

Trabajo Práctico N°1

Fundamentos de los Sistemas de Comunicación

Ejercicio 1

Un fabricante de equipamiento médico desarrolla un monitor cardíaco ambulatorio inalámbrico. Los electrodos, en contacto con el cuerpo del paciente (37°C), captan una señal de ECG de aproximadamente 1 mV de pico, cuyo contenido espectral útil se extiende hasta 100 Hz. La impedancia de fuente del conjunto electrodo-piel es del orden de 1 k Ω . La señal se acondiciona, se filtra, se digitaliza y se transmite por radio a una estación base ubicada en la habitación, donde se almacena, se reconstruye en forma analógica para un registrador de papel y se muestra en pantalla.

El equipo se utiliza en una sala con luminarias fluorescentes, bombas de infusión, una cama eléctrica motorizada y cableado de alimentación de 220 V / 50 Hz en las paredes.

Se pide:

- Realizar el diagrama en bloques del sistema completo, identificando y nombrando todos los elementos que componen un sistema de comunicaciones, e indicando qué dispositivo físico concreto cumple cada función en este caso. Explicar, con sus propias palabras, qué se entiende por comunicación y por sistema de comunicaciones, y por qué el conjunto descripto constituye uno.
- Calcular la potencia de ruido térmico presente en el ancho de banda de la señal (100 Hz) a la temperatura de trabajo del sensor (37°C). Expresar el resultado en watts y en dBm.
- A partir del resultado anterior, estimar la tensión de ruido térmico sobre la impedancia de fuente del electrodo y compararla con la amplitud útil del ECG. Con ese número, responder: ¿es el ruido térmico el factor que limita la calidad de esta medición? Si no lo es, identificar las causas de ruido e interferencia dominantes en este entorno, explicar el mecanismo físico de cada una y en qué se diferencian del ruido térmico.
- Seleccionar de catálogo un circuito integrado conversor analógico-digital adecuado para la etapa de digitalización, y un conversor digital-analógico para la reconstrucción de la señal en la estación base. Justificar la elección (cantidad de bits, frecuencia de muestreo, interfaz, consumo, cantidad de canales) relacionándola con el ancho de banda y la amplitud calculados en los puntos anteriores. Citar la hoja de datos consultada.
- El diseñador propone incorporar un UAF42 de Texas Instruments entre el amplificador de entrada y el conversor A/D. ¿Qué tipo de componente es y para qué sirve? ¿Qué función concreta cumpliría en esta cadena, qué configuración le daría, y qué ocurriría con la señal digitalizada si se lo omitiera?

Ejercicio 2

El laboratorio recibe un lote de amplificadores de banda base destinados a la etapa moduladora de un enlace de telemetría. Antes de aceptarlos se realiza un ensayo de linealidad: se inyecta un tono de prueba senoidal de 10 kHz y se mide la salida con un analizador de espectro, obteniéndose:

Componente	Tensión medida
Fundamental	$10 V_{rms}$
Armónico de 2° orden	$0,1 V_{rms}$
Armónico de 3° orden	$0,3 V_{rms}$

El pliego de especificaciones exige: $THD \leq 2 \%$ y que el equipo no emita energía significativa fuera de la banda asignada de 0 a 25 kHz.

Se pide:

- Determinar la frecuencia del armónico de segundo orden y la del de tercer orden, y explicar por qué aparecen estas componentes si a la entrada se inyectó una única señal senoidal pura.
- Calcular el porcentaje de distorsión armónica de segundo orden y de tercer orden.
- Calcular el porcentaje de distorsión armónica total (THD) y dictaminar si el lote cumple o no con el pliego.
- Analizar cuáles de las componentes generadas caen dentro y cuáles fuera de la banda asignada de 0-25 kHz, y explicar qué consecuencias tiene esto sobre los sistemas que operen en canales adyacentes.
- Suponiendo que el lote se rechaza, proponer y justificar al menos dos medidas correctivas posibles, indicando cuál atacaría la causa y cuál solamente el síntoma.

Ejercicio 3

Una estación remota comparte una antena de banda ancha entre varios equipos mediante un preamplificador de banda ancha. A la entrada del preamplificador ingresan dos señales de nivel elevado:

- La portadora de una emisora de AM ubicada a pocos kilómetros, en 2 MHz.
- El enlace propio de la estación, en 10 MHz.

Un receptor conectado al mismo preamplificador y sintonizado en 12 MHz comienza a recibir una interferencia que sólo aparece cuando ambas transmisiones están activas simultáneamente: desaparece si la emisora de AM sale del aire y también si el enlace de 10 MHz queda en silencio. Se verifica que el preamplificador está recibiendo un nivel de entrada muy elevado, por encima del rango en el que se comporta en forma lineal.

Se pide:

COMUNICACIÓN DE DATOS (IC323)

- a) Calcular la frecuencia de los tres primeros armónicos que pueden encontrarse a la salida del preamplificador para cada una de las frecuencias de entrada. Aclarar qué criterio se adopta para numerarlos.
- b) Calcular las frecuencias de los productos cruzados centrados en 10 MHz.
- c) Explicar el origen de la interferencia observada en 12 MHz: identificar de qué producto se trata y por qué su comportamiento (aparece sólo con ambas señales presentes) permite distinguirlo de una simple distorsión armónica.
- d) Indicar si alguno de los productos calculados coincide en frecuencia con un armónico de las señales de entrada y discutir qué dificultad introduce esto al diagnosticar la falla con un analizador de espectro.
- e) Proponer una solución técnica jerarquizada: qué se corrige primero y por qué. Justificar por qué agregar un filtro en el receptor de 12 MHz podría no resolver el problema.

Ejercicio 4

Cada grupo debe seleccionar un sistema de comunicaciones real, de acuerdo a sus intereses (enlace satelital, red celular, radioenlace, fibra óptica, red industrial, RFID, sonda espacial, etc.) y preparar:

- Un diagrama en bloques de sus principales componentes y características (frecuencias, potencias, ancho de banda, alcance, medio de transmisión).
- Un análisis de las principales causas de ruido y degradación que afectan a ese sistema.
- Además, ubicar en su propio diagrama en qué punto de la cadena aparecería cada uno de los fenómenos estudiados en los ejercicios 1 a 3 (ruido térmico, distorsión armónica, productos de intermodulación, interferencia electromagnética) y cuál de ellos sería el limitante dominante en su sistema, justificando por qué ese y no los otros.