

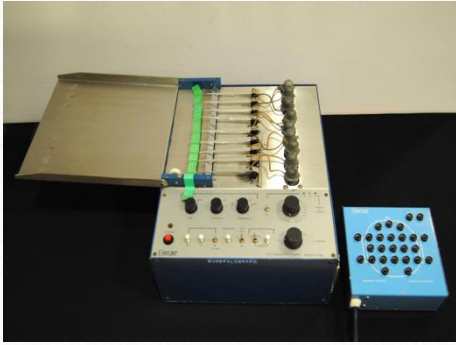
Rational Manipulation of Digital EEG: Pearls and Pitfalls

Udaya Seneviratne*†

Journal of Clinical Neurophysiology Volume 31, Number 6, December 2014

Yadira Muñoz Alarcón

R2 NFC



EEG ANALOGICO

- Sistema capaz de registrar la actividad dieléctrica cerebral
- Describió ritmo alfa posterior con su atenuación fisiológica con la apertura y cierre ocular.
- **1929:** Electroencefalograma (*Elek-Kephalo-Gram*)
- **1940** Erna y Frederic Gibbs: Correlación electroclínica del EEG

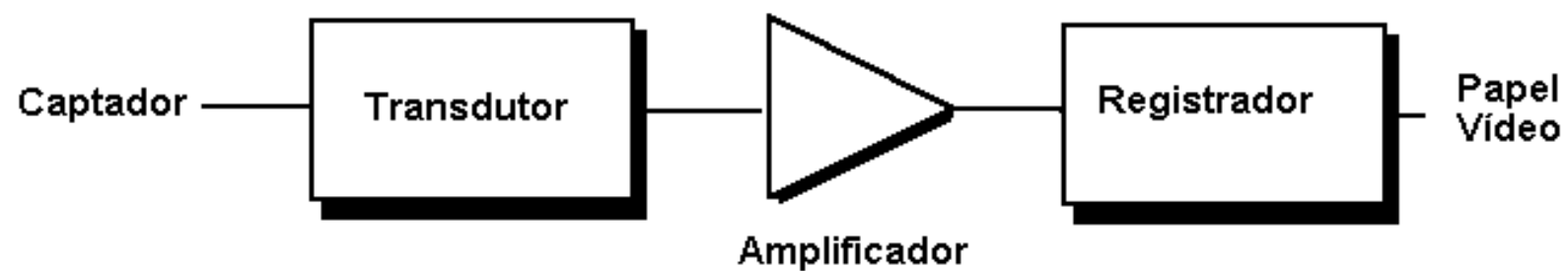
Hipsarritmia (S. West), punta onda 3Hz (*ausencias típicas*), punta onda lenta (S. Lennox-Gastaut).

- Llegada de la informática: Gran capacidad de registro, análisis y almacenamiento.

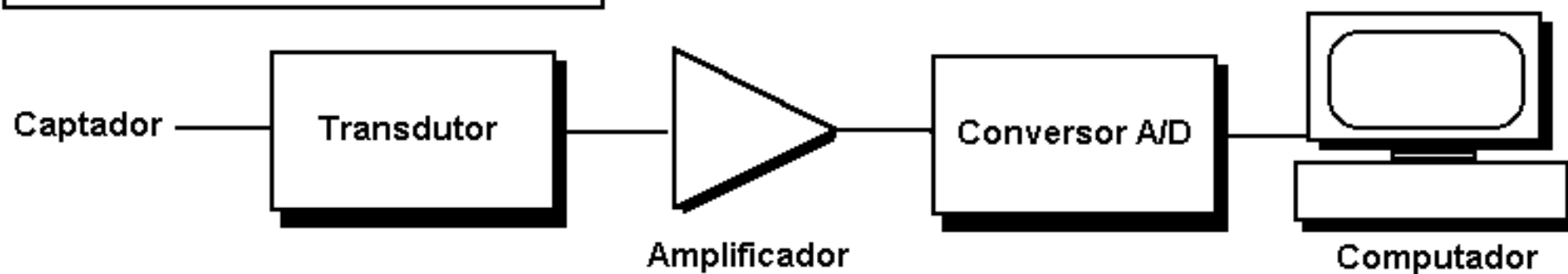


Hans Berger (1873-1941)

CANAL DE REGISTRO ANALÓGICO



CANAL DE REGISTRO DIGITAL

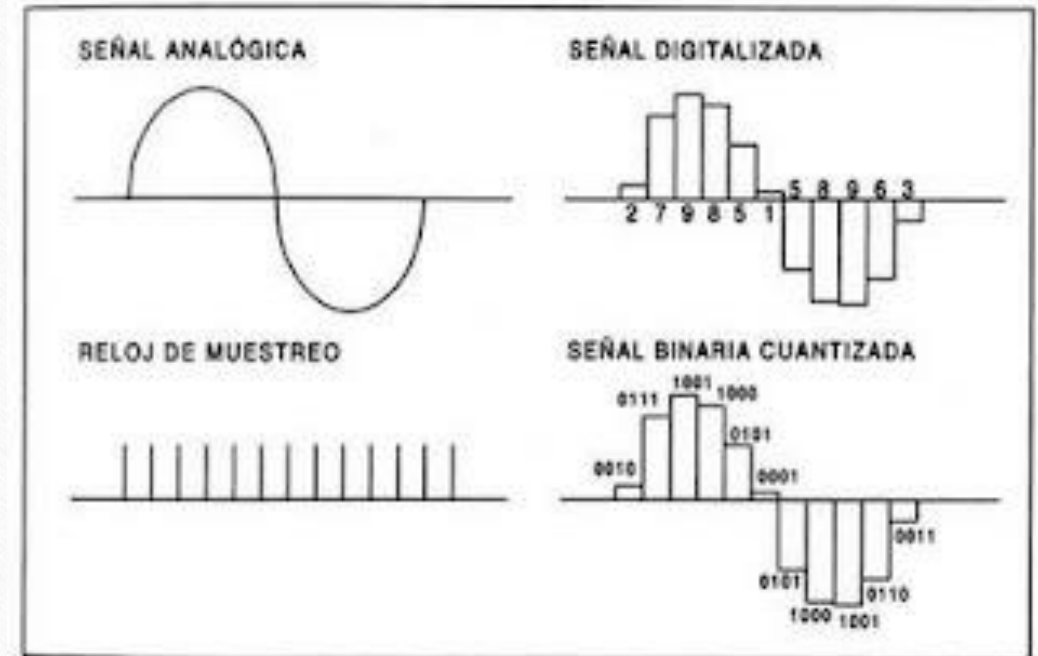


CONVERSION ANALOGICO-DIGITAL

La validez del proceso de conversión Analógico-Digital depende de **TEOREMA NYQUIST** que establece que debemos

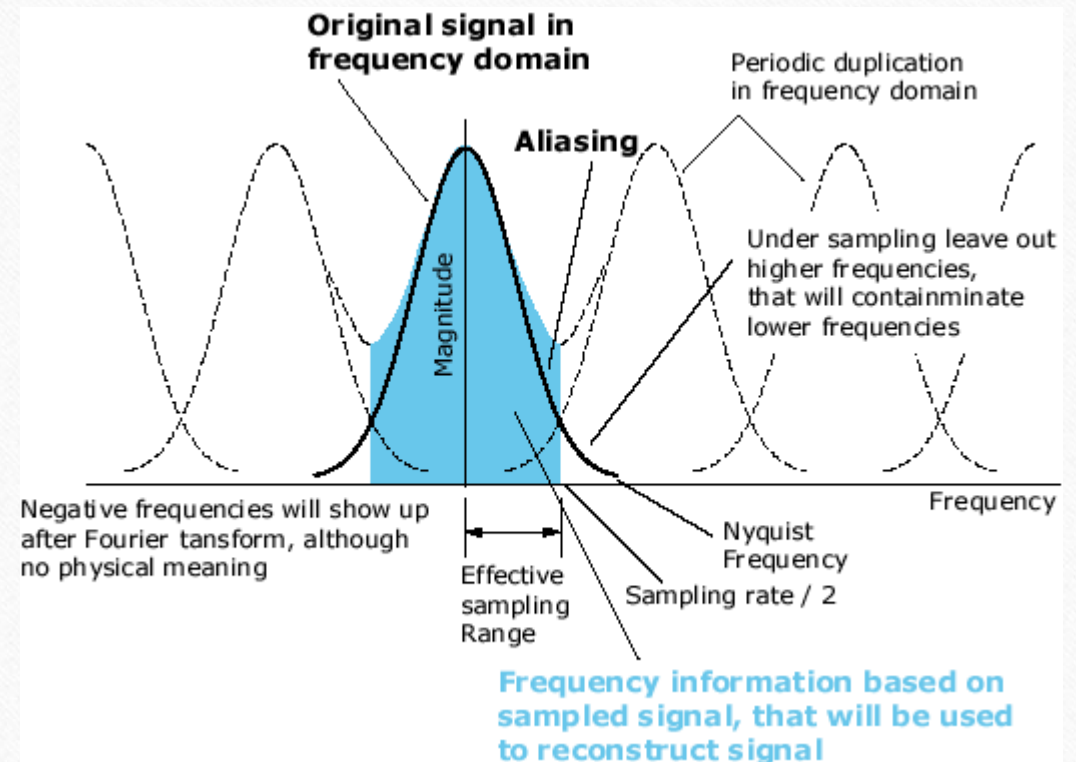
TOMAR MUESTRAS A UNA FRECUENCIA DOBLE DE LA MAXIMA FRECUENCIA QUE TIENE LA SEÑAL A MUESTREAR.

ALIASING



ALIASING

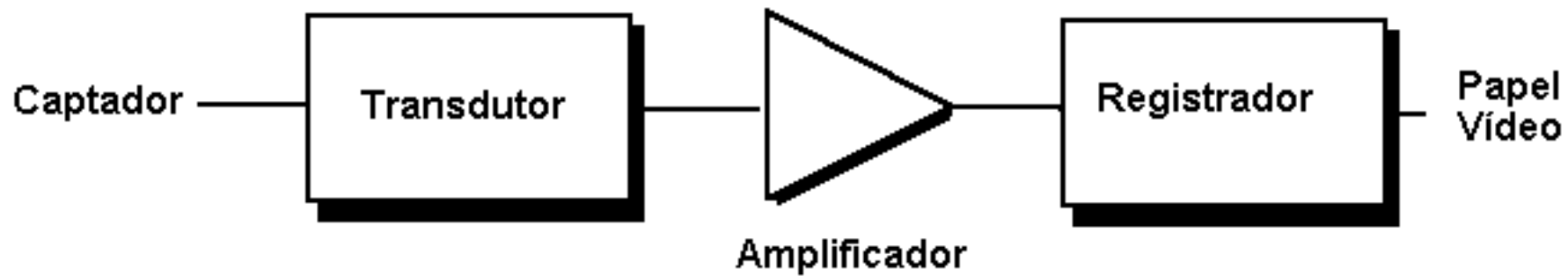
Señales de frecuencia superior a la permitida por el muestreo aparecen tras la digitalización como señales de frecuencia permitida.



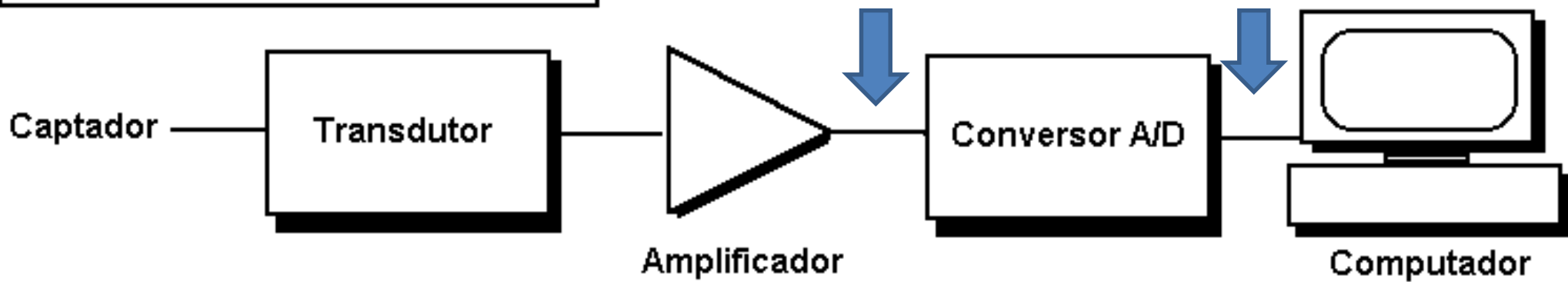
¿Como corregirlo?

- Correcta frecuencia de muestreo
- Filtros a la entrada del conversor analógico digital
- Filtro de paso bajo a la salida del conversor digital analógico(solo deja pasar frecuencias menores a la mitad de la frecuencia de muestreo).

CANAL DE REGISTRO ANALÓGICO



CANAL DE REGISTRO DIGITAL



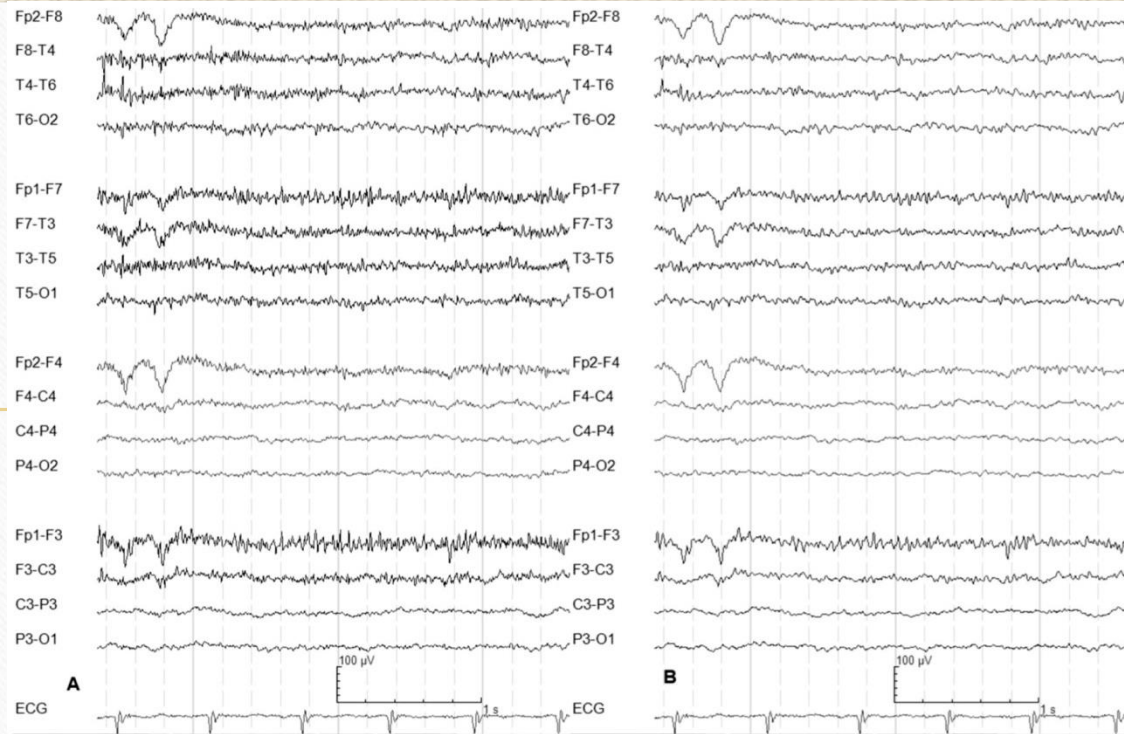
Digitalización

- Mayor flexibilidad (adquisición y análisis de datos)
- Nuevos riesgos potenciales de errores no asociados a eeg analógico.
- Nuevas responsabilidades para electroencefalógrafo

Perdida y distorsión de datos

Cambios de filtro---perdida y distorsión de datos---Resultados erróneos.

	Ventajas	Inconvenientes
Bajar HFF:	Remueve artefactos musculares	Filtra puntas y polipuntas
Aumentar LFF:	Filtra artefactos de movimiento de baja frecuencia.	Filtra enlentecimiento patológico y componentes de onda lenta de descargas epileptiformes.



Problemas de cambios en HFF

Artefactos musculares bilaterales

Actividad muscular residual
impresiona falsamente de
actividad Beta rápida

A. HFF: 70Hz
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 7 μV/mm

B. **HFF: 30Hz**
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 5 μV/mm

Filtros

ANALOGICOS	DIGITALES
PROGRAMADO ANTES DEL REGISTRO	TRAS DIGITALIZACION Y MODIFICADO EN CUALQUIER MOMENTO
HARDWARE	SOFTWARE
ATENUA ALTAS FRECUENCIAS PARA MINIMIZAR ALIASING	HFF:ATENUAN FRECUENCIAS ALTAS LFF:ATENUA FRECUENCIAS BAJAS

Determination of seizure onset and propagation is one such application. Electrographically, the seizure onset is characterized by Rodin et al. (2009):

1. Focal spikes and sharp waves
2. Rhythmic activity of varying frequencies
3. Attenuation of background activity
4. Baseline DC shifts/infraslow activity
5. High-frequency oscillations.

Corrige artefactos de movimiento si disminuimos HFF

EEG ictal



Inicio y propagación de crisis

Crisis focal Lóbulo Temporal derecho

A. Artefactos musculares

HHF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

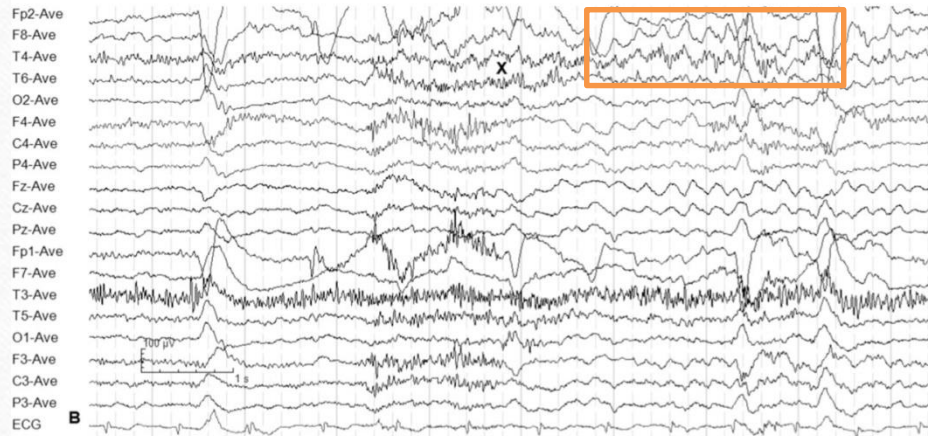
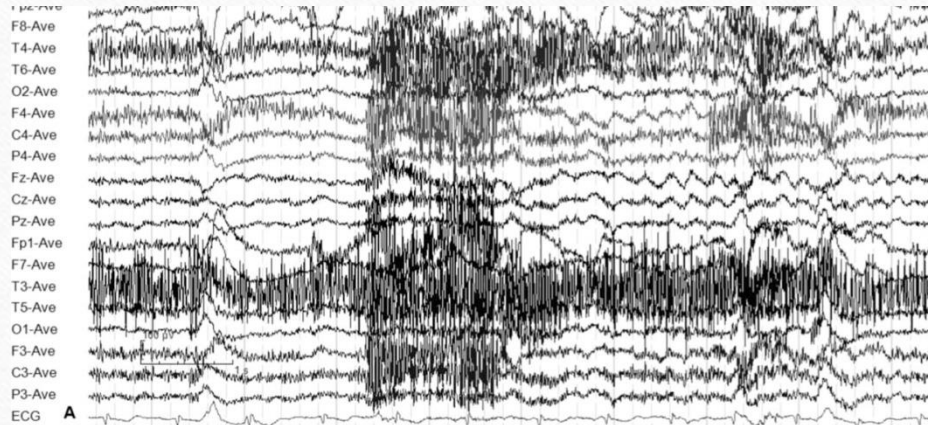
SENSIBILIDAD: 10 μ V/mm

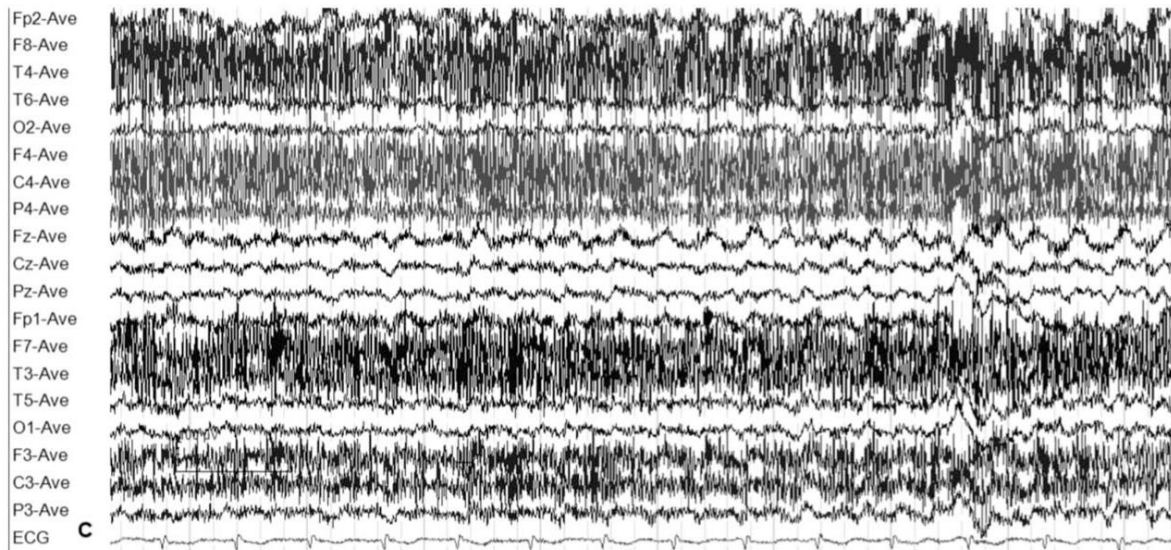
B. Podemos visualizar ritmo theta en F8 y T4

HHF: 15 Hz

LFF: 0.5Hz

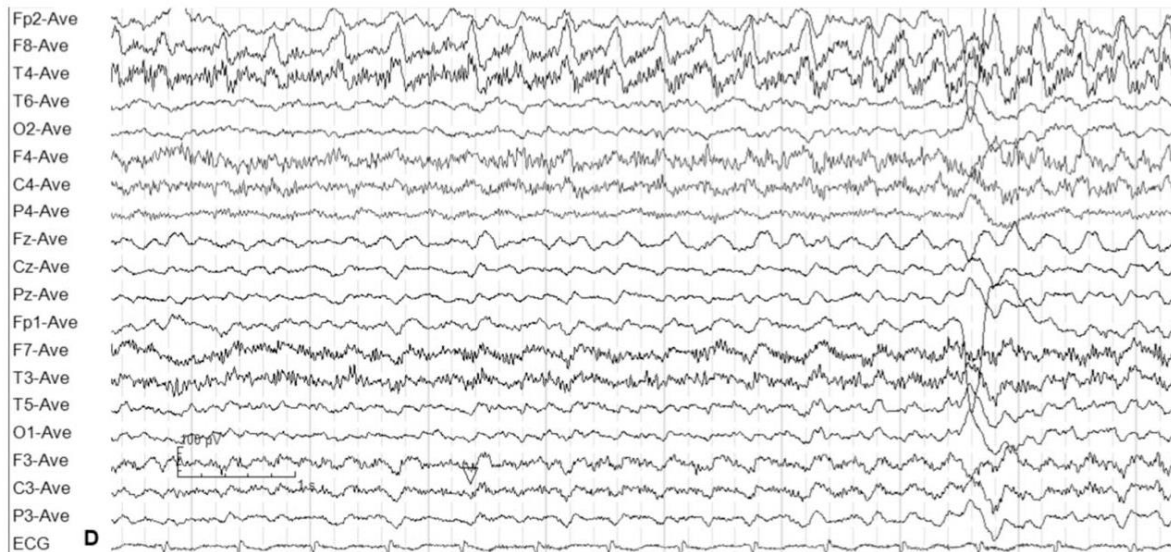
SENSIBILIDAD: 10 μ V/mm





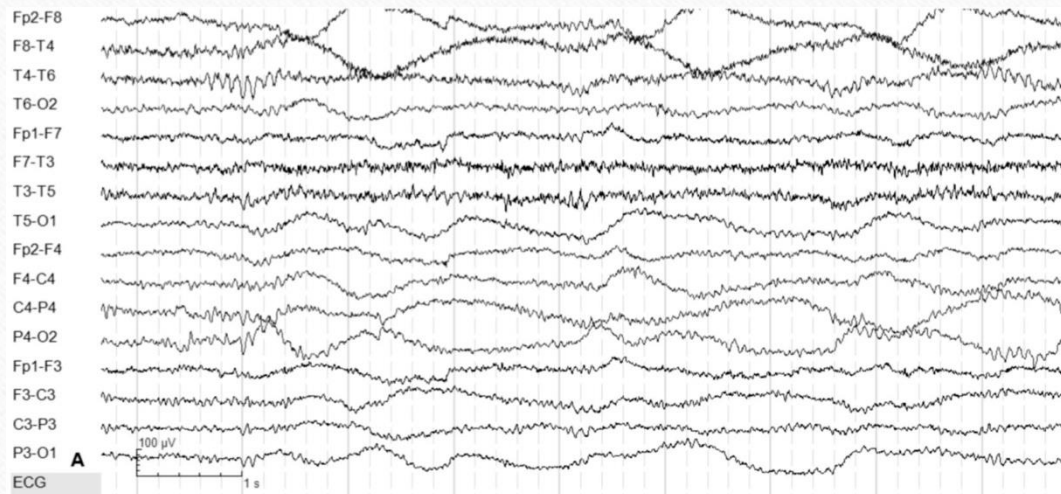
10 seg después, evolución de crisis enmascarada por artefacto muscular

C. HHF: 70Hz
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 5 μ V/mm



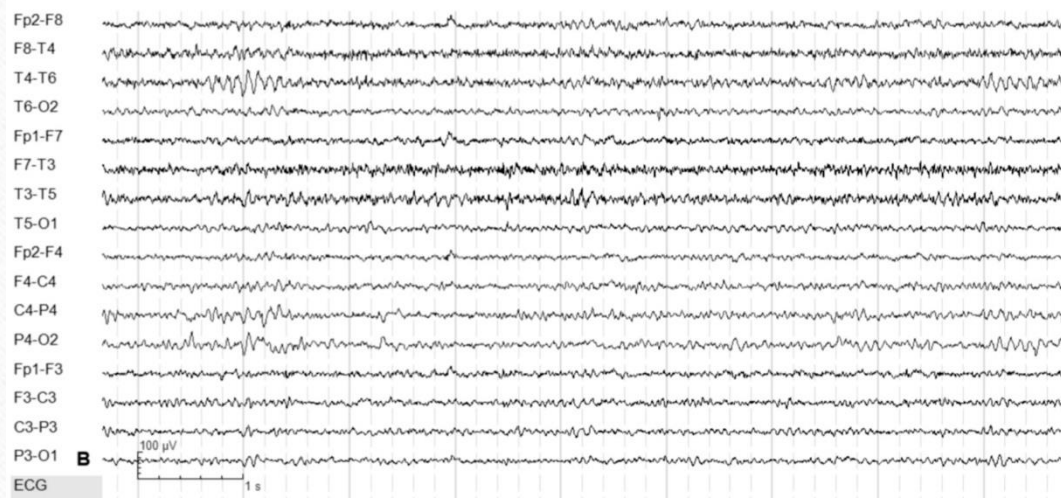
Evolución de ritmo ictal claramente visible en región frontotemporal derecha

D. **HHF: 15Hz**
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 5 μ V/mm



Artefacto de sudor

A. HHF: 70Hz
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 5 µV/mm



B. HHF: 70Hz
LFF: 3 Hz
SENSIBILIDAD: 5 µV/mm

SENSIBILIDAD

Voltaje necesario para producir una deflexión de un milímetro.

- Revisión EEG $7\mu\text{V}/\text{mm}$ (1mm representa $7\mu\text{V}$)
- EEG digital: Cambios ayudan a visualizar las ondas claramente

Ondas de elevada amplitud = solapamiento, disminuimos la sensibilidad.

Ondas de baja amplitud = mayor visibilidad aumentando la sensibilidad

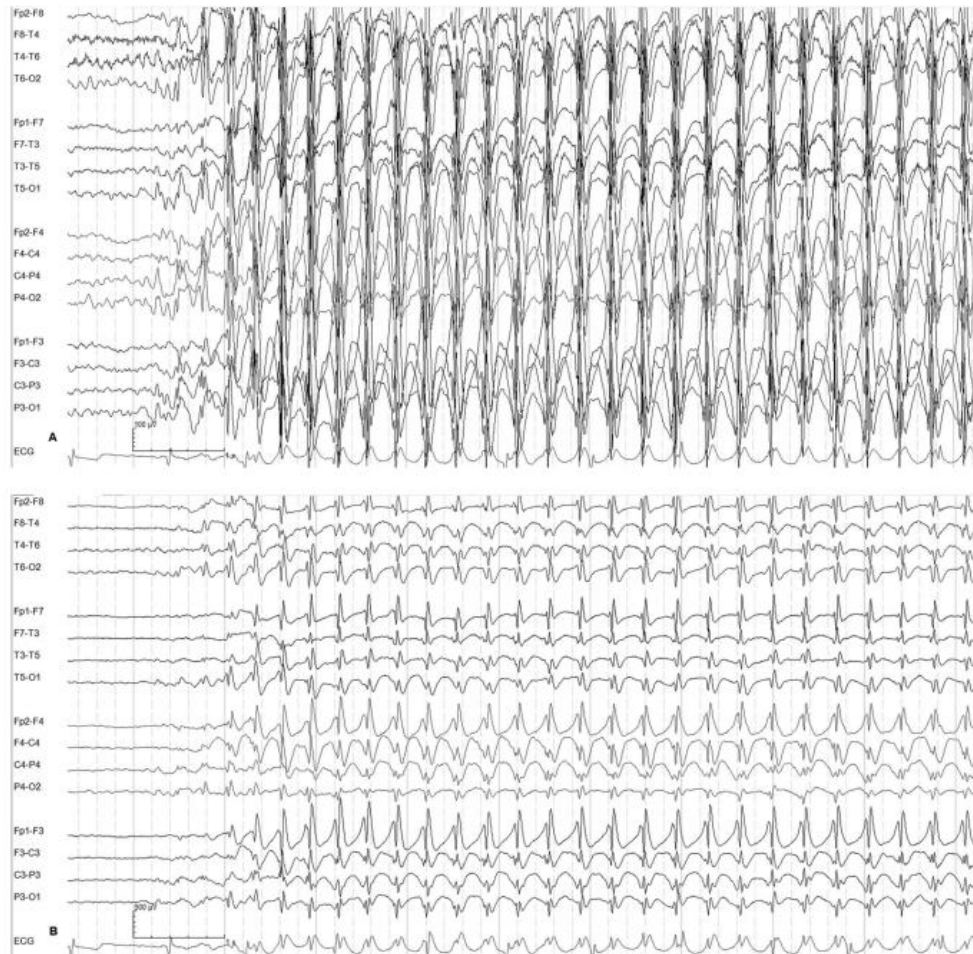


FIG. 3. Applications of sensitivity change. **A**, Generalized spike-wave discharges during an absence seizure. Because of high amplitude, waveforms overlap making detailed analysis difficult (HFF = 70 Hz, LFF = 0.5 Hz, sensitivity = 7 μ V/mm, time-base = 10 seconds per page). **B**, Same epoch as in **A**, with sensitivity decreased to 30 μ V/mm. With reduced amplitude, the morphology and distribution of waveforms are clearly discernible now. HFF, high-frequency filters; LFF, low-frequency filters.

Solapamiento

Descargas punta onda generalizadas en ausencia de crisis

HFF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

SENSIBILIDAD: 7 μ V/mm

HFF: 70Hz

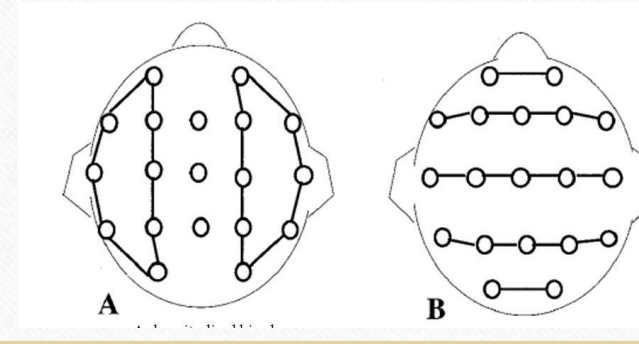
LFF: 0.5Hz

SENSIBILIDAD: 30 μ V/mm

Montajes

- Una vez digitalizado y almacenado pueden ser reformateado en diferentes montajes.
- EEG digital: *Cambio de montaje mientras se revisa*
- EEG Analógico: *Montajes predeterminados antes de la grabación no modificables posteriormente.*
- Actualmente se recomienda cambios de montaje durante el proceso de revisión, interés clínico y hallazgos encontrados (algunas anormalidades solo visibles en un montaje)

A. Bipolar

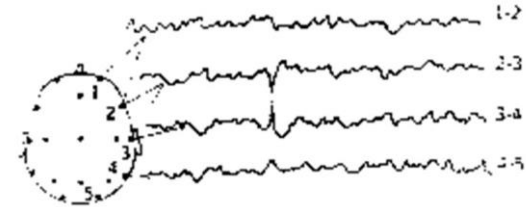


- Series de Pares de electrodos.
- Longitudinal(screening), transverso(sueño), circunferencial.
- Reversión de fase: Punto de voltaje máximo

Útiles para:

- *Visualizar potenciales de bajo voltaje en especial si están ocultos tras una actividad de gran amplitud*
- *Actividad de fondo.*

Foco con lesión en la zona parietal



Se observa una onda en punta en los registros 2-3 y 3-4, desfasadas 180° (reversión de fase), lo que indica que el foco de la lesión subyace bajo el electrodo 3.

Inconvenientes:

- ***No Inversión de fase (“End of chain effect”)***: Si los voltajes máximos están en o mas allá de el primer o el ultimo electrodo de la cadena (No poder localizador).
- ***Potenciales con gran distribución***: Cancelación de actividad entre electrodos adyacentes.

B. Monopolar Referencial



- Electrodo-Referencia común(Relativamente pasivo para evitar contaminación).

Útil para:

- *Estudio de amplitudes, asimetrías, morfología, voltaje.*

Inconveniente:

- *Contaminación en electrodo de referencia (artefactos)*

Electrodos de referencia

Oreja(A1-A2)

Ventajas: Útil para *actividad generalizada*

- Descargas punta onda
- FIRDA (Frontal Intermitent Rhythmic Delta Activity).
- Ondas trifásicas generalizadas.

Inconvenientes:

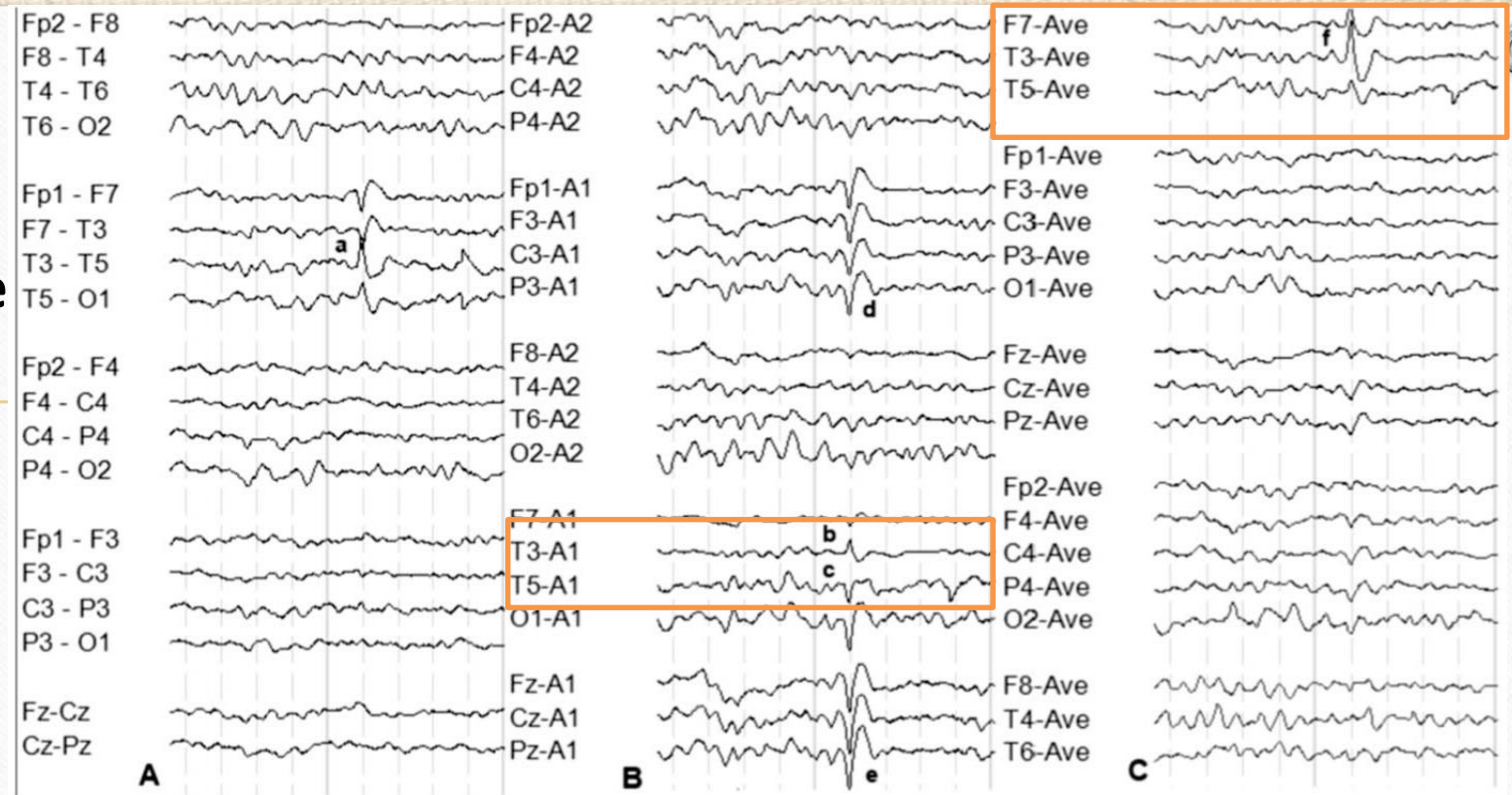
- Vulnerabilidad por ***contaminación por artefactos*** (Musculo temporal/ECG) se minimizan uniendo los electrodos.
- Evitarlo ante sospecha de Puntas temporales (A1-A2 recoge actividad de lóbulo temporal---electrodos próximos ***Cancelación de fase***).
- Falsa inversión de fase: solución=uso de oreja contralateral, Cz o average)

Inconvenientes en el uso de A1/A2 para estudiar el lóbulo temporal

HHF: 70Hz

LFF: 1 HZ

SENSIBILIDAD: 15 μ V/mm



Longitudinal:

Ondas agudas temporales
con Inversion de fase en T3

Referencial (Oreja)

A1 contaminado con la
actividad.
T3 ondas agudas pequeñas
(cancelacion de fase)

Referencial Average

Demuestra claramente maxima
actividad en T3 con el foco
extendiendose a F7 y T5.

C. Average

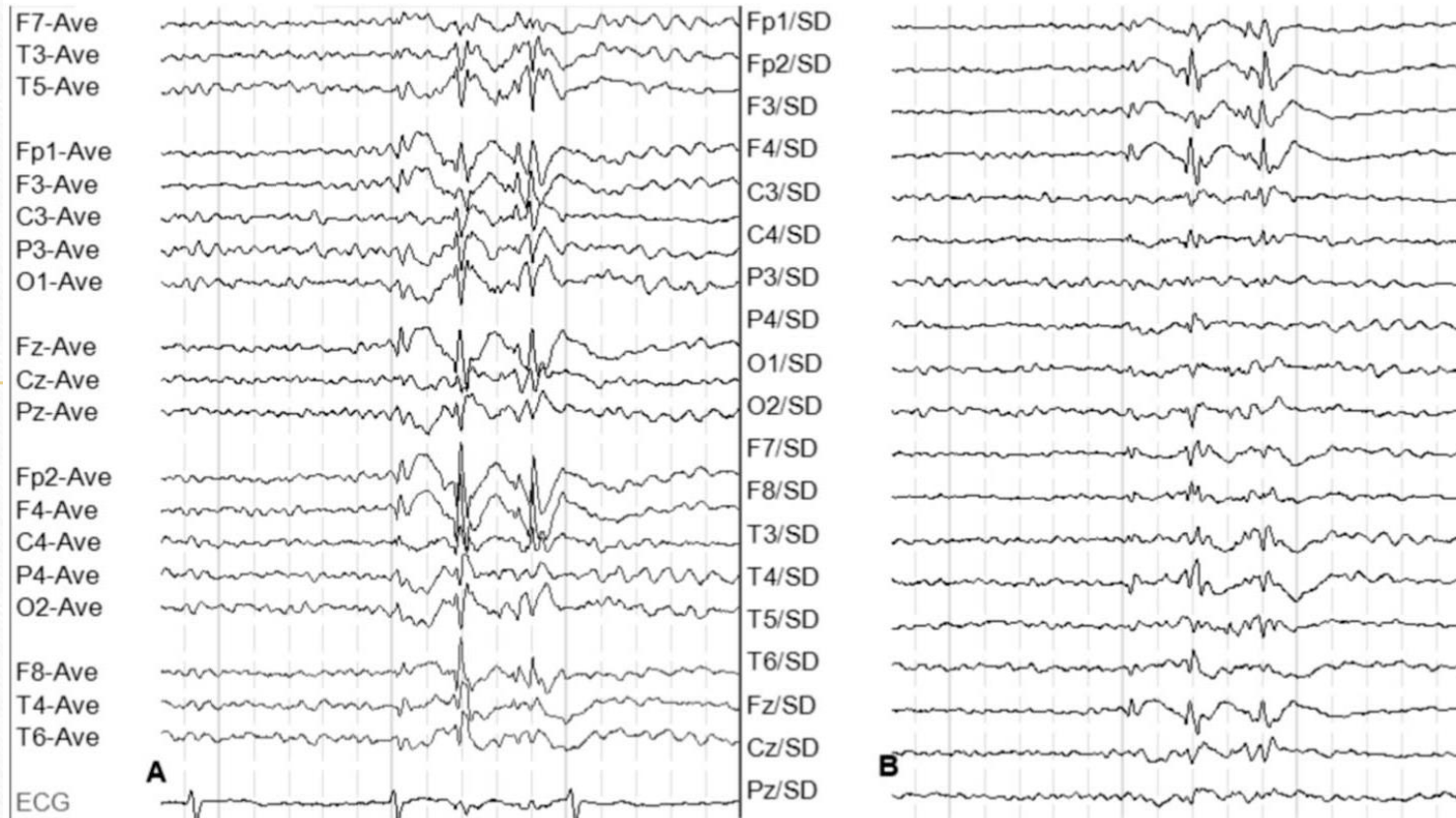
- Electrodo-Referencia (La media de la suma de la actividad de todos los electrodos)

Útil para:

- *Focos discretos, estudio de polaridad, asimetrías de amplitud, voltaje.*
- *Propagación de la actividad (diferencias de tiempo en la actividad entre dos canales) expandiendo Time-Base.*

Inconveniente:

- *Contaminación de la referencia*



**Inconveniente en
montaje SD (Source
derivation)**

HHF: 70Hz
LFF: 0.5Hz
SENSIBILIDAD: 15 µV/mm
TIME BASE: 10seg/pag

A. Referencial Average

Descargas paroxísticas generalizadas
de puntas y ondas

B. SD (Source derivation)

Descargas punta onda mas visibles en región anterior pero
mas atenuadas hacia la periferia

Menor amplitud en todos los canales comparado con A

D. Laplacian

- Electrodo-Referencia (estima en un punto de la corteza la densidad de la corriente que es radial a ese punto A/cm^2)
- Útil para:
- Cuando actividad anormal muy focal y de elevada amplitud.
- Polaridad (Wallin and stalberg, 1980)

Inconveniente

- Requiere numero elevado de electrodos (664/128)
- Actividad difusa

Velocidad del registro (Time-base)

Duración en milímetros de un segundo (30mm/seg)

Actualmente posibilidad de elegir escala de tiempo que se desee durante el registro y después de el sin modificar lo registrado.

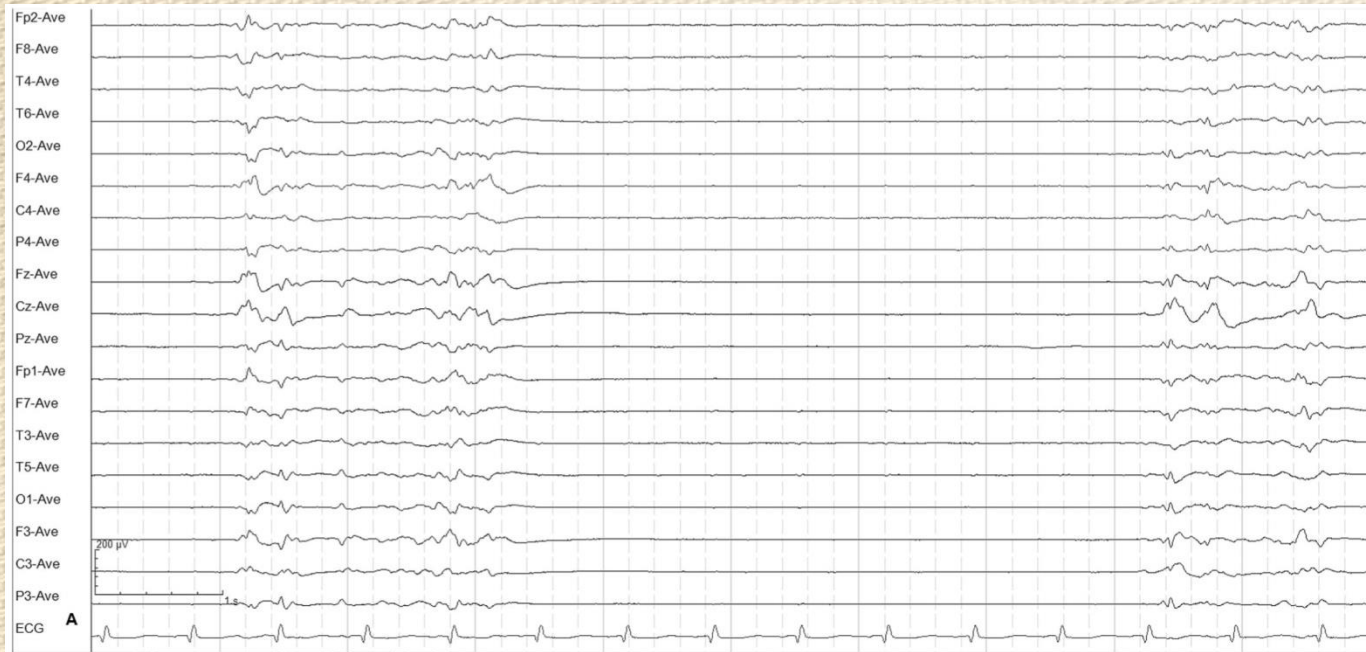
Compresión:

Útil para:

- *Ilustrar evolución de cambios*
- *Demostrar periodicidad de la actividad EEG (descargas periódicas sobre todo si bajas frecuencias).*

Inconveniente:

- *Detalles de la morfología menos discernible*



Ejemplo de compresión para demostrar periodicidad

A. EEG brote supresión periodicidad no muy evidente en una pagina

HHF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

SENSIBILIDAD: 5 μ V/mm

TIME BASE: 10seg/pag



B. HHF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

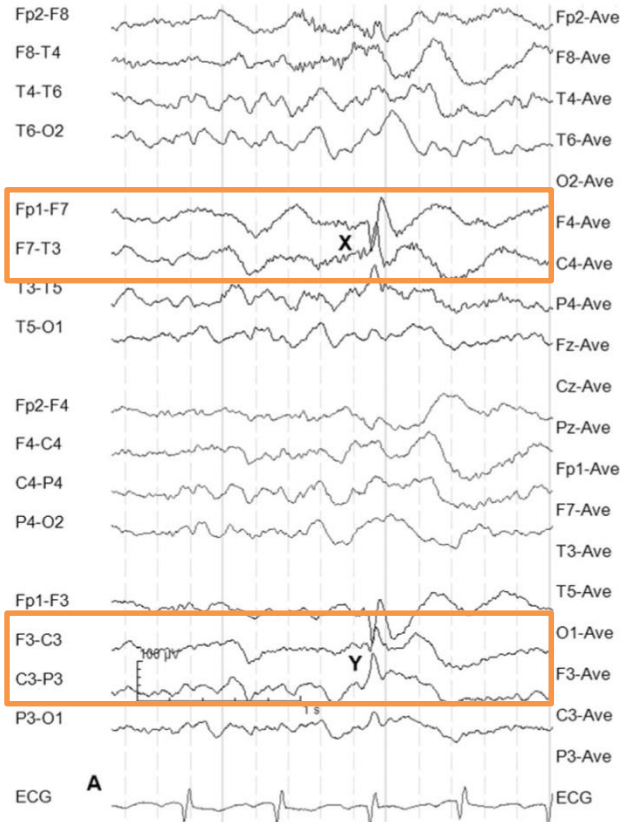
SENSIBILIDAD: 5 μ V/mm

TIME BASE: 60seg/pag

Expansión

- Estudio de detalles de morfología compleja
- Determinar Relación espacial-temporal entre varios morfologías y canales.
- Contar frecuencias de ritmo rápido.

Bipolar longitudinal



A. Descarga focal ondas agudas con
reversión de fase negativa en F7 y C3

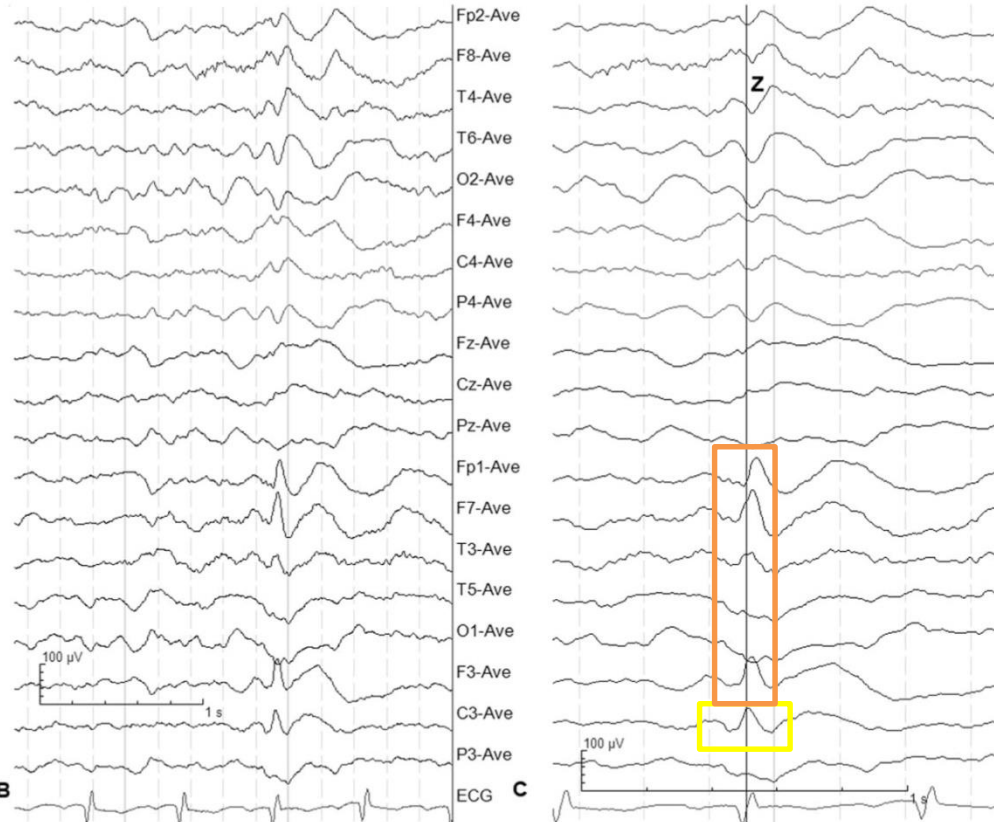
HHF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

SENSIBILIDAD: 5 µV/mm

TIME BASE: 10seg/pag

Referencial Average



C. La actividad empieza en C3 y se propaga F3,F7 y FP1

HHF: 70Hz

LFF: 0.5Hz

SENSIBILIDAD: 5 µV/mm

TIME BASE: 5 seg/pag

**Demostración de
relación temporal
espacial**

Otras ventajas...

- ...Poligrafía: opción de registrar otras señales biológicas (ECG, EMG, Pulsioximetría).
- Botón de eventos: marca eventos clínicos para futuras correlaciones con actividad EEG.
- Video-Grabación simultánea: Estudiar semiología y correlación con actividad EEG, Útil verificando artefactos de movimiento que podrían confundirse con ritmos patológicos.
- Software para detección automática de descargas epileptiformes (revisión manual por un electroencefalógrafo experimentado sigue siendo la norma).

Conclusiones

- EEG Herramienta indispensable diagnostico de múltiples condiciones neurológicas
- EEG digital proporciona mayores oportunidades de conseguir un diagnostico correcto. Mayor flexibilidad (registro, análisis y almacenamiento).
- Errores potenciales en la conversión analógico-digital
- Electroencefalógrafos deberían esforzarse por manipular racionalmente las herramientas EEG para optimizar sus resultados mientras se evitan los posibles errores.

Bibliografía

- U. Seneviratne. Journal clinical neurophysiology: Vol31 Number 6, december 2014.
- Iriarte-Artieda. Manual de neurofisiologia clinica. Editorial Panamericana. 2013.
- Martin Gonzalez, Jose L. Electronica digital. Delta publicaciones. 2007.