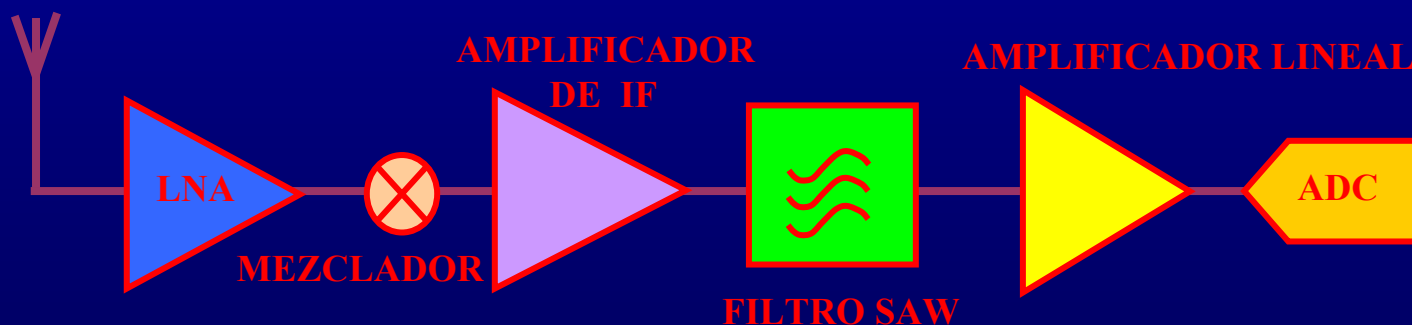
| CARACTERÍSTICAS DEL CABEZAL | G=90dB NF=2.755dB IIP3=-24.591dBm | Nout=-18.245dBm OIM3=-19.817dBm |
|-----------------------------|---|------------------------------------|
| | | |

SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

☒ COMPARATIVA RESULTADOS

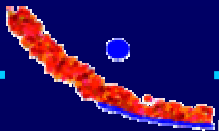
| | RESULTADOS RECEPTOR DUAL | RESULTADOS RECEPTOR A T.H.Lee | RESULTADOS RECEPTOR ELEGIDO |
|-----------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| <i>GANANCIA</i> | 90.906dB | 103dB | 90dB |
| <i>NF</i> | 4.052dB | 3.387 | 2.755dB |
| <i>IIP3</i> | -25.620dBm | -25.936 | -24.591dBm |
| <i>Nout</i> | -16.042dBm | -4.163dBm | -18.245dBm |
| <i>OIM3</i> | -16.853dBm | -4.128dBm | -19.817dBm |

DISEÑO ELEGIDO



ÍNDICE

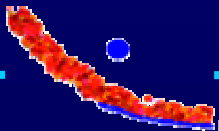
- 📄 **Objetivos del proyecto**
- 📄 **Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)**
- 📄 **Estado del Arte de los Receptores de RF**
- 📄 **Conceptos Básicos en el Diseño de RF**
- 📄 **APLAC**
- 📄 **Simulaciones Realizadas**
- ➔ **Conclusiones Finales**



SIMULACIONES Y CONCLUSIONES

Conclusiones Finales

- *Se ha comprobado la utilidad de APLAC para el diseño y simulación de sistemas.*
- *Se llega al diseño de un cabezal de recepción con menos etapas, una menor NF, un IIP3 mayor y un ruido de salida menor.*
- *Lo verdaderamente interesante es el poder rediseñar un sistema cuando se quiera y obtener los resultados que se requieren en un momento dado.*





Proyecto Fin de Carrera

Estudio y Diseño de un Cabezal de Recepción para GPS mediante APLAC

Tutor : D. Francisco Javier del Pino Suárez

Dr. D. José Ramón Sendra Sendra

Autor : D. Juan Manuel Santana Ibarz

