

INFORME DE LA REPARACIÓN DEL GENERADOR VOLTIMÉTRICO (GVM).

Ing. Carlos Miguez

Noviembre 2012

PERSONAL PARTICIPANTE: Acelerador Tandar: **Palacio, Milanese, Lema.**
Laboratorio Electrónica: **Bergaglio, Godoy, Rufino, Molinaro., Romanelli.**

Durante la irradiación del viernes 9 de Noviembre de 2012, la lectura de la tensión del terminal dejó de funcionar. Luego de revisar el sistema se concluye que el problema está en el GVM. Se da por finalizada la irradiación y se procede a bajar la presión de gas en el tanque hasta presión atmosférica.

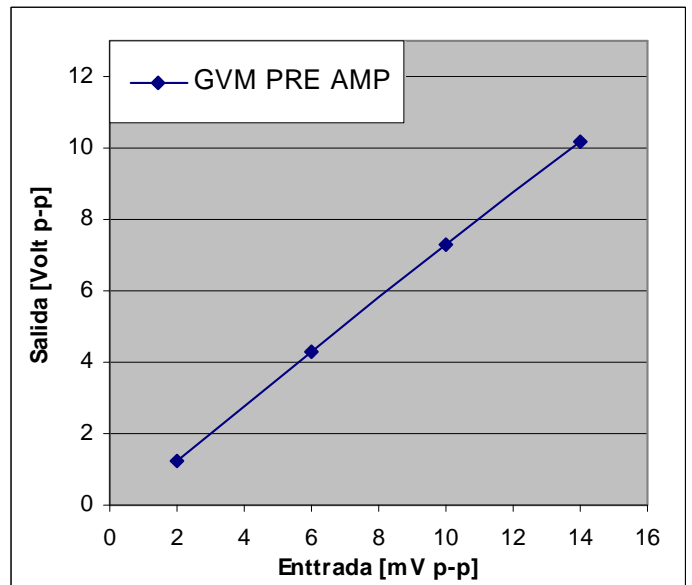
Una vez alcanzada una presión apenas levemente superior a la atmosférica, se procede a desmontar el GVM de la pared del tanque del acelerador, tapando el agujero con una brida. Se lleva el equipo al laboratorio de fuente de iones y se procede a revisarlo.

Se desacopla el GVM propiamente dicho del motor de accionamiento y se encuentra el eje del motor prácticamente clavado, por lo que se procede a desarmarlo para cambiarle los rodamientos, los cuales están en muy mal estado. Contrariamente, los rodamientos del GVM propiamente dicho, parecen estar bien, por lo que se decide no tocar esa parte.

Se cambian los rodamientos del motor y se ensambla nuevamente el conjunto, el cual se deja funcionando por más de 3 horas. El motor alcanza una temperatura de unos 49 °C.

Paralelamente, en el laboratorio de electrónica se inspecciona el preamplificador del GVM, se le cambia el fusible y se concluye que el resto del circuito está bien. Se prueba el funcionamiento del equipo, insertando a la entrada una onda senoidal de 400 Hz (similar a la que entrega el GVM) y se verifica con osciloscopio tanto la señal de entrada como la de salida, presentando los siguientes valores pico a pico:

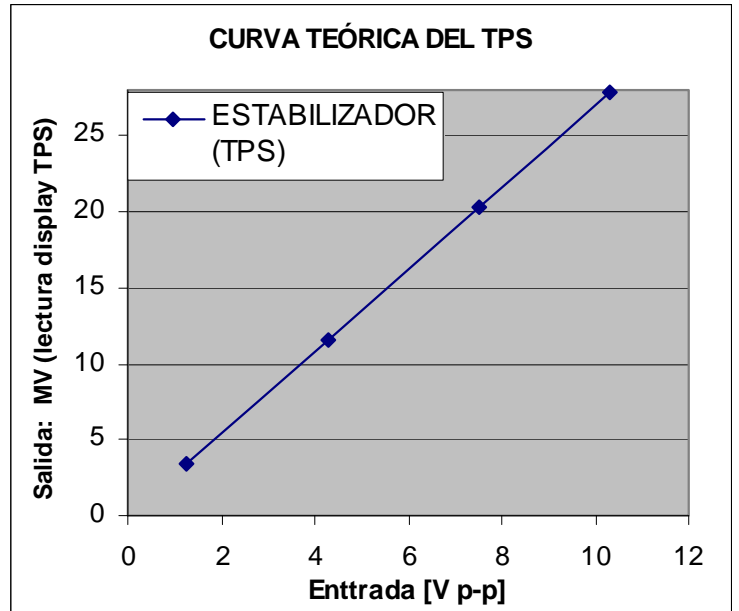
GVM PRE AMP		
Medición	Ent.	Sal.
	[mV p-p]	[Volt p-p]
1	2	1,25
2	6	4,3
3	10	7,3
4	14	10,2



Se encuentra en uno de los planos de electrónica del estabilizador o TPS (Terminal Potential Stabilizer) que una señal de 1 Volt pico a pico, aplicada en la entrada GVM del mismo, implica 2,7 MV de Voltaje del terminal, leído en el display digital del módulo.

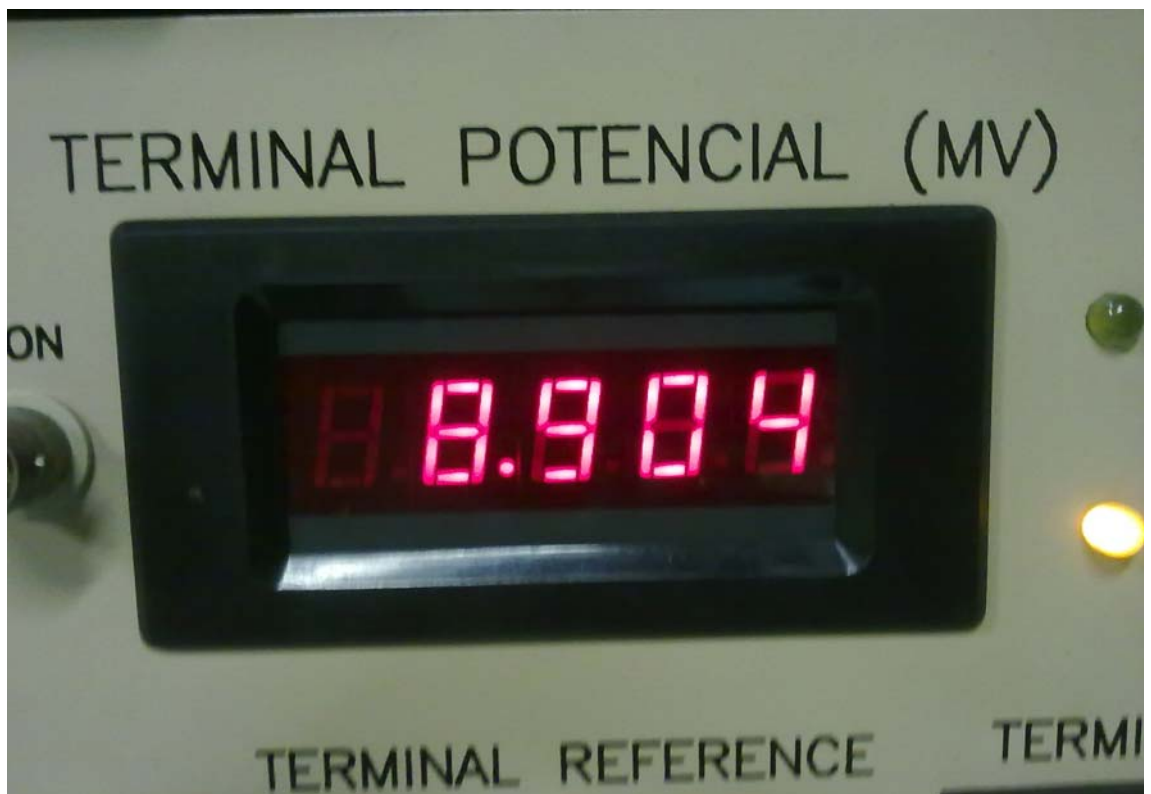
Partiendo de este dato se construye la siguiente tabla (teórica) de valores de entrada-salida para el preamplificador, considerando como valores de entrada al TPS los mismos valores de salida del PRE del GVM medidas en el laboratorio:

ESTABILIZADOR (TPS)	
Ent.	Sal.
[Volt p-p]	MV (lectura)
1,25	3,375
4,3	11,61
7,5	20,25
10,3	27,81



Luego se instala nuevamente el GVM en la pared del tanque del acelerador, junto con el preamplificador. **Se verifican lecturas no satisfactorias de la tensión del terminal por lo que se decide nuevamente desmontar todo y volver a revisar.**

En Sala de Control se alimenta la entrada GVM del TPS con una señal senoidal de 400 Hz, producida por un generador de ondas senoidales, similares a las que genera el GVM. Se obtienen lecturas lógicas de la tensión del terminal. Se repite la misma prueba con el generador de señales desde la pared del tanque, donde se conecta el GVM, y se obtienen valores similares, comprobando que el cableado está funcionando correctamente.



Lectura en el display del TPS producidas con señales senoidales de 400 Hz de un generador de ondas, aplicadas en el cable de señales del GVM en la pared del tanque.

Se desarma el GVM y se comprueba que la distancia de separación de las aspas del rotor al estator es de 1 mm a aproximadamente, cuando debería ser de 0,5 mm, además de ver que algunas aspas están ligeramente torcidas en el sentido del eje, por lo que su separación del estator no es pareja.

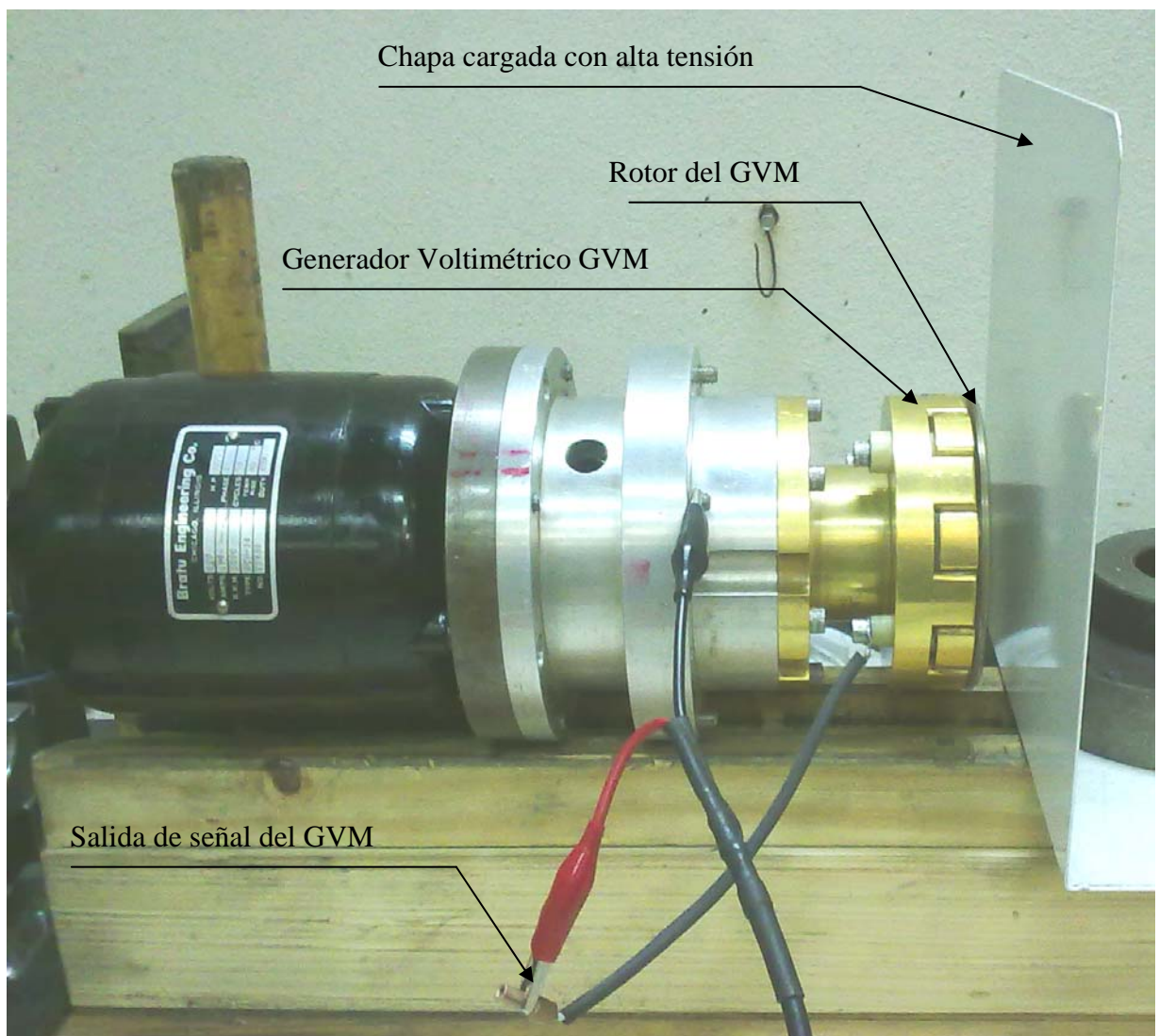
Se procede a desarmar el rotor el cual se lleva al torno y se enderezan las aspas torcidas y se realiza una frentada de unas 3 a 4 décimas de milímetro a las aspas para rectificarlas, luego de esto se pule la superficie desbastada casi a espejo. También se pule el sector del eje donde asienta el carboncito que lo conecta a tierra. Se retocan los escalones que tiene el eje para permitir que llegue a la separación requerida de 0,5 mm al estator.

El estator se limpia con alcohol y se sopletea cuidadosamente con aire comprimido. Luego se procede a verificar su aislación con megóhmetro, aplicando 600 Volts CC sin pérdidas.

Se cambian los rodamientos viejos (sólo del GVM propiamente dicho) por unos nuevos y se monta el eje con el rotor, cuidando de calibrar la separación o gap entre las aspas del rotor y el estator en 0,5 mm, con delgas calibradas. Se arma todo el conjunto y se conecta el motor. El funcionamiento es más suave que antes y las aspas del rotor giran perfectamente parejas.

PRUEBAS EN EL LABORATORIO

Se realiza una prueba en laboratorio para verificar que efectivamente el GVM mida correctamente. La prueba consiste en posicionar una chapa plana a 15 mm del rotor del GVM. La misma se conecta a una fuente de 0 a 10 kV.



GVM girando a 3000 rpm en el banco de trabajo para hacer las pruebas. La chapa se encuentra a 15mm del rotor, y el gap entre el rotor y el estator es de 0,5 mm



Vista del GVM montado en banco de trabajo y resto de los equipos para realizar las pruebas.



Fuentes de 10 kV para cargar la chapa enfrentada al GVM con su regulador y tester con punta de alta tensión para visualizar el voltaje aplicado.

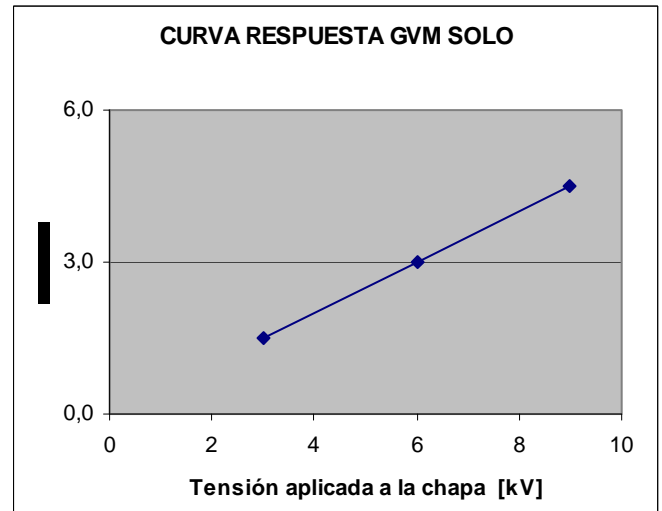


Vista del GVM en el banco de pruebas, con la chapa enfrentada a una distancia de 15 mm, la cual se carga con alta tensión mediante una fuente.

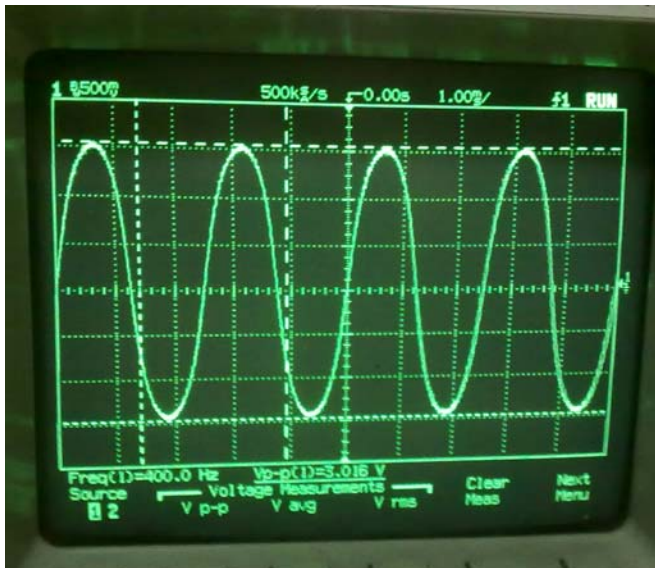
Con el GVM girando a 3000 rpm y un osciloscopio conectado directamente a la salida del estator del GVM se va levantando voltaje en la chapa y se ve la respuesta del GVM. La señal del GVM es de 400 Hz, y resulta proporcional a la tensión aplicada a la chapa (aunque se

presenta una señal sumada de 50 Hz producto de la inducción de la red eléctrica). Llegamos a medir unos 4,5 V p-p con 9 kV aplicados a la chapa a 15 mm de separación.

RESPUESTA GVM (SOLO)		
Medición	TENSIÓN APLICADA A LA CHAPA	SALIDA DEL PRE
	[KV CC]	[Volt p-p]
1	3	1,5
2	6	3,0
3	9	4,5



Luego repetimos la misma prueba pero conectando el preamplificador del GVM tal como si estuviera conectado en la pared del tanque. Se verifica también que los valores medidos a la salida del preamplificador son proporcionales a la tensión aplicada a la chapa:

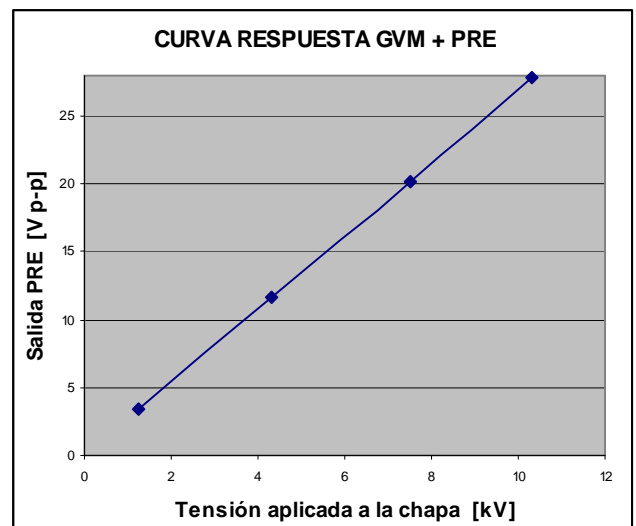


Señal a la salida del GVM: onda senoidal de 3 V p-p, 400 Hz, aplicándole a la placa 8 kV,



Tensión aplicada a la chapa: 8 kV, CC.

GVM PRE AMP		
Medición	TENSIÓN APLICADA A LA CHAPA	SALIDA DEL PRE
	[KV CC]	[Volt p-p]
1	2	0,78
2	4	1,56
3	6	2,25
4	8	3,12



Luego de realizadas todas estas pruebas, se da por aprobado el funcionamiento del GVM, el cual es montado nuevamente en la pared del tanque.

Se realiza una prueba cargando el terminal del acelerador poniendo en marcha las cadenas. Se va levantando tensión del terminal y los valores leídos en el display del TPS van aumentando paulatinamente a medida que cargan las cadenas y aumenta la tensión del terminal. Se deja subir el voltaje del terminal sólo hasta un valor de 792 kV, y se suspende la prueba para evitar una chispa, dado que la presión de gas es igual a la presión atmosférica. Se da por finalizada la prueba, la cual se considera exitosa.

CALIBRACIÓN CON HAZ DE PROTONES

Se aumenta la presión de gas dentro del tanque del acelerador por flujo libre hasta un valor de equilibrio de 3,5 kg/cm². La fuente de iones está produciendo un haz de protones con el cual se procederá a calibrar la lectura de tensión del terminal en el módulo del TPS.

Se prenden las cadenas de carga, y se lleva la tensión del terminal a aproximadamente 5 MV.

Se elige el haz de protones ya que al tener un único estado de carga $q = 1$, no se producen estados de carga en el stripper mayores a 1, por lo que no hay posibilidad de confundir haces con distintos estados de carga a nivel de la copa de Faraday FC 03, luego de doblar el imán.

Se calcula con el programa MACHINE el valor del campo magnético del imán, para un haz de protones con una tensión del terminal de 5 MV y se fija el campo del imán en el valor calculado. Se pasa el haz de protones variando el voltaje del terminal hasta que vemos corriente del haz en FC 03. La lectura de la tensión del terminal en el módulo TPS difiere en alrededor de un 5% con la calculada.

Se procede entonces a realizar ajustes en las placas de los circuitos del TPS hasta llegar al valor de voltaje del terminal de 5 MV en el display del módulo.

Luego de este procedimiento se pasan protones hasta FC 03, calculados para voltajes del terminal por debajo de 5 MV para contrastar la lectura del TPS con los valores de tensión del terminal calculados. Se verifica plena coincidencia en los valores.

Se da por terminado el trabajo de calibración con haz de protones. Se sugiere que cuando el acelerador trabaje a voltajes entre 8 a 11 MV se realice un nuevo chequeo para minimizar posibles pequeños errores en la calibración.

NOTA:

Se agradece enormemente la colaboración del personal que participó en éste trabajo.