

Impacto de la selección de la frecuencia de muestreo en la estimación de parámetros de un sistema eléctrico.

Brayan Joanne Ballesteros Meza, Brayhan Steven Delgado Rueda, Daniel Fernando Aranda Contreras,
Jonathan Stiven Murcia Suarez

Escuela E3T, Universidad Industrial de Santander

Correo electrónico: {brayan2222069, brayan2212088, daniel2221648, jonathan2225092}@correo.uis.edu.co

Index Terms—Frecuencia de muestreo, Mediciones eléctricas, Análisis de señales, Valor RMS, Muestreo de señales, Errores de estimación, Parámetros del sistema eléctrico, Comparación de procesos de muestreo.

RESULTADOS DE MEDICIÓN POR FRECUENCIA PARA EL PANEL DE DISTRIBUCIÓN

Tabla T2: Resultados para 180 Hz

Para este caso de frecuencia de muestreo se consiguen valores con un porcentaje de error del 0.0001 % con relación a los datos obtenidos analíticamente, se aprecia que la frecuencia a la que se está muestreando es 3 veces el valor de la frecuencia fundamental por lo cual no se incumple el teorema de Nyquist-Shannon.

Vrms [Vrms]	Irms [Arms]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
110	11.0293	1155.1	371.1589	1213.2

Cuadro I: Resultados medidos a 180 Hz.

Tabla T2: Resultados para 200 Hz

Para este caso es posible conseguir valores más precisos, se requería de tres ventanas de observación de las cuales solo se están usando dos para tomar medidas y además de eso diez medidas de las cuales solo tenemos información de seis en esas dos ventanas de observación.

Vrms [Vrms]	Irms [Arms]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
118.8136	11.7527	1155.1	784.6681	1396.4

Cuadro II: Resultados medidos a 200 Hz.

Tabla T3: Resultados para 240 Hz

Para este caso de frecuencia de muestreo se consiguen valores con un porcentaje de error del 0.0001 % exactamente igual a la frecuencia de 180 [Hz]. Con relación a los datos obtenidos analíticamente, se aprecia que la frecuencia a la que se está muestreando es 4 veces el valor de la frecuencia fundamental por lo cual no se incumple el teorema de Nyquist-Shannon.

Vrms [Vrms]	Irms [Arms]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
110.0000	11.0293	1155.1	371.1590	1213.2

Cuadro III: Resultados medidos a 240 Hz.

Tabla T4: Resultados para 280 Hz

Similar al caso de la frecuencia de 200 Hz para este se requería de catorce muestras de las cuales solo se tienen nueve, además de eso se requería de tres ventanas de observación de las cuales solo se tienen dos.

Vrms [Vrms]	Irms [Arms]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
116.6726	11.5761	1155.1	699.9905	1350.6

Cuadro IV: Resultados medidos a 280 Hz.

Tabla Final: Resultados para 100 Hz

Finalmente en este caso se da antialiasing, puesto que la frecuencia de muestreo de la señal es menor al doble de la frecuencia fundamental de la red.

Vrms [Vrms]	Irms [Arms]	P [W]	Q [VAR]	S [VA]
118.8136	13.2088	1155.1	1062.5	1569.4

Cuadro V: Resultados medidos a 100 Hz.

FACTOR DE POTENCIA (FP) Y POTENCIA ACTIVA CONSUMIDA POR EL PARLANTE

Frecuencia [Hz]	FP (Factor de Potencia)	(P_{parlante}) [W]
100	0.7361	1129.2
180	0.9521	1129.2
200	0.8272	1129.2
240	0.9521	1129.2
280	0.8552	1129.2

Cuadro VI: Resultados de FP y potencia activa consumida por el parlante para diferentes frecuencias.

I. PORCENTAJES DE ERROR PARA CADA FRECUENCIA DE MUESTREO

A continuacion se presenta el porcentaje de error para cada una de las frecuencias de muestreo.

Parametro	Error[%] $f_{100\text{Hz}}$	Error[%] $f_{180\text{Hz}}$	Error[%] $f_{200\text{Hz}}$
Vrms	8.01	0	8.01
Irms	19.76	0	6.56
P	0	0	0
Q	186.26	0	111.4
S	29.36	0	15.1
FP	22.68	0	13.12
P_{parlante}	0	0	0

Parametro	Error[%] $f_{240\text{Hz}}$	Error[%] $f_{280\text{Hz}}$
Vrms	0	6.07
Irms	0	4.96
P	0	0
Q	0	88.59
S	0	11.32
FP	0	10.18
P_{parlante}	0	0

II. COMPARACIÓN DE PROCESOS DE MUESTREO

Para los casos en los cuales se emplearon frecuencias de muestreo de 240 Hz y 180 Hz son los mas eficaces puesto que solo emplean una sola ventana de observación para realizar la estimación de los parámetros de la señal, en cambio en las señales de 280 Hz y 200 Hz se realizan de otra ventana de observación incluyendo las dos en las que se tomo la medición además requerían de 5 y 4 medidas adicionales respectivamente.

III. RELACIÓN CON EL TEOREMA DE NYQUIST-SHANNON

El teorema de Nyquist-Shannon establece que, para evitar el aliasing y permitir la reconstrucción perfecta de una señal, la frecuencia de muestreo debe ser al menos el doble de la frecuencia máxima de la señal.

$$f_s \geq 2f_{\text{máx}} \quad (1)$$

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La frecuencia de muestreo tiene un impacto significativo en la estimación de parámetros en sistemas eléctricos. La correcta elección de esta frecuencia, fundamentada en el teorema de Nyquist-Shannon, asegura que la información crítica de la señal sea capturada de manera precisa y que se minimicen los efectos del aliasing. En conclusión, para obtener mediciones confiables y precisas, es esencial seleccionar una frecuencia de muestreo que no solo cumpla con la condición de Nyquist, sino que también considere la naturaleza y dinámica del sistema en estudio.