



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL - CENTENARIO  
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO PARA EFECTO DE  
COMPARACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS APLICANDO LA HERRAMIENTA DE  
SIMULACIÓN MATLAB PARA ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE  
TELECOMUNICACIONES DE LA UPS.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniera en Telecomunicaciones

AUTOR: FERNANDA DAYANARA GRIJALVA AGUIRRE  
TUTOR: ING. PABLO FABIAN ECHEVERRIA ÁVILA MSc.

Guayaquil – Ecuador  
2022

## I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Fernanda Dayanara Grijalva Aguirre, alumna de la Universidad Politécnica Salesiana, autora principal del manuscrito señalado, declaro que los conceptos, análisis de datos y conclusiones del presente artículo académico DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO PARA EFECTO DE COMPARACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA APLICANDO LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN MATLAB PARA ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UPS son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, 2022



Fernanda Grijalva A.

Ci: 0958471138

## II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS

Yo, Fernanda Dayanara Grijalva Aguirre con documento de identificación N° 0958471138, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy la autora del presente trabajo titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO PARA EFECTO DE COMPARACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIA APLICANDO LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN MATLAB PARA ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UPS, mismo que ha sido desarrollado para obtener el título de Ingeniera en Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

Guayaquil, 2022



Fernanda Grijalva A.

Ci: 0958471138

### III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Ing. Pablo Fabian Echeverría Ávila con documento de identificación N.º 0916893357 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE DIDÁCTICO PARA EFECTO DE COMPARACIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS APLICANDO LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN MATLAB PARA ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE TELECOMUNICACIONES DE LA UPS, realizado por Fernanda Dayanara Grijalva Aguirre con documento de identificación N.º 0958471138, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 2022



Ing. Pablo Fabian Echeverría Ávila MSc.

0916893357

#### IV. DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación es dedicado a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, darme salud y la sabiduría para enfrentar los obstáculos que se cruzaron durante todo mi camino universitario.

También se lo dedico a la persona que más amo, mi madre Nancy Cevallos Carrillo que fue un pilar fundamental de apoyo, amor y cariño durante mi vida y carrera universitaria, aunque hoy no pueda acompañarme físicamente en esta etapa, se que ella esta presente y se siente orgullosa de que pude lograr una meta más en mi vida. Y a mi padre Fernando Grijalva Cevallos, que siempre estuvo pendiente de mis estudios y necesidades; supo guiarme y formarme como profesional.

A mi familia, especialmente a mis tíos que siempre han estado presentes para apoyarme, cuando más los necesite estuvieron para mí, para darme sus consejos y acompañarme en todo momento.

## V. AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida, también le agradezco a mi abuelita y madre Nancy Elizabeth Cevallos Carrillo, porque ella me guio con sus buenos consejos y enseñanzas, y gracias a ella puedo estar en el lugar en donde estoy ahora.

También le agradezco de todo corazón a mi padre Fernando Grijalva Cevallos, por nunca haberme fallado en este largo camino, por apoyarme en todas mis decisiones y alentarme a seguir adelante.

## VI. Resumen

El presente proyecto está basado en el software MATLAB, utilizando la herramienta App Design que permite crear programas de manera profesional permitiendo al desarrollador crear una interfaz agradable para el usuario, con esta herramienta se creó un programa que calcula longitud de onda, velocidad de propagación y frecuencia de una onda. El usuario podrá ingresar datos dependiendo del problema planteado. También, este software didáctico permitirá conocer las distintas bandas de frecuencia a través de la herramienta de simulación Matlab, podrá ser utilizado tanto para estudiantes como docentes de la carrera de Telecomunicaciones o afines de la Universidad Politécnica Salesiana durante las prácticas, o para el desarrollo de habilidades y destrezas.

El programa puede ser ejecutado en cualquier computadora sin necesidad de tener instalado el software de MATLAB.

Así mismo, brinda la opción de visualizar de forma más detallada y dar a conocer los distintos campos de información de banda de frecuencia, tales como, utilidad, rangos y características.

Este proyecto tiene la finalidad de incentivar a los alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana a desarrollar programas que sirvan de apoyo en las clases dictadas por lo docentes de la carrera de Telecomunicaciones.

**Palabras claves:** Matlab, software, bandas de frecuencia, longitud, frecuencia, velocidad de propagación.

## VII. Abstract

This project is based on MATLAB software, using the App Design tool that allows you to create programs in a professional way, allowing the developer to create a pleasant interface for the user, with this tool a program will be created that calculates length, propagation speed and frequency of transmission. The user will be able to enter data depending on the problem posed. Also, this didactic software will allow the comparison of frequency bands by applying the MATLAB simulation tool, it can be used by students as teachers of the Telecommunications career or related, of the Salesian Polytechnic University for practices and development of skills and abilities.

The program may be run on any computer without having the software installed MATLAB.

Also, you will have the option to display more detailed way the different fields of information, such as utility, frequency ranges and characteristics.

This project aims to encourage students from the Salesian Polytechnic University to develop programs that support in classes taught by the teachers.

**Key words:** MATLAB, software, frequency bands, length, frequency, speed of propagation.



## VIII. INDICE DE CONTENIDO

I. CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	2
II. CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UPS.....	3
III. CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	4
IV. DEDICATORIA.....	5
V. AGRADECIMIENTO.....	6
VI. Resumen.....	7
VII. Abstract.....	8
VIII. INDICE DE CONTENIDO.....	9
IX. INTRODUCCIÓN.....	10
Marco metodológico.....	11
Técnica de recopilación de datos.....	11
Técnicas de análisis de datos.....	13
Propiedades de una onda.....	13
Longitud de onda.....	14
Frecuencia de una onda.....	15
Velocidad de propagación.....	17
Espectro Electromagnético.....	20
Interpretación de resultado.....	21
Conclusión.....	30
Recomendaciones.....	30
Referencias.....	31
Anexos.....	33

## IX. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está desarrollado en el software MATLAB utilizando la herramienta APP DESIGN, en el cual se utilizaron distintas herramientas y comandos para el desarrollo del programa. Dicho programa puede ser instalado en las computadoras de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, y podrán utilizarlo tanto los estudiantes como docente de la carrera de Telecomunicaciones o afines.

El principal objetivo del proyecto es que los estudiantes puedan conocer las bandas de frecuencia, su uso y características, adicional podrán hacer cálculos de Longitud de onda, Frecuencia y Velocidad de propagación de una onda.

Como resultado, se obtuvo un programa que puede ser ejecutado en distintas computadoras sin la necesidad de contar con el software MATLAB, tal programa se divide en dos secciones de uso didáctico, la primera sección es de cálculo en la cual el usuario podrá ingresar datos como amplitud, Frecuencia, Longitud de onda, Velocidad de propagación y ángulo de fase para resolver ejercicios y a la vez visualizar su respectiva gráfica. En la segunda sección del programa encontramos las distintas bandas de frecuencia y en cada una de ellas aparecerá su descripción, utilidad y características.

Con este proyecto se logró:

- Diseñar un programa didáctico que permite evaluar las distintas bandas de frecuencia y hacer cálculos de Longitud de onda, Frecuencia y Velocidad de propagación de una onda.
- Desarrollar un programa con la ayuda de la herramienta App Design, que permite desarrollar un archivo ejecutable que podrá ser instalado en cualquier computadora sin contar con el uso del software MATLAB.
- Simular las distintas gráficas de longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación de una onda, al momento de ingresar los datos a través del programa App Design.
- Desarrollar las pruebas específicas de cálculos de Longitud de onda, Frecuencia y Velocidad de propagación de una onda para que los estudiantes y docentes puedan utilizar el programa con facilidad.

## Marco metodológico

### Técnica de recopilación de datos

Para la obtención de datos se realizó una investigación profunda en distintas páginas y artículos para de esta manera recopilar toda la información necesaria para crear el programa.

La principal investigación fue la de las bandas de frecuencia y de esta manera tener conocimiento de la misma y poder desarrollar la problemática al momento de crear el programa.

Con esta investigación se conoció que las bandas de frecuencia parten del espectro radioeléctrico que brinda diversos servicios de Telecomunicaciones. Cada gama de frecuencia dispone de distintas características que permiten varias posibilidades de recepción. Generalmente también se las nombra Onda media, Onda corta, FM (VHF), etc. Las frecuencias se miden en "Hertzios".

[1]

Múltiplo	Abreviatura	Hertz	También denominado
Kilo Hertz	KHz	1.000 Hz	Kilociclos (Kc/s)
Mega Hertz	MHz	1.000 KHz	Megaciclos (Mc/s)
Giga Hertz	GHz	1.000 MHz	Gigaciclos (Gc/s)

*Tabla 1: Medidas y abreviaturas de las bandas de frecuencia. [1]*

### DISTRIBUCIÓN CONVENCIONAL DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

SIGLA	DENOMINACIÓN	LONGITUD	GAMA DE FRECUENCIA	CARACTERÍSTICA	USO TÍPICO
<b>VLF</b>	Very Low Frecuencias	30.000 m	10 KHz	Propagación por onda de tierra, atenuación débil.	Enlaces de radio a gran distancia,
	Frecuencias muy bajas	a 10.000 m	a 30 KHz	Características estables	Enlaces de radio a gran distancia,
<b>LF</b>	Low Frecuencias	10.000 m	30 KHz	Similar a la anterior,	radio a gran distancia,
	Frecuencias bajas	a 1.000 m	a 300 KHz	pero características menos estables	ayuda a la navegación

					aérea y marítima.
<b>MF</b>	Medium Frecuencias	1.000 m	300 KHz	Similar a la precedente pero con una absorción elevada durante el día. Propagación prevalentemente ionosférica durante la noche.	Radiofusión.
	Frecuencias medias	a 100 m	a 3 MHz		
<b>HF</b>	High Frecuencias	100 m	3 MHz	Propagación prevalentemente ionosférica con fuertes variaciones estacionales.	Comunicación a media y larga distancia.
	Frecuencias altas	a 10 m	a 30 MHz		
<b>VHF</b>	Very High Frecuencias	10 m	30 MHz	Prevalentemente propagación directa, esporádicamente propagación ionosférica o troposférica	Enlaces de radio a corta distancia, televisión frecuencia modulada.
	Frecuencias muy bajas	a 1 m	a 300 MHz		
<b>UHF</b>	Ultra High Frecuencias	1 m	300 MHz	Exclusivamente propagación directa, posibilidad de enlaces por reflexión o a través de satélites artificiales	Enlaces de radio, Radar, ayuda a la navegación aérea, Televisión.
	Frecuencias ultra altas	a 10 cm	a 3 GHz		

<b>SHF</b>	Super High Frecuencias	10 cm	3 GHz	Como la precedente	Radar, enlaces de radio.
	Frecuencias super altas	a 1 cm	a 30 GHz		
<b>EHF</b>	Extra High Frecuencias	1 cm	30 Ghz	Como la precedente	Como la precedente.
	Frecuencia Extra-altas	a 1 mm	a 300 Ghz		

*Tabla 2: División del espectro electromagnético [1]*

Tal como se observó en la Tabla 2, encontramos la división del espectro radioeléctrico, recordemos que las bandas de frecuencia parten del mismo. Esta división fue llevada a cabo por el CONSEJO CONSULTIVO INTERNACIONAL DE LAS COMUNICACIONES (CCIR) de la UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT) en el año 1953. [1]

Para la sección de cálculo y gráficas se hizo un estudio sobre como reaccionan las ondas al momento de variar valores como longitud de onda, amplitud y ángulo de fase. Utilizando la herramienta App Design que brinda el software MATLAB y poniendo en práctica los comandos y conocimientos brindados por la institución se logró los objetivos propuestos.

## Técnicas de análisis de datos

### Propiedades de una onda

Para poder generar una onda, se debe tener en cuenta la amplitud, ángulo de fase, periodo y longitud, ya que esos valores son indispensables para poder generar la gráfica.

- **La amplitud.** - La amplitud de la señal en el gráfico es el valor de la señal en cada punto de la onda. Es igual a la distancia vertical desde cualquier punto del eje al eje horizontal [2]
- **El ángulo de fase.** - Es el desplazamiento de la onda ya sea izquierda o derecha de la recta y se mide en grado o radianes. [3]
- **El periodo.** - El período indica el tiempo que tarda la señal en segundos, para completar un ciclo. [2]

## Longitud de onda

Como ya se conoce la longitud es la distancia física o espacio que existe entre una cresta de onda con la siguiente, esta va en proporción a la velocidad de su frecuencia y energía que transporta. [4]

### Representación

La longitud de onda se mide en m (metro) y se la conoce con la letra griega “Lambda”  $\lambda$ .

La fórmula que se utiliza para calcular la longitud de onda es la siguiente:

$$\lambda = T * v [5]$$

Donde:

- $\lambda$  es la longitud de onda (m)
- $v$  es la velocidad de propagación de la onda (m/s)
- $T$  es el periodo (seg)

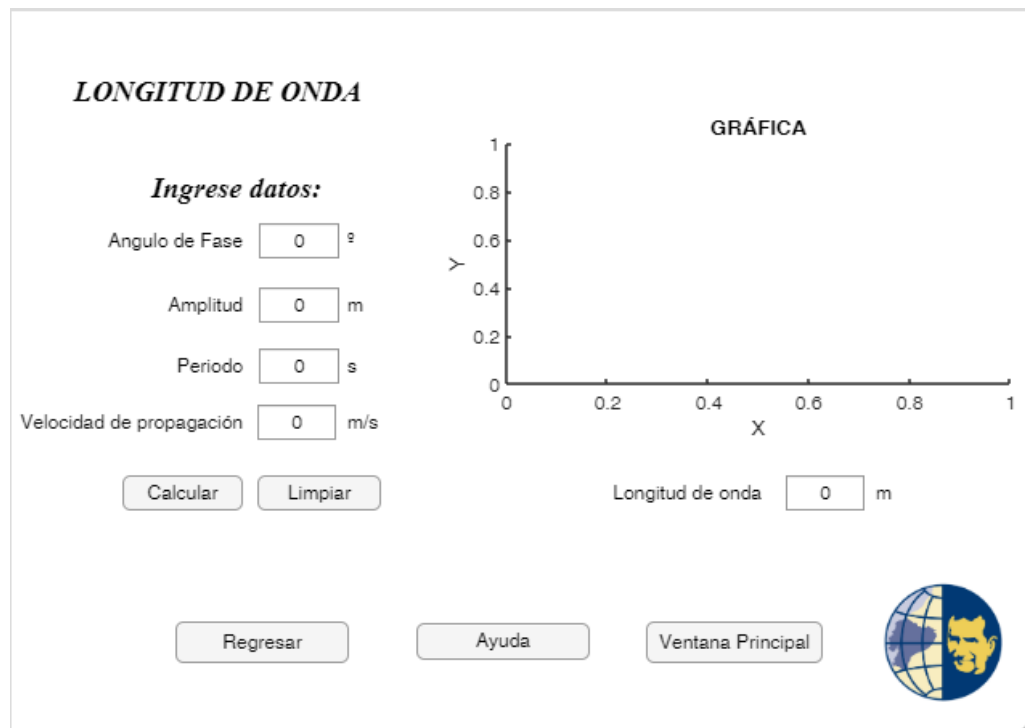


Figura 1: Ventana de cálculo de longitud de onda

En la siguiente figura se observan los comandos que se utilizaron al momento de hacer el cálculo de longitud de onda.

```
% Button pushed function: CalcularButton
function CalcularButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    p=app.PeriodoEditField.Value; %periodo
    v=app.VelocidadEditField.Value; %velocidad
    rt=p*v; %longitud
    app.LongitudEditField.Value=rt;
```

*Figura 2: Comandos para realizar el cálculo de longitud de onda.*

El comando que se utilizó para generar la respuesta de la longitud de onda fue la siguiente:

```
app.LongituddeondaEditField.Value=rt;
```

donde indica que “rt” es la respuesta al ejercicio.

### **Frecuencia de una onda**

Se conoce como frecuencia al número de veces que se repiten o vibran las ondas en un segundo de tiempo.

Su unidad de medida es el Hertz (Hz). [4]

### **Representación**

Para calcular la frecuencia de una onda se tienen dos fórmulas que se pueden aplicar dependiendo del problema planteado.

En caso de que se tenga un ejercicio planteado y se obtienen los valores de velocidad de onda y longitud de onda, se aplica la siguiente fórmula.

- $f = v/\lambda$

La siguiente fórmula es si se obtiene el valor del periodo, y se aplica la siguiente fórmula.

- $f = 1/T$  [6]

Donde

- $f$  es la Frecuencia se mide en Hz

- $v$  es velocidad de propagación se mide en m/s
- $T$  es periodo se mide en segundos

En el siguiente ejemplo de la figura 3 se aplica la formula, tomando en cuenta que se obtienen los valores de velocidad y longitud.

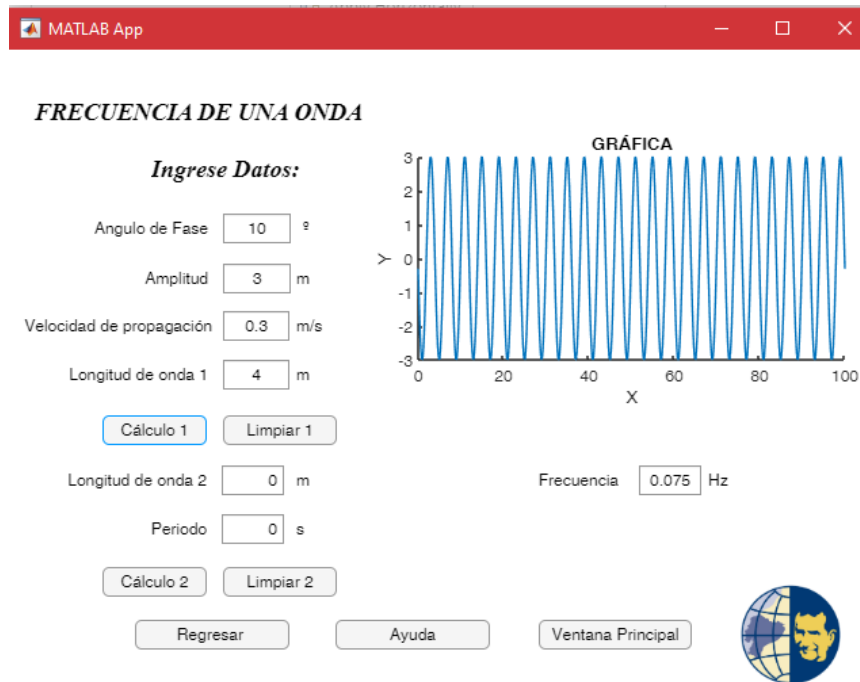


Figura 3: ventana de cálculo de frecuencia de onda.

```
% Button pushed function: Calculo1Button
function Calculo1ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    v=app.VelocidadEditField.Value; %velocidad
    l=app.Longitud1EditField.Value; %longitud
    rt=v/l; %frecuencia
    app.FrecuenciaEditField.Value=rt;
```

Figura 4: comandos utilizados para realizar el cálculo de frecuencia



En el ejemplo que se muestra en la figura 5 se toma como referencia la segunda fórmula teniendo en cuenta que se obtuvo el valor del periodo.

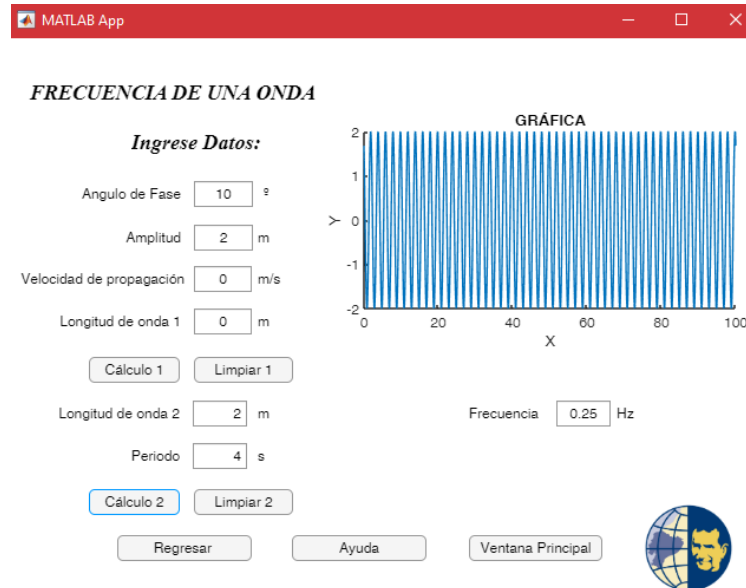


Figura 5: Ventana de cálculo de frecuencia de onda.

```
% Button pushed function: Calculo2Button
function Calculo2ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    p=app.PeriodoEditField.Value; %periodo
    l=app.Longitud2EditField.Value; %longitud
    rt=1/p; %frecuencia
    app.FrecuenciaEditField.Value=rt;
```

Figura 6: Comandos utilizados para realizar el cálculo de frecuencia

## Velocidad de propagación

Como se sabe, la velocidad de la onda ( $v$ ) es una constante determinada por las características del medio en el que se propaga la onda. La velocidad es un vector de la magnitud de la velocidad y la dirección de propagación. [7]

### Representación

Al igual que la frecuencia, la velocidad de propagación de una onda cuenta con dos fórmulas que se pueden aplicar.

Obteniendo los valores de longitud y periodo se aplica la siguiente fórmula:

- $v = \lambda/T$  [8]

En caso de que se conozcan los valores de longitud de onda y frecuencia se aplica la siguiente fórmula.

- $v = \lambda * f$

Donde

- $f$  es la Frecuencia se mide en Hertz
- $v$  es velocidad de propagación y se mide en metros sobre segundos
- $T$  es periodo se mide en segundos
- $\lambda$  es longitud en metros

En el siguiente ejemplo de la figura 7 se aplica la primera formula, conociendo la longitud de onda y periodo.

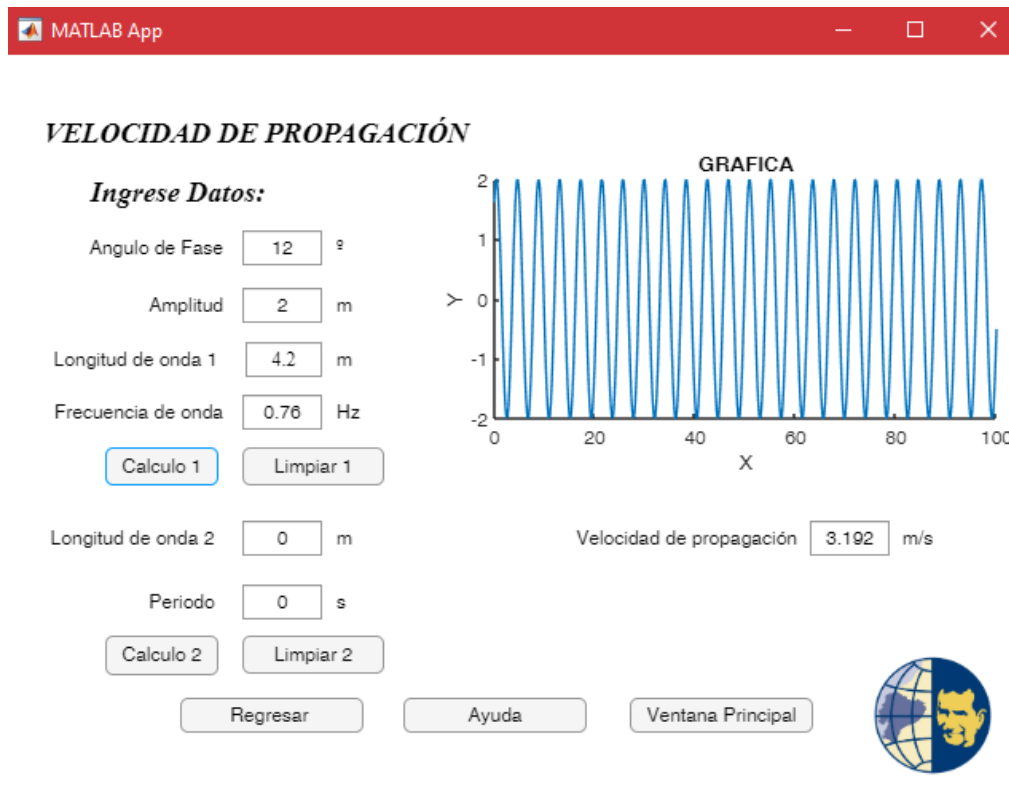


Figura 7: Interfaz para calcular la velocidad de propagación de una onda

```
% Button pushed function: Calculo1Button
function Calculo1ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value;
    a=app.AmplitudEditField.Value;
    l=app.Longitud1EditField.Value;
    f=app.FrecuenciaEditField.Value;
    rt=l*f; %velocidad
    app.VelocidadEditField.Value=rt;
```

Figura 8: Comandos utilizados para realizar el cálculo de velocidad de propagación.

En la siguiente figura se aplica la segunda formula teniendo en cuenta que se obtienen los valores de longitud de onda y frecuencia.

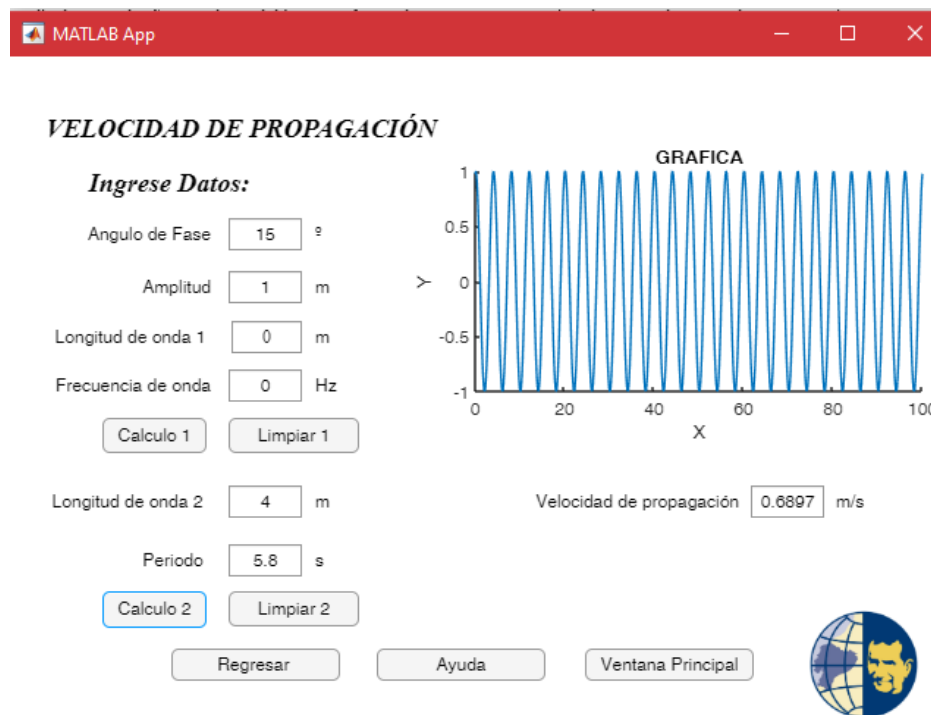


Figura 9: Interfaz para calcular la velocidad de propagación de una onda

```
% Button pushed function: Calculo2Button
function Calculo2ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value;
    a=app.AmplitudEditField.Value;
    l=app.Longitud2EditField.Value;
    p=app.PeriodoEditField.Value;
    rt=l/p; %velocidad
    app.VelocidadEditField.Value=rt;
```

Figura 10: Comandos utilizados para realizar el cálculo de velocidad de propagación

Para generar las gráficas tanto en longitud de onda, frecuencia y velocidad de propagación se deben de conocer los valores de ángulo de fase y amplitud que son constantes que forman parte de la fórmula para poder generar las gráficas.

$$y(t) = A * \sin(kx - \omega t + \varphi)$$

Donde

$\varphi = \text{angulo de fase}$

$A = \text{amplitud}$

$\lambda = \text{longitud}$

$f = \text{frecuencia}$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\omega = 2\pi f$$

Para expresa la fórmula ya mencionada se utilizó la siguiente línea de código

```
syms x y t real
graf=a*sin((2*pi/l)*x-(2*pi*1/p)+ang);
fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
```

Figura 11: Formula que se utiliza para la aparición de la gráfica

Donde se indica que x, y, t son variables con las que se trabaja en la gráfica. Y para expresar la fórmula  $y(t) = A * \sin(kx - \omega t + \varphi)$  se utilizó la siguiente línea.

$$\text{graf}=a*\sin((2*\pi/\text{rt})*x-(2*\pi*v/\text{rt})+\text{ang});$$

Donde

- a es la amplitud.
- rt es la longitud de onda.
- ang es el ángulo de fase.

## Espectro Electromagnético

El espectro electromagnético es un continuo de ondas formadas por la naturaleza. El espectro electromagnético incluye, entre otras cosas, las ondas que generan electricidad, las ondas

emitidas por la voz, la luz visible, los rayos cósmicos y las ondas utilizadas para transmitir señales para servicios de telecomunicaciones. En pocas palabras, las ondas circulan a varias velocidades, también llamadas frecuencias. [9]

Las ondas electromagnéticas son de propagación simultánea de los campos eléctricos y magnéticos generados por cargas en movimiento. [10]

Las principales características de las ondas electromagnéticas son las siguientes.

- No necesitan un medio para duplicar: pueden duplicar en el vacío u otro medio.
- Son tridimensionales: se extienden en las tres direcciones espaciales.
- Son laterales: las perturbaciones ocurren perpendicularmente a la dirección de propagación. [10]

### **Interpretación de resultado**

Durante las diferentes pruebas realizadas y comparación entre gráficas, operaciones e información que se pudo recopilar, como resultado se obtuvo un programa que puede ser ejecutado en distintas computadoras sin tener instalado el software MATLAB.

En dicho programa los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana podrán realizar operaciones, tales como, longitud de onda, frecuencia de una onda y velocidad de propagación de una onda.

Al iniciar el programa, el usuario tendrá la opción de escoger entre “Calcular” en el cual podrá realizar operaciones y visualizar gráficas y “Bandas de frecuencia” donde se encontrará con las 8 bandas de frecuencia existentes y podrá estudiar su descripción, característica y uso.

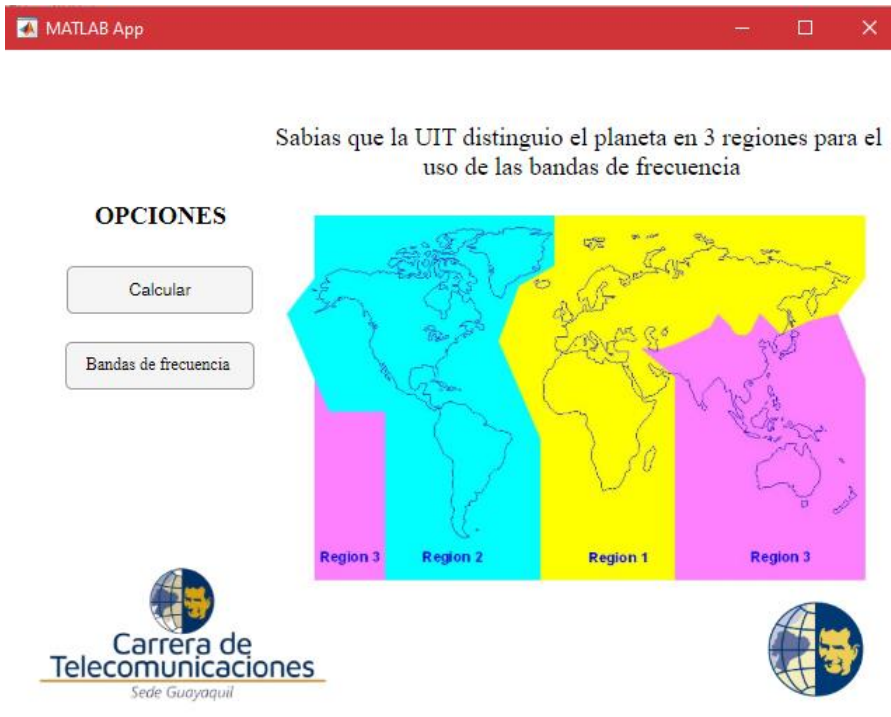
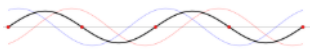


Figura 13: En la figura se muestra la interfaz que el usuario podrá visualizar al iniciar el programa, y podrá escoger entre “Calcular” y “Bandas de frecuencia”.

Al escoger la opción de “Calcular” automáticamente se abrirá una interfaz con las tres operaciones que los alumnos podrán realizar para verificar datos y distinguir gráficas.

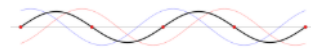
**Longitud, frecuencia y velocidad de propagación de una onda**



Longitud


Frecuencia

Velocidad de Propagación



**Recuerda**

$\lambda$  es la longitud de onda que se mide en m.  
 $v$  es la velocidad de la luz en un vacío que vale  $3 \cdot 10^8$  m/s.  
 $f$  es la frecuencia que se mide en Hz (Hz = 1 / s).



Regresar

Figura 14: Al escoger la opción de calcular, lo usuarios podrán escoger entre longitud de onda, frecuencia de una onda y velocidad de propagación de la onda.

Al ingresar en longitud, aparecerá una ventana en la cual podrán ingresar datos para resolver ejercicios y verificar su respectiva gráfica.

Ejemplo 1:

La velocidad de propagación de una onda es de 0.8 m/s y el periodo de 2 s, determine la longitud de una onda.

$$\lambda = T * v$$

$$\lambda = 2s * 0.8 \text{ m/s} =$$

$$\lambda = 1.6 \text{ m.}$$

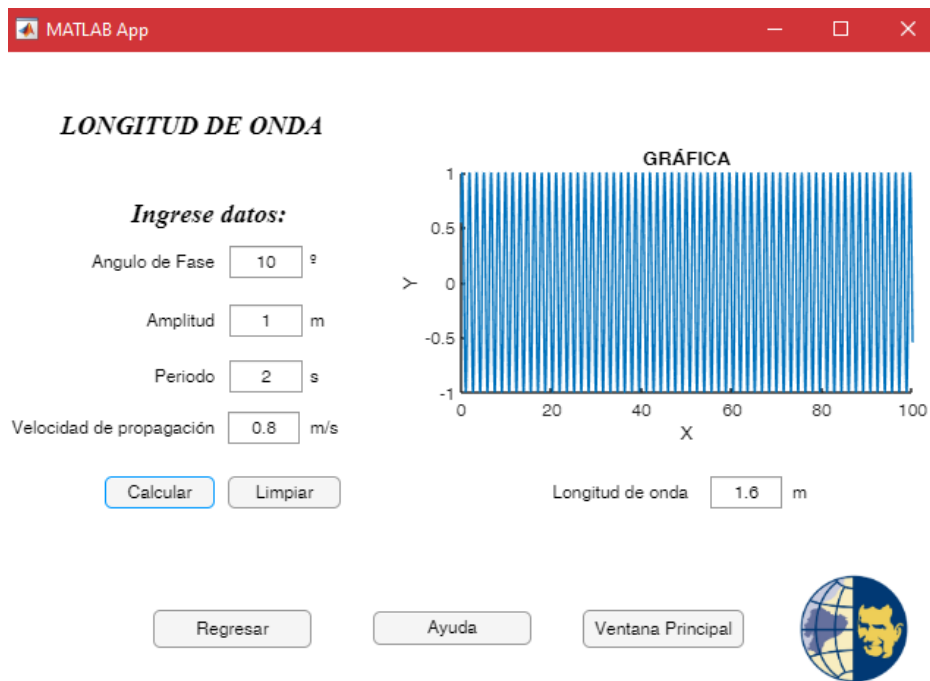


Figura 15: En la imagen se muestra el ejemplo del cálculo de longitud de onda mostrando la respuesta y su respectiva gráfica.

En caso de que no ingresemos la amplitud y ángulo de fase no nos aparecerá la gráfica.

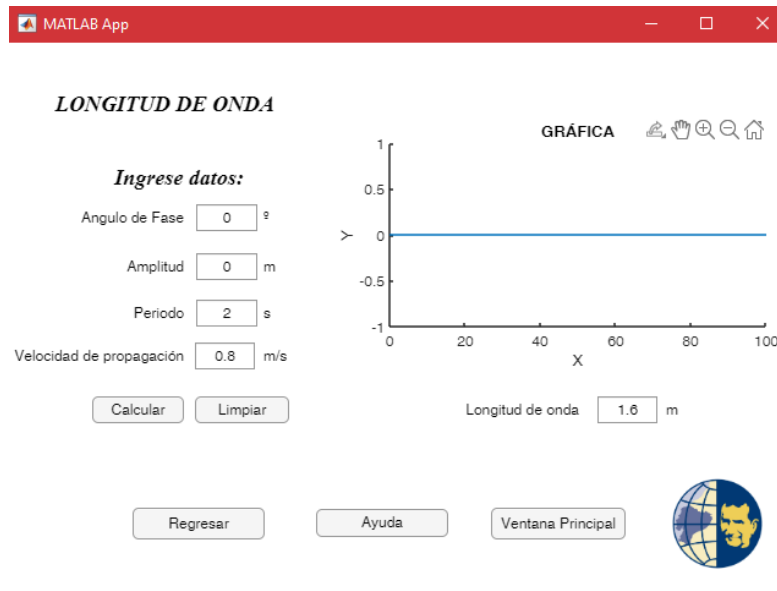


Figura 16: En caso de que no se ingrese el ángulo de fase y amplitud no se mostrará la gráfica de longitud de onda.

Ejemplo 2:

Se tiene una onda, cuyo periodo es de 4 s, calcular la frecuencia.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{4s}$$

$$f = 0.25Hz$$



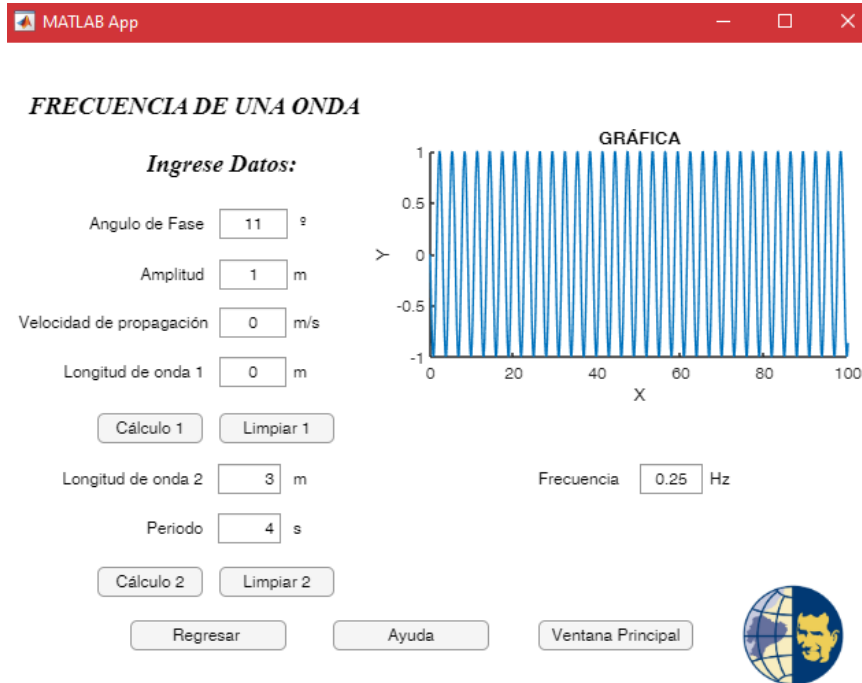


Figura 17: En la imagen se muestra el resultado del calculo que se realizo teniendo en cuenta que se tiene el periodo.

Ejemplo 3:

Calcular la frecuencia de una onda, si se sabe que la velocidad de propagación es de 3 m/s y la longitud de onda es de 2 m.

$$f = v/\lambda$$

$$f = \frac{3m/s}{2m}$$

$$f = 1.5 Hz$$

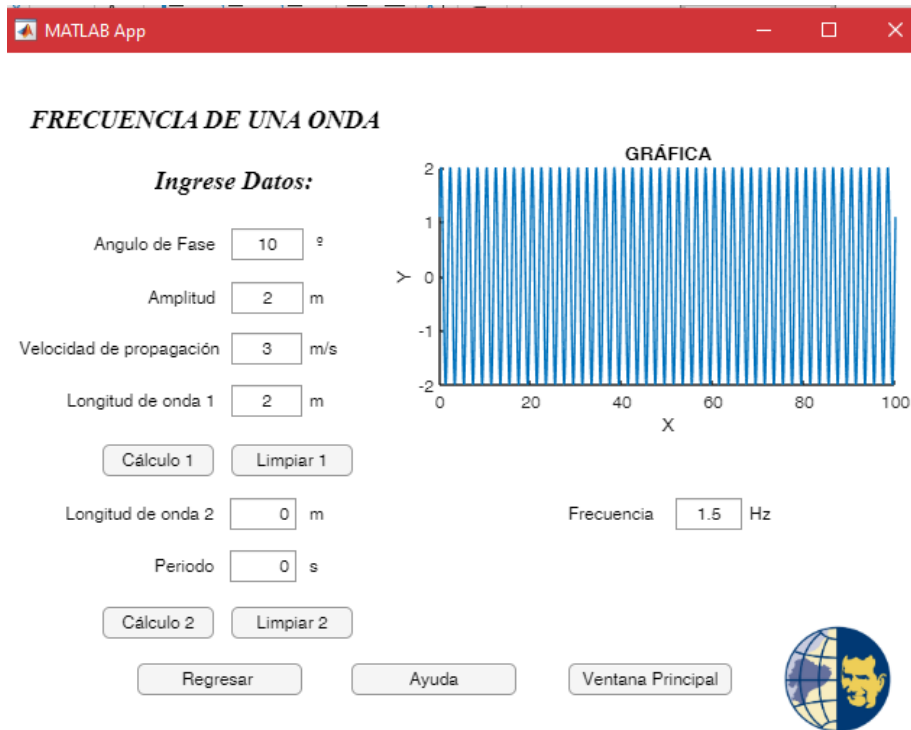


Figura 18: En este caso se utilizó el cálculo 1, tomando en cuenta que se obtienen los valores de velocidad y longitud de onda.

Ejemplo 4.

Si se conoce que la longitud de una onda es de 2.5 m y tiene una frecuencia es 1.5 Hz. Calcular la velocidad de propagación de onda.

$$v = \lambda * f$$

$$v = 2.5 \text{ m} * 1.5 \text{ Hz}$$

$$v = 3.75 \text{ m/s}$$

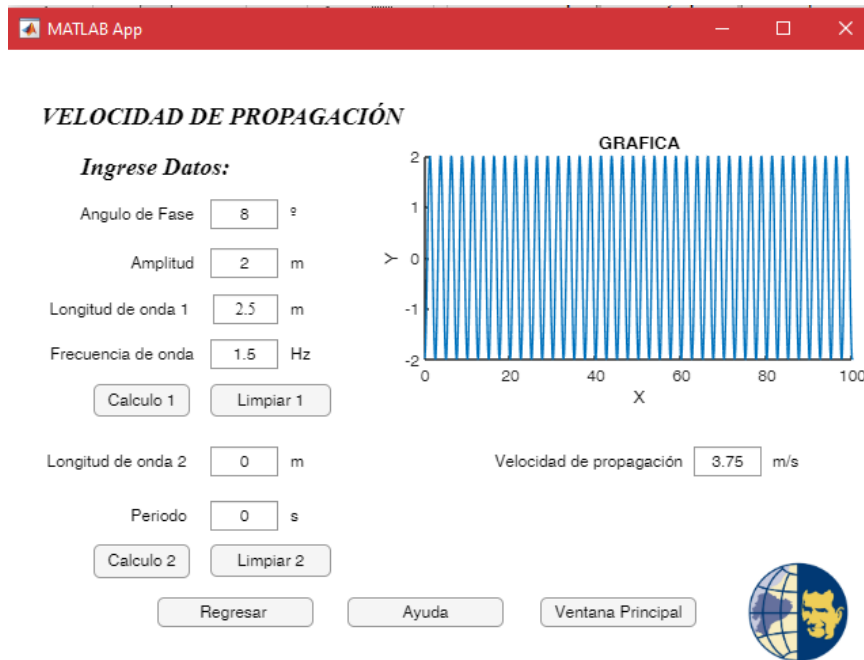


Figura19: En la figura se muestra el ejemplo mencionado, tomando en cuenta los valores de longitud de onda y frecuencia.

### Ejemplo 5

La longitud de onda es de 4.3 m y el periodo de una onda es de 0.1. Determine la velocidad de propagación.

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

$$v = \frac{4.3 \text{ m}}{0.1 \text{ s}}$$

$$v = 43 \text{ m/s}$$

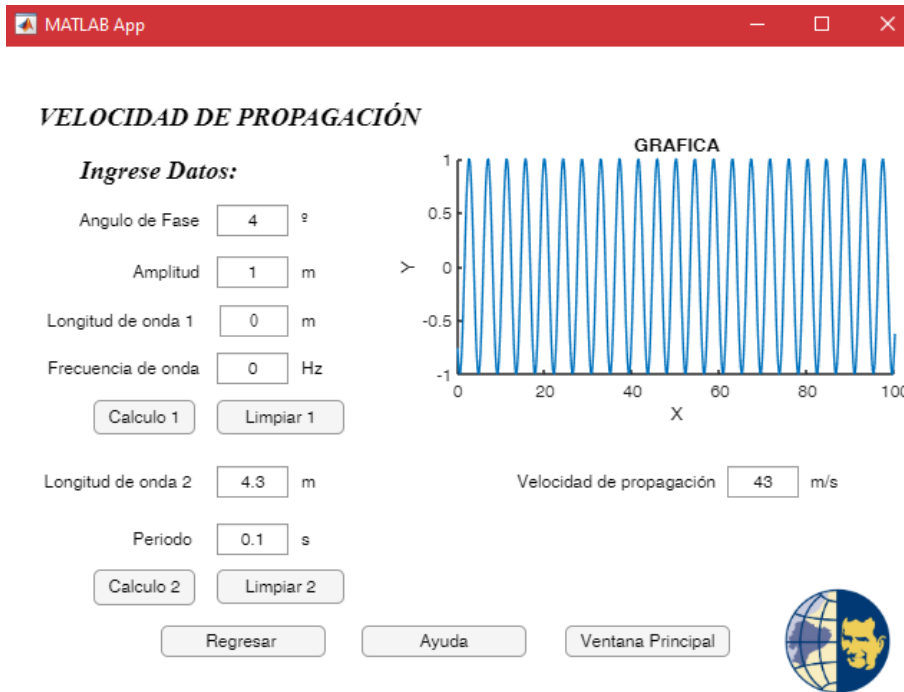


Figura 20: En la imagen se muestra el cálculo de la velocidad teniendo los valores de longitud y velocidad.

En la segunda sección se encuentra la parte de bandas de frecuencia, en la que el usuario puede encontrar distinta información sobre ellas.

- VLF: Muy baja frecuencia 3-30 KHz
- LF: Baja frecuencia 30-300 KHz
- MF: Media frecuencia 300-3000 KHz
- HF: Alta frecuencia 3 – 30MHz
- VHF: Muy alta frecuencia 30 – 300 MHz
- UHF: Ultra alta frecuencia 300 – 3000 MHz
- SHF: Super alta frecuencia 3 -30 GHz
- EHF: Frecuencia extremadamente alta 30 – 300 GHz

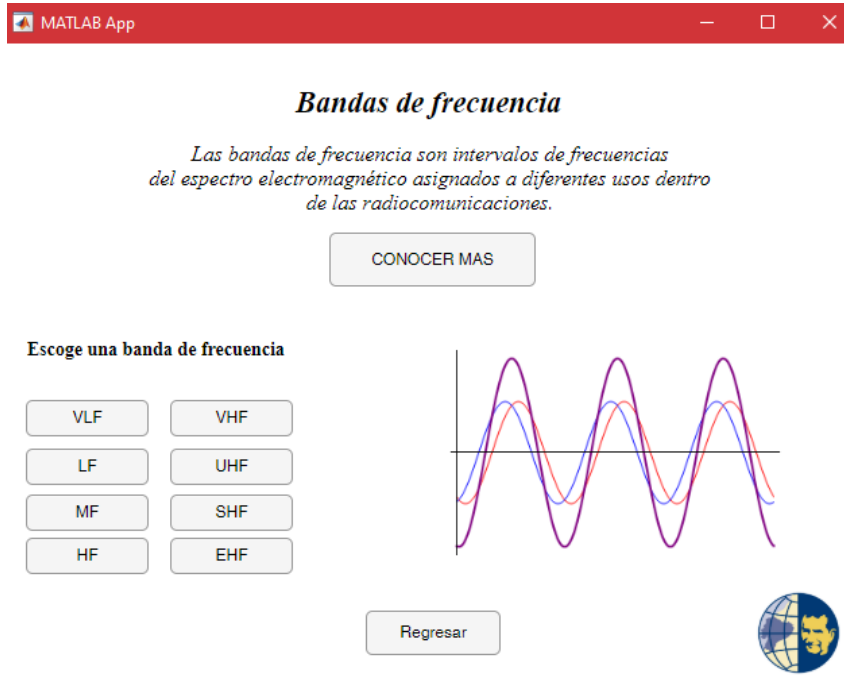


Figura 21: En la figura se muestra la interfaz de banda de frecuencia que los usuarios podrán escoger, al iniciar podrán tener información de las distintas bandas y conocer sobre el espectro electromagnético.

## Conclusión

- Con este proyecto se concluye que al desarrollar un programa con la ayuda de la herramienta App Design se permite extraer un archivo ejecutable el cual puede ser ejecutado en cualquier equipo de cómputo sin la necesidad de contar con el software de Matlab facilitando al estudiante aplicar esta herramienta desde su propio hogar.
- Se llega a la conclusión que esta herramienta de simulación permite generar gráficas de frecuencia, velocidad de propagación y longitud de onda al momento de ingresar datos mediante la herramienta App Design para validar los resultados obtenidos a través del cálculo y se demuestra tanto a docentes como estudiantes que pueden contar con una herramienta útil para el aprendizaje diario de las diversas materias como Antenas, Fundamentos de Telecomunicaciones, etc.
- Se concluye que, para hacer modificaciones dado el caso, se basa en un código abierto para futuras mejoras.
- Tanto los alumnos como docentes de la Universidad Politécnica Salesiana de la carrera de Telecomunicaciones o afines podrán utilizar el programa y conocer más sobre las distintas bandas de frecuencia, su utilidad y características.

## Recomendaciones

Para futuros trabajos con el programa didáctico que se desarrolló se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda que los usuarios que utilicen por primera vez el software cuenten con un equipo de alto rendimiento para que ejecute el procesamiento de forma rápida sin inconvenientes de carga ya que pueden existir limitaciones en el proceso de ejecución del mismo .

- Tener conocimientos previos de materias tales como Fundamentos de Telecomunicaciones ya que nos beneficiaría a tener una relación clara para el momento de hacer los cálculos.
- El beneficio de esta app permite entender mejor las materias ya que maneja los cálculos de longitud de onda, velocidad de propagación y frecuencias con las gráficas y se conocerán las distintas bandas de frecuencia.
- Los estudiantes de la carrera de Telecomunicaciones o a fines deben poseer conocimientos de Matlab y la herramienta App Design si desean realizar modificaciones para futuras mejoras ya que se maneja con código abierto.

## Referencias

- [ R. Kustra, El espectro Radioelectrico, 52 ed., Buenos Aires , 2008.  
1]
- [ D. F. V. GAMBOA, Fundamentos de telecomunicaciones.  
2]
- [ C. P. Vega, «Modulación angular,» pp. 201-211.  
3]
- [ H. López, LAS ONDAS DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA  
4] EXTRAORDINARIA FUERZA INVISIBLE, vol. 1, Milagro, Diciembre 2008.
- [ H. M. Guzman, Movimiento ondulatorio y ondas.  
5]

- [ R. T. educación, «El movimiento ondulatorio,» [En línea]. Available:  
6] [http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena4/2q4\\_contenidos\\_1c.htm#:~:text=Periodo%20y%20frecuencia%20est%C3%A1n%20relacionados%2C%20f%3D1%2FT..](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/2esobiologia/2quincena4/2q4_contenidos_1c.htm#:~:text=Periodo%20y%20frecuencia%20est%C3%A1n%20relacionados%2C%20f%3D1%2FT..)
- [ C. Wolfgang y K. Forinash, Velocidad de una onda, 2018.  
7]
- [ W. Tomasi, Sistemas de, 4to ed., 2007.  
8]
- [ C. L. Álvarez, Derecho de las telecomunicaciones, 2do.  
9]
- [ J. L. Ordoñez, Espectro electromagético y espectro radioeléctrico.  
10]



## Anexos



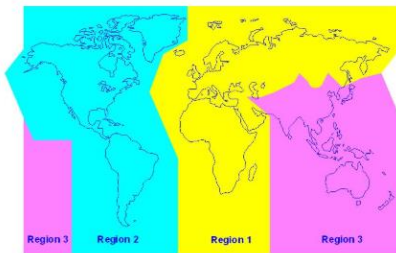
```
% Button pushed function: btnempezar
function btnempezarButtonPushed(app, event)
    ventana2
    delete(app)
end
```

Sabías que la UIT distinguió el planeta en 3 regiones para el uso de las bandas de frecuencia

### OPCIONES

Calcular

Bandas de frecuencia



**Carrera de  
Telecomunicaciones**  
Sede Guayaquil



```
% Value changed function: RegresarButton
function RegresarButtonValueChanged(app, event)
    ventana2
    delete(app)
end
```

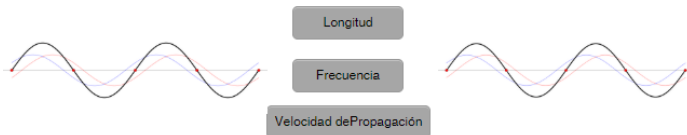
```
% Button pushed function: LongitudButton
function LongitudButtonPushed(app, event)
    longitud
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: FrecuenciaButton
function FrecuenciaButtonPushed(app, event)
    frecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: VelocidaddePropagacinButton
function VelocidaddePropagacinButtonPushed(app, event)
    propagacion
    delete(app)
end
```

```
end
```

### Longitud, frecuencia y velocidad de propagación de una onda



#### Recuerda

$\lambda$  es la longitud de onda que se mide en m.  
 $v$  es la velocidad de la luz en un vacío que vale  $3 \cdot 10^8$  m/s.  
 $f$  es la frecuencia que se mide en Hz ( $\text{Hz} = 1 / \text{s}$ ).

**Carrera de  
Telecomunicaciones**  
Sede Guayaquil

Regresar

```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
```

```
% Button pushed function: CalcularButton
function CalcularButtonPushed(app, event)
    ventanacalcular
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: BandasdefrecuenciaButton
function BandasdefrecuenciaButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
end
```



### LONGITUD DE ONDA

**Ingreso datos:**


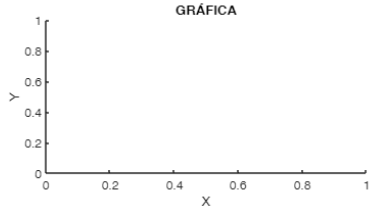
Angulo de Fase  °

Amplitud  m

Periodo  s

Velocidad de propagación  m/s

Longitud de onda  m

```
function RegresarButtonPushed(app, event)
    ventanacalcular
    delete(app)
end

% Button pushed function: VentanaPrincipalButton
function VentanaPrincipalButtonPushed(app, event)
    ventana2
    delete(app)
end

% Button pushed function: CalcularButton
function CalcularButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    p=app.PeriodoEditField.Value; %periodo
    v=app.VelocidadEditField.Value; %velocidad
    rt=p*v; %longitud
    app.LongitudEditField.Value=rt;

    syms x y t real
    graf=a*sin((2*pi/rt)*x-(2*pi*v/rt)+ang);
    fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
end
```

### FRECUENCIA DE UNA ONDA

**Ingreso Datos:**

Angulo de Fase  °

Amplitud  m

Velocidad de propagación  m/s


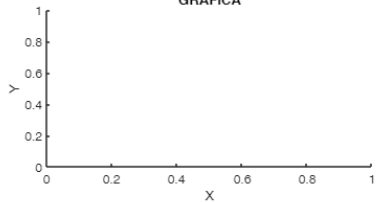
Longitud de onda 1  m

Longitud de onda 2  m

Periodo  s

Longitud de onda 1  m

Frecuencia  Hz

```
% Button pushed function: Clculo1Button
function Clculo1ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    v=app.VelocidaddepropagacinEditField.Value; %velocidad
    l=app.Longituddeonda1EditField.Value; %longitud
    rt=v/l; %frecuencia
    app.FrecuenciaEditField.Value=rt;

    syms x y t real
    graf=a*sin((2*pi/l)*x-(2*pi*rt)+ang);
    fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
end

% Button pushed function: Clculo2Button
function Clculo2ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value; %angulo de fase
    a=app.AmplitudEditField.Value; %amplitud
    p=app.PeriodoEditField.Value; %periodo
    l=app.Longituddeonda2EditField.Value; %longitud
    rt=1/p; %frecuencia
    app.FrecuenciaEditField.Value=rt;

    syms x y t real
    graf=a*sin((2*pi/l)*x-(2*pi*rt)+ang);
    fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
end
```

### VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN

**Ingreso Datos:**

Angulo de Fase  °

Amplitud  m

Longitud de onda 1  m


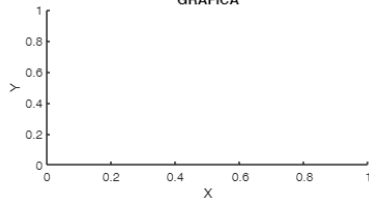
Frecuencia de onda  Hz

Longitud de onda 2  m

Periodo  s

Longitud de onda 1  m

Velocidad de propagación  m/s

```
% Button pushed function: Calculo1Button
function Calculo1ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value;
    a=app.AmplitudEditField.Value;
    l=app.Longituddeonda1EditField.Value;
    f=app.FrecuenciadeondaEditField.Value;
    rt=l*f; %velocidad
    app.VelocidaddepropagacinEditField.Value=rt;

    syms x y t real
    graf=a*sin((2*pi/l)*x-(2*pi*f)+ang);
    fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
end

% Button pushed function: Calculo2Button
function Calculo2ButtonPushed(app, event)
    ang=app.AngulodeFaseEditField.Value;
    a=app.AmplitudEditField.Value;
    l=app.Longituddeonda2EditField.Value;
    p=app.PeriodoEditField.Value;
    rt=l/p; %velocidad
    app.VelocidaddepropagacinEditField.Value=rt;

    syms x y t real
    graf=a*sin((2*pi/l)*x-(2*pi*1/p)+ang);
    fplot(app.UIAxes,graf,[0,100])
end
```

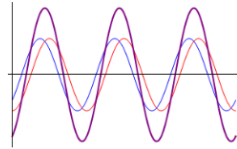
### Bandas de frecuencia

Las bandas de frecuencia son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones.

CONOCER MAS

Escoge una banda de frecuencia

VLF	VHF
LF	UHF
MF	SHF
HF	EHF



Regresar



```
% Button pushed function: LFButton
function LFButtonPushed(app, event)
    lf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: UHFButton
function UHFButtonPushed(app, event)
    uhf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MFButton
function MFButtonPushed(app, event)
    mf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: SHFButton
function SHFButtonPushed(app, event)
    shf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: RegresarButton
function RegresarButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: EspectroElectromagneticoButton
function EspectroElectromagneticoButtonPushed(app, event)
    espectroelectromagnetico
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: CONOCERMASButton
function CONOCERMASButtonPushed(app, event)
    conocermas
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: RegresarButton
function RegresarButtonPushed(app, event)
    ventana2
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: VLFButton
function VLFButtonPushed(app, event)
    vlf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: VHFButton
function VHFButtonPushed(app, event)
    vhf
    delete(app)
end
```

### Bandas de Frecuencia

Las bandas de frecuencia son divisiones del espectro radioeléctrico que distribuyen los distintos servicios de telecomunicaciones. Cada una de estas gamas de frecuencia poseen características particulares que permiten diferentes posibilidades de recepción.

Una banda de frecuencia es un intervalo del espectro electromagnético, el cual esta medido en:

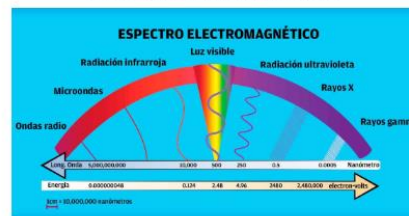
Múltiplo	Abreviatura	Hertz	También denominado
KiloHertz	KHz	1.000Hz	Kilociclos(Kc/s)
MegaHertz	MHz	1.000Khz	Megaciclos(Mc/s)
GigaHertz	GHz	1.000Mhz	Gigaciclos(Gc/s)

Espectro Electromagnetico

Regresar

### Espectro Electromagnetico

El espectro electromagnético es un conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiofusión sonora y televisión, seguridad e investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales científicas y médicas.



Regresar



### EXTREMELY HIGH FREQUENCY (Frecuencia extremadamente alta)

Es la banda de frecuencias más alta en la gama de las radiofrecuencias.

#### Características

Comprende las frecuencias de 30 a 300 gigahercios. Esta banda tiene una longitud de onda de 10 a 1 milímetros, motivo por el cual se le da el mencionado nombre de banda u onda milimétrica (onda-mm).

Frecuencia extremadamente alta
Ciclos por segundo : 30 a 300 Ghz
Longitud de onda: 10 a 1 mm

Aplicación de las bandas EHF

Anterior

Menú Principal

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    hf
    delete(app)
end

% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end

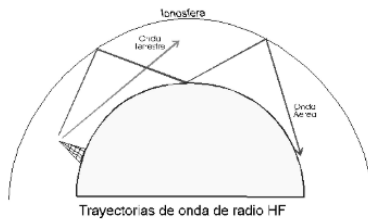
% Button pushed function: AplicacindelasbandasEHFButton
function AplicacindelasbandasEHFButtonPushed(app, event)
    aplicacionehf
end
```



### HIGH FREQUENCY (Frecuencia alta)

Es la banda del espectro electromagnético englobada entre los 3 y los 30 megahercios.

También conocida como la banda decameter o decameter de onda como las longitudes de onda van de uno a diez decámetros (diez a cien metros).



Aplicación de la banda HF

Anterior

Menú Principal

Siguiente

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    shf
    delete(app)
end

% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end

% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    ehf
    delete(app)
end

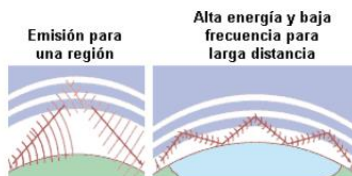
% Button pushed function: AplicacindelabandaHFButton
function AplicacindelabandaHFButtonPushed(app, event)
    aplicacionhf
end

end
```



### LOW FREQUENCY (Frecuencia baja)

Es la banda del espectro electromagnético, y más particularmente a la banda de radiofrecuencia, que ocupa el rango de frecuencias entre 30 y 300 kilohercios (longitud de onda de 10 a 1 kilómetro).



Aplicación banda LF

Anterior

Menú Principal

Siguiente

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    vhf
    delete(app)
end

% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end

% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    uhf
    delete(app)
end

% Button pushed function: AplicacinbandaLFButton
function AplicacinbandaLFButtonPushed(app, event)
    aplicacionlf
end

end
```



### ULTRA HIGH FREQUENCY (Frecuencia ultra alta)



Es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 megahercios a 3 gigahercios.

En esta banda se produce la propagación por onda espacial troposférica, con una atenuación adicional máxima de 1 decibelio si existe despejamiento de la primera zona de Fresnel. Las señales UHF viajan a través de trayectorias que son las líneas de vista. Las transmisiones generadas por radios de transmisión y recepción (transceptores) y teléfonos inalámbricos no viajan muy lejos como para interferir con otras transmisiones locales. Algunas comunicaciones públicas seguras y de negocios son tomadas en UHF.

Aplicación y características de la banda UHF

Anterior

Menú Principal

Siguiente



### MEDIUM FREQUENCY (Frecuencia media)



Es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 kilohercios a 3 megahercios.

También se las llama ondas hectométricas, se encuentran operando en las frecuencias AM, cuyo rango de frecuencia asignadas para la operación va desde 525 KHz hasta los 1705 KHz.

#### Características:

Propagación por superficie de tierra, pero propensa a la obsorción por condiciones atmosféricas diurnas. Tiene mayor capacidad de distancia de propagación por la ionósfera en la noche.

Anterior

Menú Principal

Siguiente



### SUPER HIGH FREQUENCY (Frecuencia superalta)



Es una banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 3 a 30 gigahercios, poseyendo una longitud de onda de entre 10 y 1 centímetro (de donde se deriva el mentado nombre de banda u onda centimétrica).

Su propagación es exclusivamente directa con posibilidad de reflexión en antenas y satélites

Presenta mayor cobertura por la reflexión de emisoras residuales

#### Uso:

Radars  
Comunicación satelital  
Radioenlaces terrestres de larga distancia



Anterior

Menú Principal

Siguiente

```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
```

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    lf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    mf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function:
% AplicacionycaractersticadelabandaUHFButton
function AplicacionycaractersticadelabandaUHFButtonPushed(app, event)
    aplicacionuhf
end
```

```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
```

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    uhf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    shf
    delete(app)
end
```

```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
```

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    mf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    hf
    delete(app)
end
```

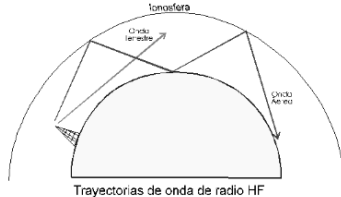


## HIGH FREQUENCY (Frecuencia alta)



Es la banda del espectro electromagnético englobada entre los 3 y los 30 megahercios.

También conocida como la banda decameter o decameter de onda como las longitudes de onda van de uno a diez decímetros (diez a cien metros).



Trayectorias de onda de radio HF

Aplicación de la banda HF

Anterior

Menú Principal

Siguiente

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    shf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: SiguienteButton
function SiguienteButtonPushed(app, event)
    ehf
    delete(app)
end
```

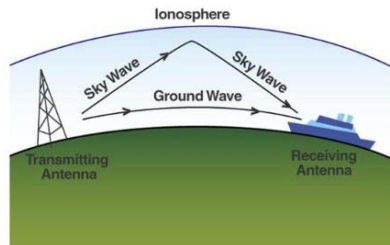
```
% Button pushed function: AplicacindelabandaHFButton
function AplicacindelabandaHFButtonPushed(app, event)
    aplicacionhf
end
```

## Aplicación de la banda HF (High Frequency)

La banda de alta frecuencia es muy popular entre los operadores aficionados de radio, que pueden tomar ventaja de larga distancia directa las comunicaciones y el "factor de emoción" que resulta de hacer contactos en condiciones variables.

### UTILIDAD

- Radiofusión
- Móvil Aeronautica
- Fijo terrestres
- Móvil terrestre



```
% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)
```

```
% Button pushed function: AnteriorButton
function AnteriorButtonPushed(app, event)
    hf
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: MenPrincipalButton
function MenPrincipalButtonPushed(app, event)
    bandasdefrecuencia
    delete(app)
end
```

```
% Button pushed function: AplicacindelasbandasEHFButton
function AplicacindelasbandasEHFButtonPushed(app, event)
    aplicacionehf
end
```

```
end
end
```



## EXTREMELY HIGH FREQUENCY (Frecuencia extremadamente alta)



Es la banda de frecuencias más alta en la gama de las radiofrecuencias.

### Características

Comprende las frecuencias de 30 a 300 gigahercios. Esta banda tiene una longitud de onda de 10 a 1 milímetros, motivo por el cual se le da el mencionado nombre de banda u onda milimétrica (onda-mm).

### Frecuencia extremadamente alta

Ciclos por segundo : 30 a 300 Ghz

Longitud de onda: 10 a 1 mm

Aplicación de las bandas EHF

Anterior

Menú Principal

## Aplicacion de las bandas EHF

Existen diversas aplicaciones en el campo de las telecomunicaciones para las ondas milimétricas, siendo recientemente utilizadas por radios microondas de corto alcance (generalmente menor a 1 km). También es utilizada en señales de radares y equipos de radionavegación.

Debido a que esta banda está comenzando a utilizarse en telecomunicaciones, prácticamente se encuentra libre en el espectro para su explotación.

