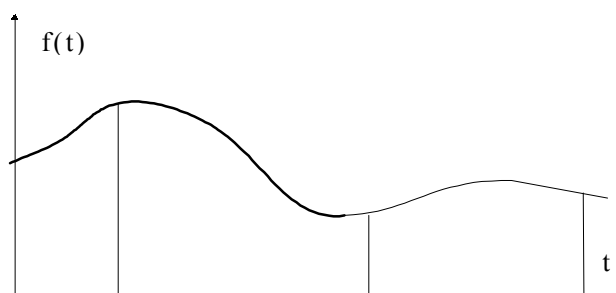


## II. CARACTERÍSTICAS DE LAS SEÑALES DE TELECOMUNICACIONES.

### 1. Señales analógicas

Una señal es analógica cuando pueden ser representada por funciones matemáticas que pueden tomar un número infinito de valores entre cualquier intervalo de tiempo por menor que este sea.

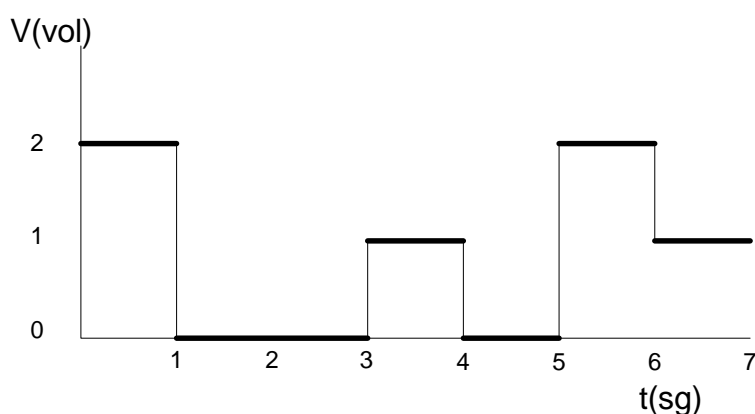


Un detalle muy importante es que este tipo de señales contienen la información en la señal misma, es decir que un valor tomado en un instante de tiempo representa una determinada amplitud de la señal, y este parámetro es información de ese instante.

### 2. Digitales:

Una señal es digital cuando pueden ser representadas por funciones matemáticas que pueden tomar un número acotado (finito) de valores entre cualquier intervalo de tiempo por menor que este sea.

Se trata de que la señal durante el intervalo de duración de cada pulso supere o no un determinado umbral de detección.



El detalle a tener en cuenta aquí es que la información se transmite a través de la codificación y decodificación de la señal, es decir que si se emplean siete intervalos (o bit) para representar un determinado carácter, al tomar un solo valor en un instante de tiempo, este umbral detectado no da ningún tipo de información; para obtener información es necesario decodificar un cierto intervalo de tiempo.

Hoy en día existe la posibilidad de convertir toda señal analógica a digital y viceversa, y transmitir a través de ella cualquier tipo de información (datos, voz, imágenes y vídeo).

### 3. Amplificación y Regeneración:

Toda señal electromagnética que se desplace a través de un medio real, será afectada por **ruido y distorsión**. Estos factores que se tratarán más adelante en detalle, causan fundamentalmente, la *atenuación* y la *deformación* de una señal. Este fenómeno impacta de manera muy diferente la señal analógica y la digital, como se representa a continuación:



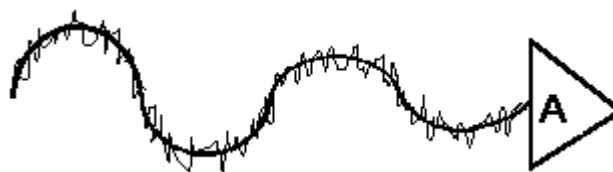
Si una señal analógica recorre una distancia tal que no pueda distinguirse (Ej: distancia x) la información que transporta, ya no podrá operarse de ninguna forma.



Si se la toma a una distancia tal (Ej: distancia Z) que pueda interpretarse la información que transporta, se puede colocar un dispositivo llamado AMPLIFICADOR cuya tarea consiste en llevar la señal a una potencia mayor de forma tal que pueda ser nuevamente insertada en el canal de comunicaciones y recorrer una nueva distancia. Estos amplificadores, dependiendo del ruido que posea el medio físico, de la calidad de sus componentes, de la amplificación que se desea, de la frecuencia de la señal, etc; podrán ser mayores o menores la cantidad que el sistema soporte, como se representa a continuación:

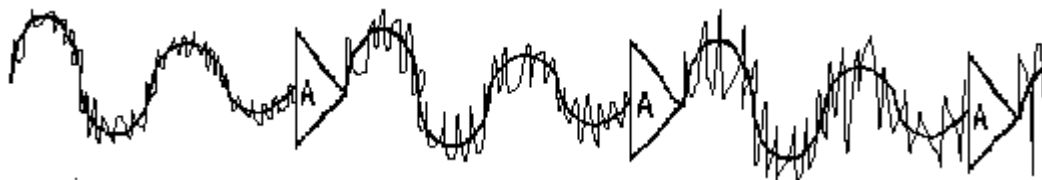


Como se mencionó en el primer párrafo, esta señal que se desplace sufrirá de atenuación, es decir pérdida de la potencia de la señal (como puede apreciarse en los gráficos) y por esta causa se implementan los amplificadores, y a su vez también se irá deformando por las distintas interferencias que reciba (que se tratarán en detalle más adelante). Estas interferencias se irán sumando o acoplado inexorablemente a la señal que interesa transmitir.

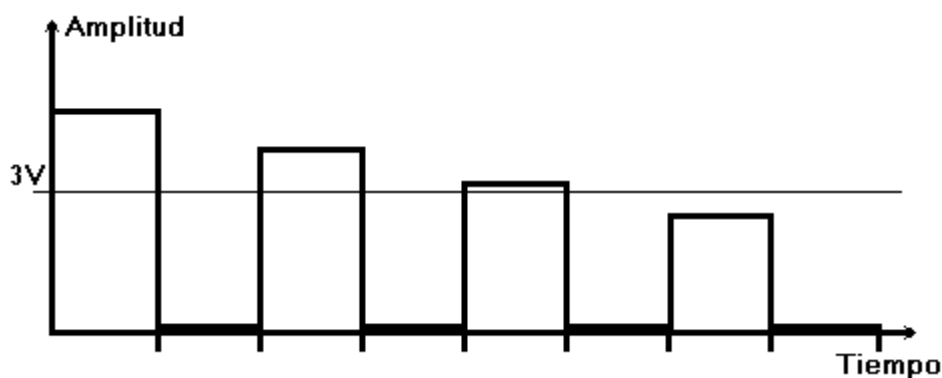


Al llegar a cada amplificador, éste podrá minimizar algún tipo de ruido como es el caso de los 50 ciclos por segundo (ruido de línea), que existe en la tensión de alimentación en Europa y

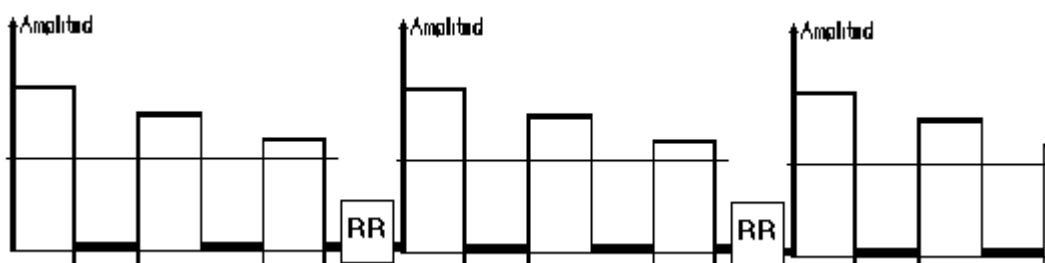
Sudamérica con 220 Volt. Este ruido es fácil de tratar pues es de frecuencia constante, pero al tratarse de cualquier señal que se suma con características aleatorias (Ej: tormentas, emisiones de otras radios, TV, etc) esta no podrá ser filtrada, dando como resultado que la señal que se desea transmitir, al ser amplificada, también se amplifique el ruido que esta sumó en la etapa anterior. Este fenómeno irá creciendo amplificador a amplificador, llegando un momento en el cual la señal sea intolerable.



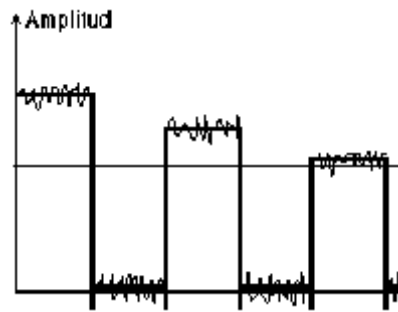
En el caso de la transmisión digital, este fenómeno es totalmente diferente. El concepto ya mencionado de este tipo de señal, es que para emitir una transmisión digital, se generará o no un determinado nivel de tensión, el cual si supera el umbral de detección se interpretará como un uno y al no superarlo se lo interpretará como un cero (o viceversa). (Cabe aclarar que en este ejemplo se está representando una transmisión digital que posee sólo dos niveles, pues se verá después que puede tener más).



Esta señal al igual que la analógica si alcanza una distancia tal que no supera el umbral de detección, no podrá realizarse ninguna operación, pero si se la toma en distancia adecuada, se podrá colocar un dispositivo llamado REPETIDOR REGENERATIVO cuya función es generar un estado de tensión mayor que el recibido en el caso de superar el umbral de detección, como se grafica a continuación.

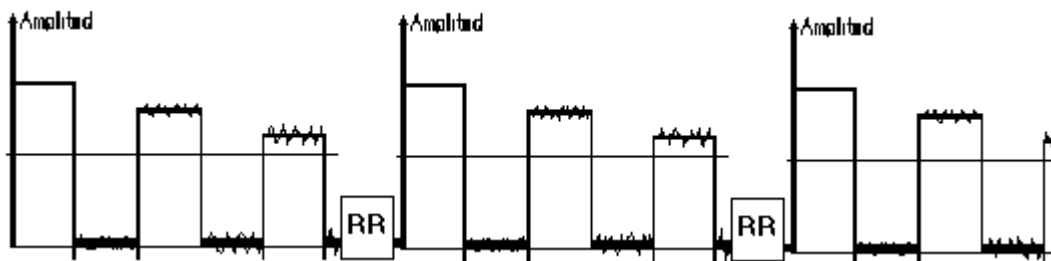


Sufriendo similares fenómenos a la transmisión analógica, la digital también será afectada por la atenuación (como se puede apreciar en las gráficas anteriores) y el ruido que se irá sumando en su camino.



Pero al llegar a este punto **nace la gran diferencia entre estas dos señales**, pues en el Repetidor Regenerativo al detectarse un estado de tensión que supere o no el umbral, se regenerará un estado de tensión mayor en el caso de superar el umbral o cero en caso contrario. ¡El ruido en este caso no es tenido en cuenta!, solamente la generación de un estado de tensión que será tan puro como lo fue en su etapa inicial

¿Y cuántas veces? → 1, 2, 5, 10, 100, 1000.....(No será infinito pues es sumamente difícil llegar a este valor, pero el límite será enorme).



Esta realidad es la que hace que el mundo hoy sea digital, las pocas señales que aún se mantienen analógicas ya tienen acotado su tiempo de vida, y aún no han sido convertidas por los costos que implica o por no haber superado su período de amortización (Ej: última milla TE, TE celular, TV)

El ejemplo más representativo (si bien no es exactamente lo mismo) es el caso de la grabación de audio en forma analógica y digital.

Al grabar un cassette de audio desde un original, la calidad no es exactamente la misma, si de la segunda copia se graba una tercera, ésta ya se nota cierto ruido de fondo, si de la tercera a su vez se graba una cuarta, esta es de mala calidad, la quinta sea quizás inaceptable. El caso digital es el Compact Disk, pues si de un original se graba un segundo (si el dispositivo de grabación y el CD son de buena calidad) éste es una copia exacta del primero, si a su vez se realizan los mismos pasos que en el cassette, se pueden hacer un sinnúmero de copias y todas serán exactamente iguales. Si sobre esto se tiene alguna duda, bastaría consultar a cualquier empresa discográfica o de Software sobre la "Piratería de CD".

#### **CONCLUSION:**

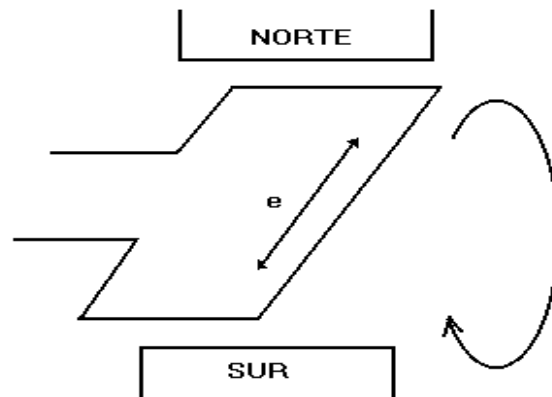
- La señal analógica: se **AMPLIFICA**.
- LA señal digital: se **REGENERA**.

#### **4. La señal periódica:**

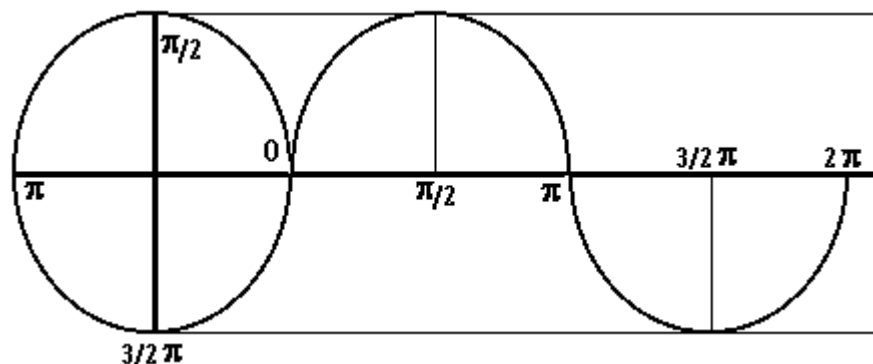
Una señal es periódica cuando se repite a intervalos regulares de tiempo.

#### 4.1. La señal periódica analógica:

La señal periódica analógica por excelencia es la señal senoidal (función seno), la cual se genera al girar una espira metálica a velocidad constante dentro de un campo magnético.



Si se representa su posición respecto a la corriente que esta genera, se podría analizar de la siguiente forma:



La posición en la que se encuentra la espira respecto al campo magnético en cada instante determina la **fase**, la velocidad con la que gira su **frecuencia** es decir las vueltas que da en por unidad de tiempo, y por último la cantidad de espiras que giren, su espesor, material, etc. Determinarán la **amplitud** de esta señal, es decir el nivel de tensión que este generador produce.

La representación matemática de esta señal es:

$$f(t) = A * \text{sen}(w*t + \theta)$$

En esta fórmula se aprecian los tres parámetros sobre los que se puede operar en una señal: **Amplitud (A)**, **Frecuencia (W)** y **Fase ( $\theta$ )**, pues el tiempo es un factor no controlable.

La frecuencia a la que se hace referencia es la frecuencia angular :  $W = 2*\pi*f$ .

Con el estudio de las señales periódicas se resuelven todos los problemas relacionados con la cantidad de información que se puede transmitir a través de un canal de comunicaciones y su velocidad de transmisión, que son dos valores íntimamente relacionados como se verá más adelante.

Para este estudio se emplea el desarrollo en serie de Fourier o para ser más exacto su transformada compleja discreta, tema que no será tratado aquí, pero se mencionará muy brevemente de qué se trata:

Al comenzar el estudio de las ciencias matemáticas se analizan los números, primero los naturales, enteros, reales y por último los complejos. La relación o la secuencia entre ellos se ve desde el punto de vista de las progresiones, sucesiones y series. Al llegar a las series, inicialmente se estudian las numéricas, y luego las series de funciones.

El concepto de serie es el de una suma infinita de términos, donde al ser infinita, no se pueden desarrollar la totalidad de sus términos, y es por esta razón que interesa estudiar su *Convergencia* a través del análisis de su límite cuando tiende a infinito. Los criterios de estudio de esta convergencia más conocidos son : La comparación, D'Alambert, Cauchy, integral, Weirstrass, etc.

Las primeras en aprenderse son las series de potencias, donde el principal exponente es Taylor, a través de estas series se pueden representar funciones matemáticas como, ya se mencionó, a través de una sumatoria de términos. Este desarrollo impone grandes limitaciones sobre las funciones a las que puede aplicarse, y es por esta razón que en el caso de las señales que se están tratando aquí no se puede emplear.

La función periódica que se graficó anteriormente es la función seno de un ángulo, la cual se trata de una función trigonométrica. Para el estudio de este tipo de funciones es donde se aplica el desarrollo en series trigonométricas cuyo mayor representante es FOURIER: Su propuesta es que toda función que cumpla con las condiciones de Dirichlet (es decir Periódica de período = T, integrable y con un número finito de máximos, mínimos y discontinuidades de primera especie) puede ser desarrollada como una sumatoria de términos representados a través del desarrollo en serie de Fourier.

Existen distintas formas de análisis de Fourier (Real, Complejo, discreto, etc.).

Pero lo que realmente importa en este curso es saber dos hechos de suma importancia:

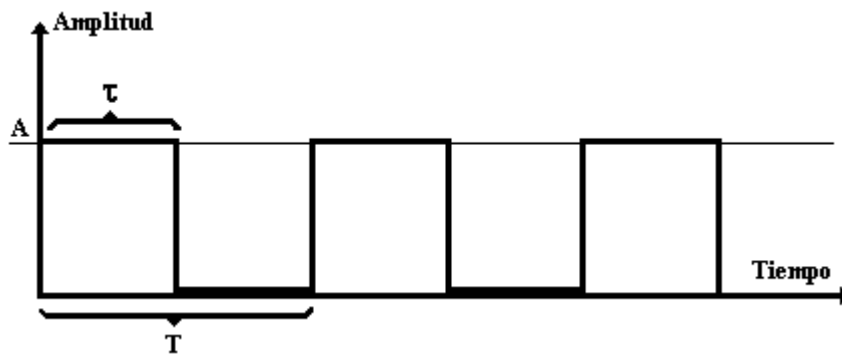
- A través del análisis de Fourier, una función en el dominio del tiempo se puede transformar al dominio de la frecuencia (donde el ser humano sí puede controlar), se analiza aquí y luego a través de la anti-transformada se la devuelve al dominio del tiempo donde se aprecian las hipótesis. Este estudio se realiza por medio del espectro en amplitud y frecuencia de una señal.
- La suma de términos está constituida por un término constante y una serie de armónicas. Si se pudiera en la realidad representar la totalidad de las armónicas, esta serie sería exactamente igual a la función matemática, pero aquí empieza a confrontarse la teoría con la realidad, en la cual, estará limitada la cantidad de armónicas que circularán a través de todo canal real de comunicaciones y es aquí donde se empieza a limitar la capacidad de envío de información acorde a la realidad donde se esté trabajando.

#### 4.2. La señal periódica digital:

Esta señal es conocida como tren de pulsos y se realiza a través de generar estados de tensión a intervalos regulares y de igual duración cada uno de ellos, una función que puede describirla es :

$$f(t) = \begin{cases} A & 0 < t < T/2 \\ 0 & \text{para todo } t \end{cases}$$

Su grafica sería:



A: Amplitud.

$\tau$ : Duración del pulso

T: Período.

La totalidad de los conceptos mencionados en análisis de Fourier para las señales analógicas se aplican en las señales digitales.