

# La DIGITALIZACIÓN

## Un enfoque puramente técnico

El mundo se nos presenta como el resultado de agregados de muchas pequeñas cosas (átomos, moléculas, radiaciones, ...). Y el comportamiento de los agregados es radicalmente distinto al de sus componentes en estado individualizado. El comportamiento de los agregados es lo que se llama "mundo analógico". El comportamiento de los componentes en el estado individualizado se desenvuelve en el mundo cuántico. Se opina que todos los procesos en la Naturaleza tienen lugar en el entorno cuántico, pero se perciben en el mundo analógico. Por ejemplo, la gasolina entra en el cilindro del motor de combustión interna y allí las moléculas de octano ( $C_8H_{18}$ ) reaccionan con las de oxígeno (mundo cuántico), y el resultado macroscópico (o analógico) es que se produce energía, calor y humos (anhídrido carbónico y vapor de agua).

Desde el punto de vista de la ingeniería, es necesario controlar los procesos, y para ello hay que captar datos mediante los sensores adecuados. Esos sensores llevan a cabo su función en el mundo analógico —son sensores analógicos— como pueden ser un termómetro en una caldera o un micrófono en un

teléfono. También hay que enviar órdenes a los correspondientes actuadores, como puede ser variar el flujo de combustible a la caldera o energizar un altavoz. Esas órdenes también se han de recibir por el actuador en modo analógico.

### Entonces, ¿cual es la función del mundo digital?

La captación de señales lleva aparejada una incertidumbre (nunca se puede medir perfectamente). La medida incorpora una cierta cantidad de señal no deseada, que recibe el nombre de ruido.

También se puede considerar ruido aquella parte de la señal que no es necesaria para los fines en los que se va a utilizar. Un ejemplo puede ser la voz en servicio telefónico (no es el caso de la alta fidelidad cuyo espectro puede abarcar desde 20 Hz hasta 16000 Hz), pero si se restringe ese espectro a la banda 300 - 3400 hercios, la señal así recuperada resulta, no sólo perfectamente inteligible, sino que además se reconoce cuál es la persona que habló.

El proceso que se sigue es captar la señal, eliminar dentro de lo posible el ruido (mediante técnicas que dependen del

tipo de señal captada), y eliminar redundancias, porque éstas no suponen información valiosa, y en cambio consumen recursos.

El problema de las señales analógicas, además del ruido que incorporan, es que se corrompen cuando se transmiten. La locución de una única persona en un extremo de un pasillo largo o una estación de metro absolutamente vacía se escucha muy mal desde el otro extremo. Se producen reflexiones y ecos que distorsionan el sonido original hasta hacerlo ininteligible. Lo mismo sucede cuando la señal ha sido convertida a señal eléctrica analógica y como tal se transmite por cables de comunicaciones.

Ese proceso de deterioro de la señal se intenta combatir y se logran buenos resultados (por ejemplo, a la señal de las emisoras comerciales que usan la banda de frecuencia modulada se le aplica un proceso de preénfasis para mejorar la audición de los agudos). Pero tiene un límite.

La DIGITALIZACIÓN viene a resolver esos problemas, ciertamente a un precio, pero que resulta asumible tanto monetaria como técnicamente.



Así, la señal captada y libre de ruidos se trocea (se la cuantifica, se la digitaliza), de tal modo que a cada pedazo se le asigna un código (compuesto por señales binarias, ceros y unos) que es la base de la señal que se transmite o procesa. Por lo tanto, la señal — una vez digitalizada— se convierte en una serie de números a los que se les puede aplicar cualquier proceso matemático que se considere conveniente. De ahí su gran potencia.

Es conveniente aclarar que cuando una señal se trocea, a todos los valores de la misma comprendidos dentro de un cierto rango se le asigna el mismo código. Por lo tanto, a la hora de recuperar el mensaje codificado, para un determinado código se devuelve un determinado valor de señal que rara vez coincidirá con el original. En otras palabras, se habrá introducido ruido (en ese caso llamado ruido de cuantificación). Pero ese ruido está bajo control, y la deformación que introduce es compatible con la aplicación en la que se va a usar. La determinación de ese nivel de ruido la llevan a cabo los que manejan estas técnicas.

### ¿Se pueden enviar señales binarias por un cable?

La respuesta es sí, pero con muy poca eficiencia. Las letras codificadas en Morse (puntos y rayas) llegaban al destinatario, pero con una tasa de velocidad de información extremadamente baja.

Entonces, hay que adaptar la señal binaria al medio de transmisión (aire, fibra, ...), de tal modo que se magnifique la velocidad de transferencia de datos. Y esas señales codificadas y adaptadas al medio, son de nuevo **¡¡analógicas!!**

La recuperación de esta última señal analógica se puede considerar sencilla, en el sentido de que cada trozo de señal recibida es fácil de discernir y representará a un cero o a un uno. No se quiere decir que no se produzcan errores, pero esos errores se combaten con una estrategia distinta. La estrategia consiste en añadir redundancia, pero una redundancia compatible con el medio de transmisión y que, unas veces detecta errores, y otras veces no sólo los detecta, sino que los corrige.

Por lo tanto, el mensaje recibido y corregido

de los posibles errores que pudiera contener, es una reproducción fiel del mensaje original codificado digitalmente.


La DIGITALIZACIÓN, en este contexto de la ingeniería, no es ni más ni menos que un procedimiento o estrategia para maximizar la capacidad de transmisión de los medios respetando (no distorsionando ni deformando) la información original. En definitiva, una herramienta, tan herramienta como puede ser un martillo para clavar un clavo.

El mundo actual, gracias a las redes de comunicaciones, se encuentra interconectado. Hay ordenadores que reciben datos, y los procesan para ofrecer otros datos útiles a la función deseada. Esos datos los reciben otros ordenadores, o máquinas, que obedeciendo a esas órdenes, fabrican productos. Todas esas transacciones de datos se llevan a cabo en el mundo digital.

Una transferencia bancaria, un mensaje de fin de año, la fabricación de una pieza, el envío de un paquete a través de un servicio de mensajería, todo se beneficia de la digitalización. Y ese es su valor: ser una herramienta (y nada más que una herramienta), pero extremadamente valiosa e importante para el desarrollo de la Sociedad. La sociedad (o empresa) que no se digitalice dejará de ser competitiva en el entorno industrial y social.

Como se sugiere en el título, este artículo sirve para exponer lo que desde la técnica se entiende por digitalización, sin entrar en consideraciones económicas o sociales. Estos últimos aspectos son los que más a diario se aplican en las relaciones interpersonales, escritas o verbales. La visión puramente técnica del proceso de digitalización es otra manera de enfocar el conocimiento de este concepto.

Como colofón, se puede aventurar una definición de DIGITALIZACIÓN, que podría ser:

La **DIGITALIZACIÓN** es una herramienta utilizada para tratar los datos y que nos permite una transmisión y gestión más rápida de los mismos en cualquier proceso, asegurando la fidelidad e integridad absoluta del mensaje recuperado 



**Antonio Moreno Calvo**

Vicepresidente del Comité Asesor de la AEC, Presidente del Comité de Metrología del Instituto de la Ingeniería de España

 morcating@iies.es



**Álvaro Santamaría Enebral**

Vicepresidente de la Comunidad de la Calidad de la AEC  
Jefe de Calidad de la Fabrica Nacional de Moneda y Timbre

 asantamaria@fnmt.es

 [www.linkedin.com/in/alvaro-santamaria-enebral-88474243/](https://www.linkedin.com/in/alvaro-santamaria-enebral-88474243/)