



Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

Nidia Vanessa Chávez Rendón

Materia: Telecomunicaciones

Carrera: Ingeniería en Tecnologías de la
Información y Comunicaciones

IT5

23/09/2024

Modulación de Señales.

Introducción.

La modulación es fundamental en las telecomunicaciones, ya que permite transportar información sobre una onda portadora, es el proceso de transformación de la forma original de la señal a una forma más adecuada para su transformación. Es decir que, consiste en variar una característica específica de la onda portadora, ya sea su amplitud, frecuencia o fase, esto de acuerdo con una señal moduladora, que es la información que se desea transmitir. (Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal, lo que permite un mejor aprovechamiento del canal de comunicación, posibilitando transmitir más información de forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias. (Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

El propósito de la modulación es sobreponer señales en las ondas portadoras para transmitir información mejorando el aprovechamiento del canal de comunicación y resistir ruidos e interferencias al cambiar la característica de la onda portadora según la señal moduladora. (Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Además, existen tipos de modulación, tales como:

Modulación de Amplitud (AM): En AM, la amplitud de la onda portadora varía según la señal de modulación. Es común en la radiodifusión.

Modulación de Frecuencia (FM): En FM, la frecuencia de la onda portadora es variada por la señal de modulación. Se utiliza en emisoras de radio y transmisión de música.

Modulación Digital: En sistemas digitales, se transmiten secuencias de dígitos binarios (bits), mediante técnicas como Frequency-Shift Keying (FSK) o Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM).

Desarrollo.

- PAM.

La modulación por amplitud de pulsos (PAM), es una técnica de modulación digital utilizada en las comunicaciones para transmitir información a través de la variación de la amplitud de una señal discreta. (Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024) (CoolieCoolster, 2023)

Tipos de PAM:

1- PAM Convencional.

La amplitud de cada pulso se ajusta directamente según la señal de entrada, es una técnica simple pero efectiva para transmitir datos digitales.

2- PAM Multinivel (PAM-M).

En lugar de tener solo dos niveles de amplitud (como en la PAM convencional), la PAM multinivel utiliza más niveles. Por ejemplo, PAM-4 utiliza 4 niveles de amplitud, lo que permite transmitir más información en un solo pulso.

3- PAM con Codificación de Polaridad (NRZ-PAM).

Con este tipo, la polaridad de la señal también se tiene en cuenta, ya que los pulsos pueden ser positivos o negativos, lo que aumenta la capacidad de transmisión.

4- PAM con Codificación de Polaridad y Niveles (PAM-NRZ-M).

Combina la codificación de polaridad y la PAM multinivel, permite transmitir más información en cada pulso.

(CoolieCoolster, 2023)

Algunas aplicaciones de PAM:

1- Ethernet.

Algunas versiones del estándar de comunicación Ethernet, son un ejemplo del uso de PAM. En particular, el estándar Ethernet100BASE-T4 y BroadR-Reach utilizan modulación PAM de tres niveles (PAM-3), mientras que 1000BASE-T Gigabit Ethernet utiliza modulación PAM-5 de cinco niveles y 10GBASE-T10 Gigabit Ethernet utiliza una versión precodificada de modulación de amplitud de pulso con 16 niveles discretos (PAM-16).

2- USB.

La versión 2.0 de USB 4 utiliza señalización PAM-3 para USB4 de 80 Gbps (USB4 Gen 4x2) y USB4 de 120 Gbps (USB4 Gen 4 asimétrico) que transmite 3 bits por cada 2 ciclos de reloj.

3- Memoria GDDR6X.

Desarrollado por Micron y Nvidia, fue utilizado por primera vez en las tarjetas gráficas Nvidia RTX 3080 y 3090 con la señalización PAM-4 para transmitir 2 bits por ciclo de reloj sin tener que recurrir a frecuencias más altas de dos canales o carriles con transmisores y receptores asociados, lo que puede aumentar el consumo de energía o espacio y el costo.

(ProofPoint, 2024)

Ventajas.

1- Seguridad.

Permite a las organizaciones protegerse de amenazas como el robo de credenciales y el abuso de privilegios.

2- Cumplimiento.

Ayuda a las organizaciones a cumplir con las regulaciones de privacidad y datos.

3- Visibilidad.

PAM mejora la visibilidad y conciencia situacional de la organización.

4- Reducción de costos.

PAM puede ayudar a reducir los costos operativos y la complejidad.

5- Facilidad de uso.

PAM puede ser fácil de usar para los usuarios finales, ya que no es necesario volver a escribir contraseñas idénticas para diferentes servicios.

6- Facilidad de configuración.

PAM puede ser fácil de configurar para los administradores, ya que permite implementar una política de seguridad específica del sitio sin tener que cambiar las aplicaciones.

7- Identificación de actividades maliciosas.

PAM permite a los equipos de seguridad identificar actividades maliciosas y adoptar medidas inmediatas para subsanar el riesgo.

(ProofPoint, 2024)

Desventajas.

- 1- Es necesario mapear las dependencias, sistemas y aplicaciones de las cuentas de servicio para protegerlas y rotar sus contraseñas.
- 2- Puede ser muy compleja de usar y consumir muchos recursos.
- 3- En muchos entornos, es prácticamente imposible su implementación.
- 4- La incorporación de todas las cuentas privilegiadas a PAM puede ser un proceso muy largo, que puede durar meses o años.

(ProofPoint, 2024)

Representación gráfica.

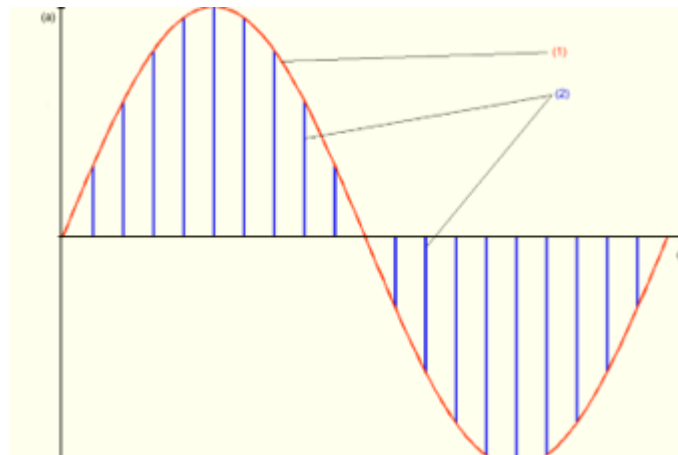


Figura 1: Modulación PAM.

- PWM.

La modulación por ancho de pulso (PWM), es una técnica ampliamente utilizada en electrónica y control de sistemas y para controlar el ancho de una señal digital con el propósito de regular la potencia entregada a ciertos dispositivos. Básicamente, se altera el tiempo durante el cual la señal está en su estado activo (“ON”) para controlar la cantidad de corriente que fluye hacia el dispositivo.

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Tipos de PWM.

1- PWM Sincrónico.

Es una técnica que genera una forma de onda de modulación por ancho de pulso (PWM). En esta técnica, la CPU puede cambiar el tiempo alto o el período en cualquier momento. Cuando se sincroniza con una función de tiempo en un segundo canal, las transiciones de bajo a alto de SPWM tienen una relación temporal con las transiciones en el segundo canal.

(Kevin Anderson, 2011)

2- PWM Asincrónico.

Es una técnica que modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica para generar una señal analógica a partir de una fuente digital. Se utiliza para enviar información o modificar la cantidad de energía que se envía a una carga.

(Kevin Anderson, 2011)

Algunas aplicaciones de PWM.

1- Control de velocidad en motores CC:

Permite regular la velocidad de giro de los motores eléctricos.

2- Dimmers para iluminación con LEDs:

Ajusta la intensidad lumínica de forma eficiente.

3- Electrónica de potencia:

Regula la energía entregada a cargas como inversores, fuentes conmutadas, etc.

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Ventajas.

1- Baja pérdida de potencia.

Cuando un interruptor está apagado, casi no hay corriente, y cuando está encendido, la caída de tensión es mínima.

2- Control de velocidad y par.

La PWM permite un control preciso y suave de la velocidad y el par del motor.

3- Reducción de ruido y distorsión armónica.

La PWM reduce el ruido y la distorsión armónica en la forma de onda de salida.

4- Menor tensión y calor.

La PWM reduce la tensión y el calor en el motor y los componentes VFD.

(Academia Solar, 2024)

Desventajas.

- 1- Aumento de la frecuencia de conmutación y la tensión del dispositivo de potencia, lo que reduce su vida útil.
- 2- Aumento de las pérdidas de conmutación y las emisiones electromagnéticas.

(Academia Solar, 2024)

Representación gráfica.

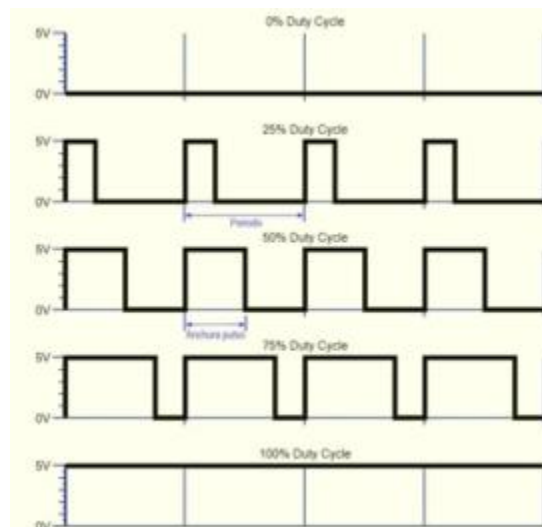


Figura 2: Modulación PWM.

- PPM.

La Modulación por Posición de Pulsos (PPM), es otro método de modulación que se utiliza en comunicaciones digitales. La amplitud y el ancho del pulso son fijos, pero lo que varía es la posición temporal del pulso dentro de un intervalo de tiempo. Es decir, en lugar de variar la amplitud o la duración del pulso, se cambia su posición en el tiempo en función de la señal moduladora.

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Tipos de PPM.

1- Partes por millón.

Una unidad de medida que se utiliza para calcular el volumen que ocupan pequeñas cantidades de elementos dentro de una mezcla. Se usa en ámbitos como la química y la física, y es común en la medición de la calidad del aire.

2- PPM en minería

En minería, una parte por millón equivale a un gramo por tonelada métrica.

3- PPM en sistemas hidropónicos.

Para calcular las concentraciones de soluciones nutritivas en sistemas hidropónicos, se puede convertir ppm a miligramos por litro (mg/l).

4- PPM en el kit de herramientas Netpbm.

El formato PPM es un tipo de archivo que se usa como archivo intermedio para almacenar e intercambiar información de una imagen.

(Wikipedia, 2024)

Algunas aplicaciones de PPM.

Calidad del aire.

Se usa para medir la calidad del aire, tanto en el interior de edificios como en el ambiente.

1- Análisis químico del agua.

Se refiere a los miligramos de analito por litro de agua.

2- Análisis de trazas en minerales.

Se refiere a los gramos de analito por tonelada de mineral.

3- Estadística.

Se refiere a un caso por cada millón de casos de la población en estudio.

4- Tolerancia.

Se refiere a una incertidumbre de un millonésimo de la medición.

5- Farmacología.

Se usa en la farmacología de antibióticos.

(Wikipedia, 2024)

Ventajas.

1- Eficiencia espectral:

La PPM puede ser más eficiente en términos de ancho de banda que otros métodos de modulación, ya que no requiere cambios en la amplitud o la frecuencia de la portadora.

2- Resistencia al ruido:

Dado que la información se codifica en la posición temporal, la PPM puede ser menos susceptible al ruido que otros métodos.

Desventajas.

1- Tamaño.

Los archivos PPM no están comprimidos, por lo que son grandes y no son adecuados para almacenar imágenes de gran tamaño.

2- Compatibilidad.

Los archivos PPM solo son compatibles con algunos tipos de software, por lo que puede ser difícil abrirlos.

3- Información.

Los archivos PPM no pueden incluir mucha información sobre las imágenes, aparte de los colores básicos.

(Wikipedia, 2024)

Representación gráfica.

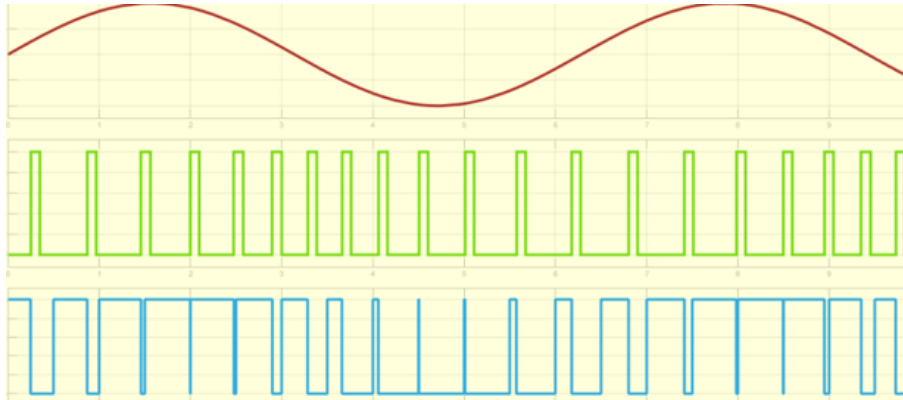


Figura 3: Modulación PPM.

- **PCM.**

La Modulación por Código de Pulsos (PCM), es un método fundamental en la conversión de señales analógicas a digitales.

En la PCM, la señal analógica se muestrea a intervalos regulares, cada muestra se cuantifica, es decir, se asigna un valor digital que representa la amplitud de la señal en ese momento, estos valores cuantificados se codifican en forma binaria (usualmente en palabras de varios bits) para formar una secuencia de pulsos digitales.

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Tipos de PCM.

1- Convertidor de señal PCM.

Convierte una señal analógica a código binario para transmitir información entre dispositivos de comunicación.

2- Estándar de comunicación.

PCM es el estándar de comunicación de muchas tecnologías de llamadas por internet, como VoIP.

(Citelia, 2018)

Algunas aplicaciones de PPM.

1- Muestreo.

La señal analógica se toma en momentos específicos.

2- Cuantificación.

Cada muestra se redondea al valor más cercano dentro de un rango discreto (por ejemplo, 8 bits).

3- Codificación.

Los valores cuantificados se representan en forma binaria (pulsos digitales) para su transmisión o almacenamiento.

(Citelia, 2018)

Ventajas.

1- Mejora en la calidad de llamadas.

PCM puede mejorar la calidad de las llamadas por internet.

2- Proceso de conversión.

PCM se realiza en tres etapas: muestreo, cuantización y codificación.

(Citelia, 2018)

Desventajas.

1- Requiere un ancho de banda mayor.

Por ejemplo, un canal de voz digital PCM de 4 kHz necesita un ancho de banda de 64 kHz, lo que es 16 veces más que un canal SSB.

2- Necesita sincronización.

No es compatible con sistemas analógicos.

(Citelia, 2018)

Representación gráfica.

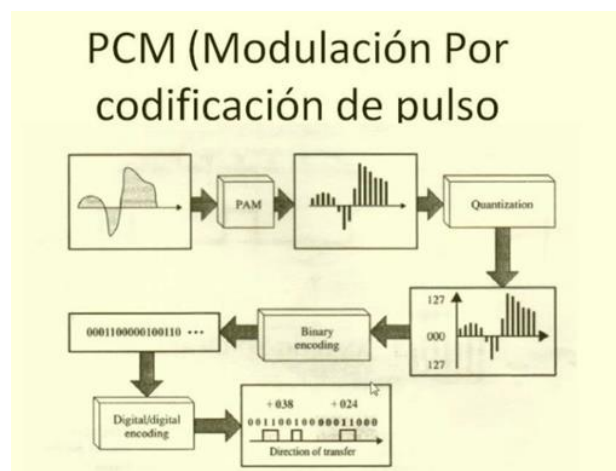


Figura 4: Modulación PCM.

- **ASK.**

La Modulación por Desplazamiento de Amplitud (ASK), es un método de modulación utilizado en comunicaciones digitales. La amplitud de la onda portadora se modifica para representar datos digitales, cuando queremos transmitir un “1”, aumentamos la amplitud de la portadora; cuando queremos transmitir un “0”, reducimos la amplitud, es como si estuviéramos encendiendo y apagando una linterna para enviar señales a distancia.

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Tipos de ASK.

1- ASK Lineal.

Es la más simple y común, funciona como un interruptor que apaga y enciende la portadora, de tal forma que la presencia de portadora indica un 1 binario y su ausencia un 0.

(UNID, 2019)

Algunas aplicaciones de ASK.

1- Interruptor.

Funciona como un interruptor que enciende y apaga la portadora, de modo que la presencia de portadora indica un 1 binario y su ausencia un 0.

2- Transmisión de datos digitales.

Se utiliza en sistemas de comunicación inalámbrica, como la transmisión de datos a través de infrarrojos o en fibra óptica.

(UNID, 2019)

Ventajas.

1- Representación digital.

Tiene la ventaja de representar datos digitales como variaciones de amplitud de la onda portadora.

2- Transmisión digital.

Se utiliza para transmitir datos digitales mediante fibra óptica y transmisión con LED.

(UNID, 2019)

Desventajas.

1- Sensibilidad al ruido.

Es muy sensible al ruido que se acumula en el canal. Esto puede hacer que la relación señal-ruido a la entrada del receptor sea muy baja, lo que puede hacer que la probabilidad de error sea inaceptable.

2- Poco eficiente.

3- Variaciones de potencia.

(UNID, 2019)

Representación gráfica.

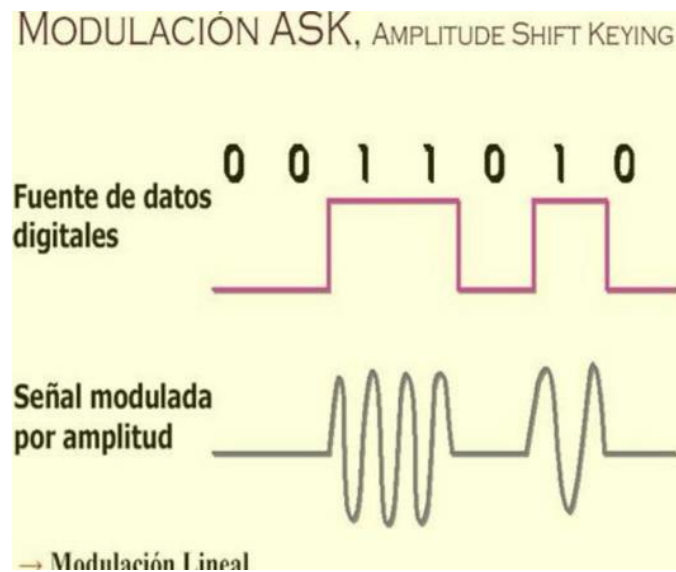


Figura 5: Modulación ASK.

- FSK.

La Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK), es una técnica de modulación utilizada en la transmisión digital de información, se utilizan dos o más frecuencias diferentes para representar cada símbolo digital.

La señal moduladora alterna entre dos valores discretos de tensión, formando un tren de pulsos donde uno representa un "1" o "marca", y el otro representa un "0" o "Espacio".

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Tipos de FSK.

1- FSK Coherente.

Es un tipo de modulación que asigna una frecuencia distinta a cada estado significativo de la señal de datos, manteniendo la fase de la señal en el momento de asignar la frecuencia.

2- FSK No Coherente.

Es un tipo de modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK) en la que la fase no se mantiene al asignar la frecuencia. Esto ocurre cuando se usan osciladores independientes para generar las diferentes frecuencias

(Instituto Tecnológico de Zacatecas, 2024)

Algunas aplicaciones de FSK.

1- Telecomunicaciones.

Se utiliza en sistemas de comunicación inalámbrica, como la transmisión de datos por radio o en redes de satélites.

2- Transmisión de datos binarios.

La modulación ASK varía la amplitud de la señal portadora para representar los valores binarios. La modulación PSK varía la fase de la señal portadora proporcional a la señal moduladora.

(UNID, 2019)

Ventajas.

- 1- Cambios de frecuencia.

Consiste en cambiar la frecuencia de la señal portadora de acuerdo con los bits de información. Cuando la fase de la señal FSK es continua, se le llama CPFSK (Continuous Phase FSK).

- 2- Es fácil de implementar, detectar y modular.
- 3- Se usa comúnmente en líneas telefónicas para identificar llamadas y en aplicaciones de medición remota.

(UNID, 2019)

Desventajas.

- 1- Variaciones.
- 2- Es una técnica que varía la frecuencia de la portadora de acuerdo a los datos.
- 3- Requiere más ancho de banda
- 4- Requiere sincronización precisa
- 5- Es incompatible con instalaciones analógicas.

(UNID, 2019)

Representación gráfica.

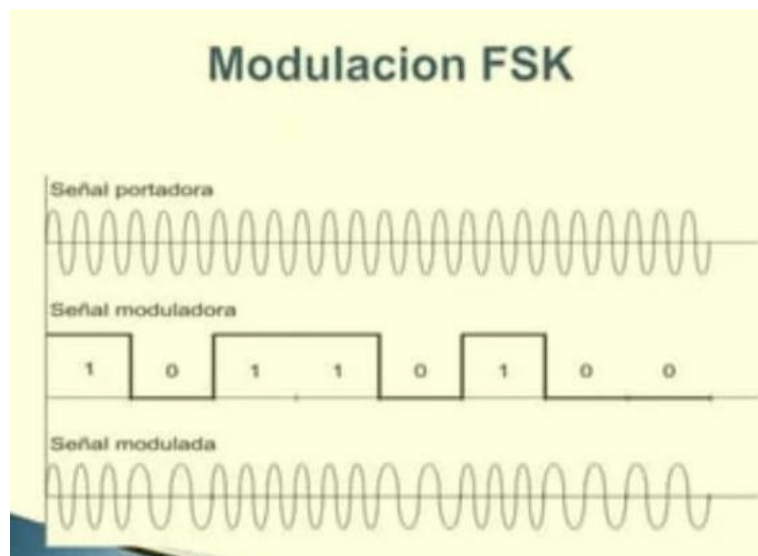


Figura 6: Modulación FSK.

Conclusión.

Las señales moduladas permiten adaptar información, como voz o datos, a un medio de transmisión físico, como ondas electromagnéticas. Al modular una señal portadora de alta frecuencia con una señal de información de baja frecuencia, se obtienen la transmisión a largas distancias, la transmisión simultánea, la inmunidad al ruido y la adaptación a diferentes medios.

En resumen, la modulación es una herramienta indispensable en las comunicaciones modernas, ya que permite transmitir información de manera eficiente, confiable y a grandes distancias. Dando como resultado una amplia gama de servicios de comunicación, desde la telefonía móvil hasta la televisión digital.

Referencias

- Academia Solar. (08 de 12 de 2024). *Academia Solar*. Obtenido de Controlador PWM: <https://autosolar.pe/aspectos-tecnicos/academia-solar-controlador-pwm-usos-y-ventajas#:~:text=El%20controlador%20protege%20la%20bater%C3%ADa%20contra%20las,el%20que%20se%20encuentra%20en%20cada%20momento.>
- Citelia. (11 de 08 de 2018). *Citelia*. Obtenido de PCM: <https://citelia.es/diccionario/pcm-pulse-code-modulation/#:~:text=PCM%20es%20un%20tipo%20de,previa%20de%20amplitud%20de%20pulsos.>
- CoolieCoolster. (01 de 04 de 2023). *Wikipedia*. Obtenido de Modulación de amplitud por pulso: https://en-m-wikipedia-org.translate.goog/wiki/Pulse-amplitude_modulation?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge#:~:text=Pulse%20amplitude%20modulation%20is%20widely,%2C%20by%20pulse%20position%20modulation.
- Instituto Tecnológico de Zacatecas. (24 de 09 de 2024). *enlinea.zacatecas*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Zacatecas: <https://enlinea.zacatecas.tecnm.mx/mod/resource/view.php?id=6502>
- Kevin Anderson. (10 de 10 de 2011). *Freescale Semiconductor*. Obtenido de Synchronized Pulse-Width Modulation: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nxp.com/docs/en/application-note/TPUPN19.pdf
- ProofPoint. (23 de 09 de 2024). *ProofPoint*. Obtenido de PAM: <https://www.proofpoint.com/es/threat-reference/privileged-access-management-pam#:~:text=Es%20una%20combinaci%C3%B3n%20de%20personas,credenciales%20y%20abuso%20de%20privilegios.>
- UNID. (07 de 02 de 2019). *Catedras*. Obtenido de Modulaciones: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://catedras.facet.unt.edu.ar/ft/wp-content/uploads/sites/123/2017/03/10-MODULACIONES-ESPECIALES.pdf
- Wikipedia. (16 de 05 de 2024). *Wikipedia*. Obtenido de PPM: https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_por_posici%C3%B3n_de_pulso#:~:text=N%20posiciones%20posibles%2C%20donde%20N,de%20interferencia%20por%20camino%20m%C3%BAltiples.&text=Representaci%C3%B3n%20gr%C3%A1fica%20de%20una%20modulaci%C3%B3n,pero%20con