

28.11.2019 PROYECTO UTN-ARMSTRONG
Informe de Instalación 09.11.2019 y Datos Preliminares
Rafael Oliva / L&R Ing. para Provener SRL, UTN-OES y CELAR

Revisión 1c al 01.12.2019

- I) Introducción.**
- II) Contexto y diagramas generales**
- III) Diagramas detallados, componentes utilizados, calibración**
- IV) Instalación realizada**
- V) Análisis de los primeros datos**
- VI) Conclusión**

I) Introducción

En este documento se describe la instalación de un **sistema de medición** orientado a relevar las características de pequeñas máquinas eólicas en conexión a red instaladas en zona urbana, en un predio de la Cooperativa Eléctrica de Armstrong (Santa Fe, Argentina). El sistema es de carácter semi-portátil, y puede utilizarse para varios tipos de aerogeneradores, sin sistema de almacenamiento y con vinculación a la red a través de inversores *grid-tie*. Se seleccionaron dos aerogeneradores de baja potencia (Eolux 1200 de la firma Giacobone, Wintec 1500 de la firma EMB-Bottino), aunque se instaló a inicios de noviembre de 2019 el sistema sobre el modelo Wintec. El sistema prevé la medición de variables meteorológicas, variables eléctricas del generador, el rectificador y el inversor de manera de poder evaluar la performance de los equipos mediante una componente de comunicaciones incorporada que permite su monitoreo vía internet.

La instalación es parte del Proyecto de Redes Inteligentes con Energías Renovables (PRIER) cuyos participantes son la Cooperativa de Provisión de Obras y Servicios Públicos Limitada de Armstrong (CELAR), el Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la UTN / Facultad Regional Rosario (OES) y el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), y financiamiento a través del Fonarsec FITS UREE 001. La firma Provener SRL de Rosario es la responsable de la provisión, y la ejecución del tablero y programación del datalogger, así como la supervisión del montaje fue realizada por L&R Ingeniería de Río Gallegos.

II) Contexto y diagramas generales

Un diagrama en bloques del sistema de medición se muestra en la Figura 1. Los componentes del sistema fueron integrados en conjunto, ensayados y calibrados en L&R Ing. y posteriormente remitidos a Rosario. Entre OES y CELAR se prepararon otros componentes como soportería y cableado, y la integración a software existente. La firma Provener asimismo proveyó los sensores de viento y sus soportes y cableado. De acuerdo al trabajo que se viene realizando desde 2014 por parte de OES, se incorporó el sistema a un programa más amplio de mediciones actualmente en desarrollo, utilizando una conexión Ethernet para vinculación cableada a internet del datalogger, permitiendo representación remota de los datos vía un servidor OES/UTN que utiliza herramientas Highcharts / Thingsboard y otros componentes de software abierto.

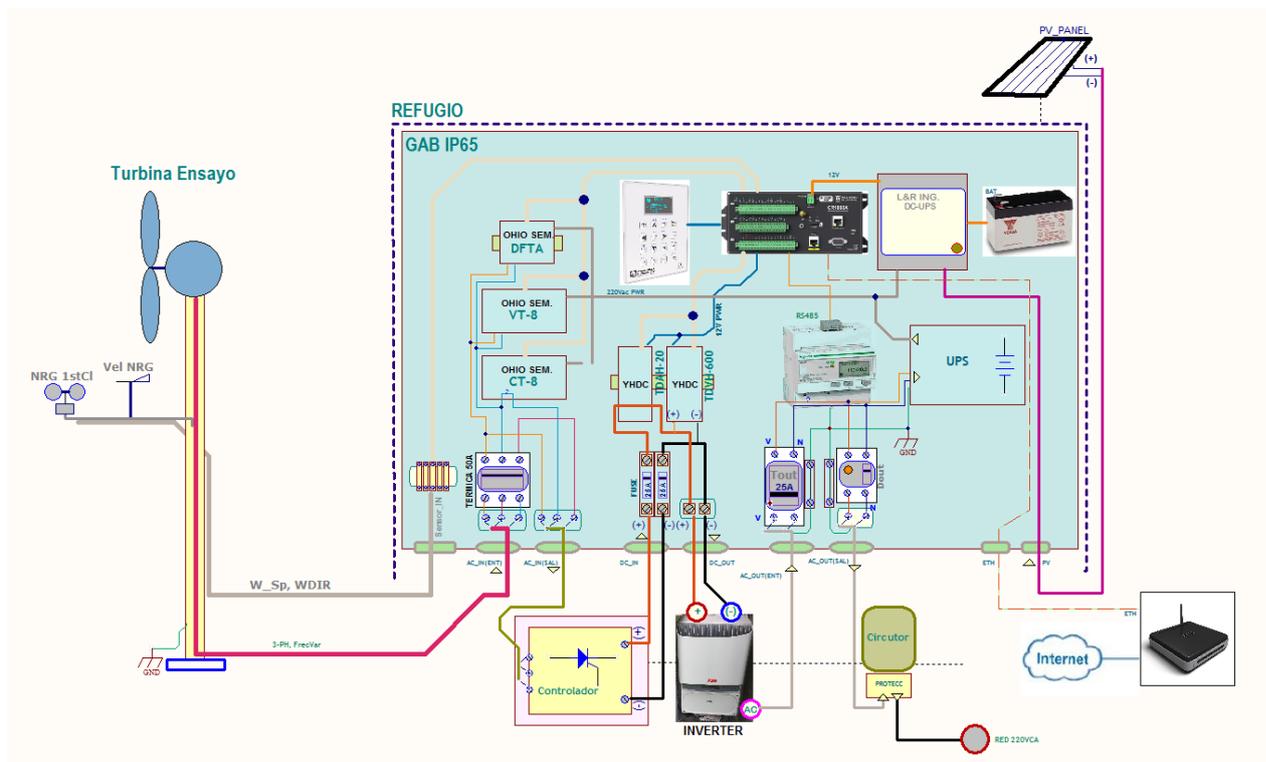


Figura 1.- Diagrama en bloques del sistema de medición instalado en CELAR / Armstrong

En la Figura 2 se observa un diagrama en bloques de la medición para el sistema correspondiente al aerogenerador Wintec 1500. Dicho equipo cuenta con un regulador electrónico que frena el equipo en forma progresiva (conectando el generador a una resistencia de disipación) o en forma completa tanto ante una desconexión o ausencia de la red, como a través de un comando de Freno Manual. Como se observa en dicho diagrama (derecha) la medición “interviene” la salida del generador trifásico de imanes permanentes para las magnitudes “AC_IN”

(frecuencia, Tensión entre dos fases y corriente en una fase). Hace lo propio con la parte de continua (DC, tensión y corriente) que ingresa al inversor, y con la parte de alterna en conexión a red (AC_OUT) utilizando un multi-medidor Schneider (tensión L1-N, corriente en fase L1, frecuencia, potencia activa y reactiva).

Pueden listarse algunas características técnicas del sistema construido en el siguiente resumen:

- Basado en Datalogger Campbell Scientific CR1000X
 - Procesador Renesas de 32 bits
 - Programado en CRBasic
 - Teclado + Display fluorescente CD100
 - Interfases uSD, USB, Ethernet 10/100, RS485
- 6 o 7 canales analógicos utilizados (SE1 a SE7) de un total de 16.
- 1 canal de medición de frecuencia (P1 – anemómetro NRG Max#40C)
- Sensores utilizados para la salida del generador de imanes permanentes V_ac_in RMS, I_ac_in RMS, f_in de Ohio Semitronics (+/-0.25%)
- Sensores para el enlace de corriente continua previo al inversor Vdc (0-600V +/-1%), Idc (0-20A +/-0.5%) de efecto Hall YHDC
- Modulo iEM3155 multimedidor de Schneider para parámetros de red (V_{L1-N}, I_{L1}, P, Q, S, f) con comunicación Modbus a través de RS485.
- Almacenamiento de promedios de las variables (intervalos de 1 minuto), además de máximos, mínimos, y desvío estándar, en tarjeta microSD.
- UPS de CC con batería y panel solar
- Presentación de valores instantáneos por Modbus TCP, para interfase externa.
- Miniservidor web interno.
- Configuración y actualización remota de firmware.

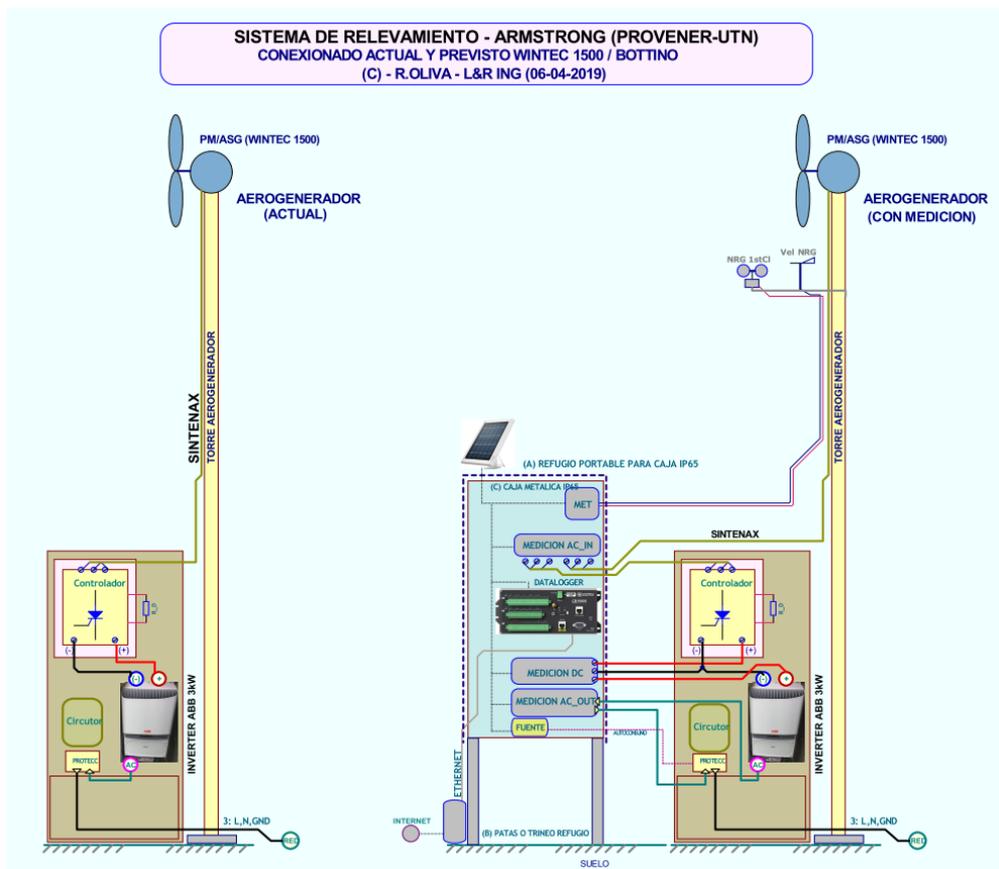


Figura 2.- Diagrama de la instalación previa (izq) y luego de la instalación del sistema de medición

III) Diagramas detallados, componentes utilizados, calibración

III.1) Diagramas detallados: El sistema en los ensayos finales previo al envío puede observarse en la Figura 3, con sus principales componentes indicados. En el diagrama general del tablero OES de la Figura 4 se aprecian los distintos componentes, aunque se trata de una versión preliminar que sufrió posteriormente algunas modificaciones mínimas. El cableado está indicado con la secuencia (A), (B).. (K). En el diagrama de la Figura 5 se aprecia el interior

del gabinete Wintec intervenido para la conexión de dichos cables, y algunas modificaciones que debieron realizarse en el momento de la instalación. En particular, el cableado de salida del Inversor (E)-(F) se insertó aguas arriba de la llave termomagnética indicada como T1 en dicha figura, a efectos de permitir un aislamiento de la red y evitar la apertura del cableado al medidor Elster precintado.

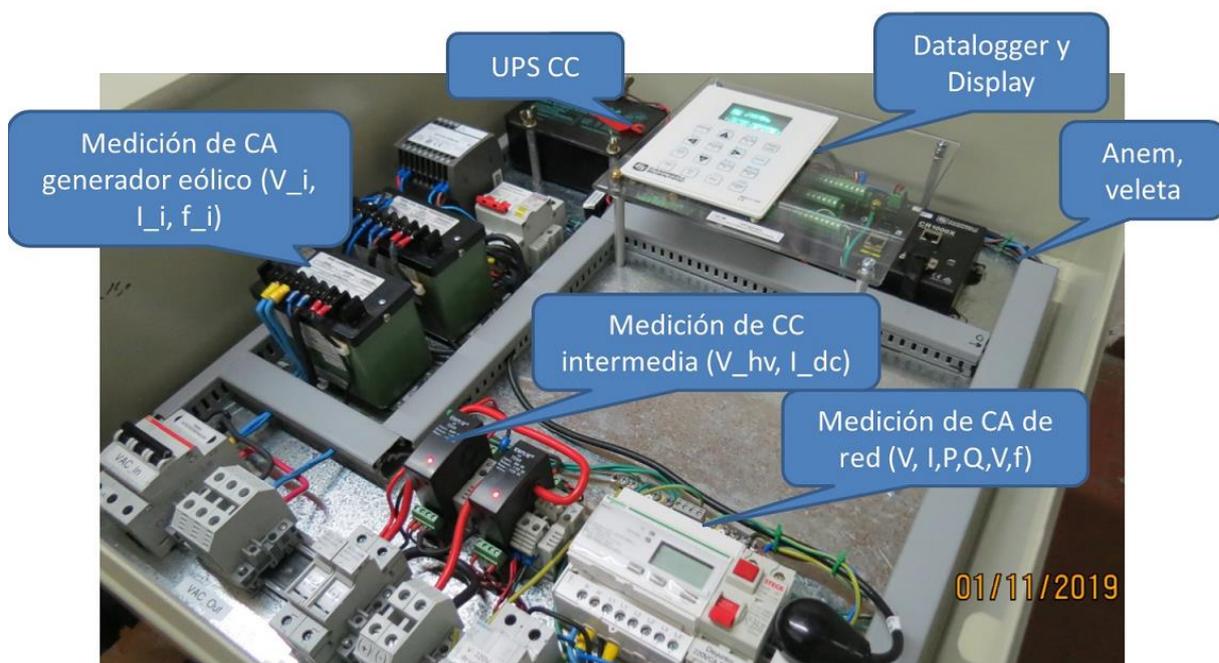


Figura 3.- Sistema en ensayo previo al envío desde ensamble en L&R Ing.

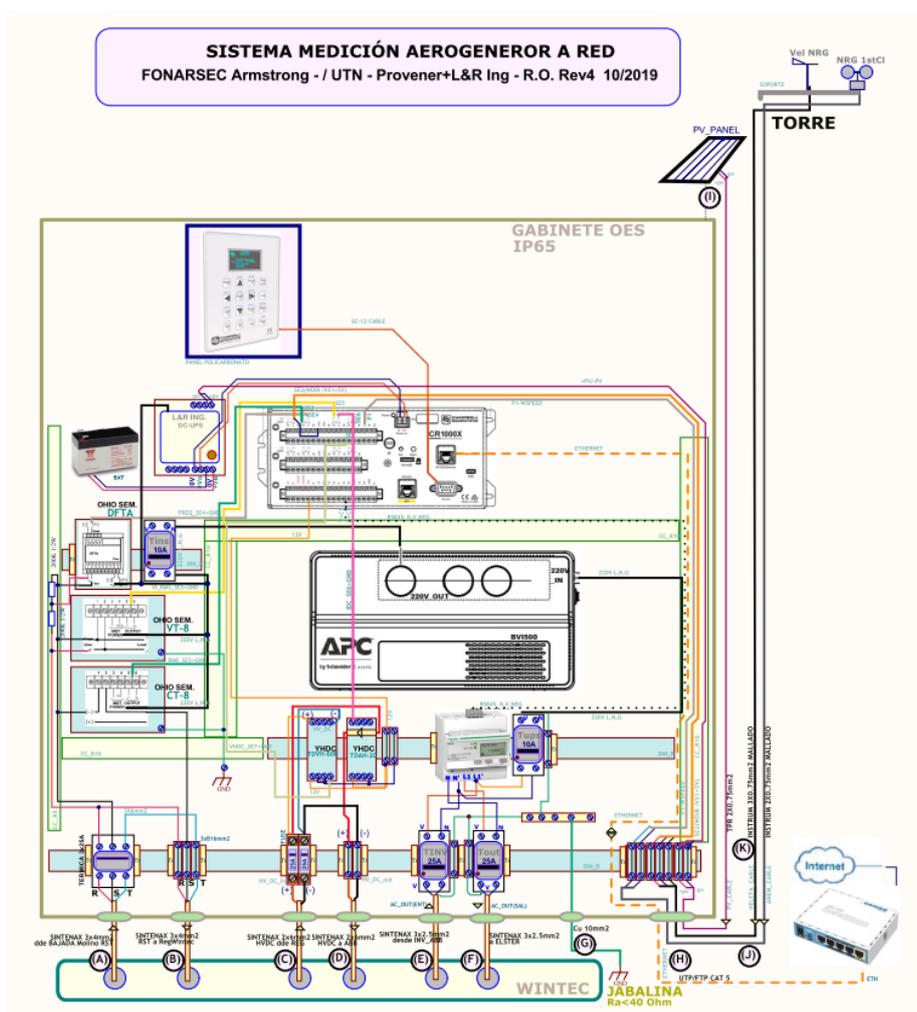


Figura 4.- Diagrama general de la instalación OES, versión preliminar 10-2019

INTERFASE A AEROGENERADOR WINTEC/ARMSTRONG
 FONARSEC Armstrong - / UTN - Provener+L&R Ing - R.O. Rev4C 10/2019

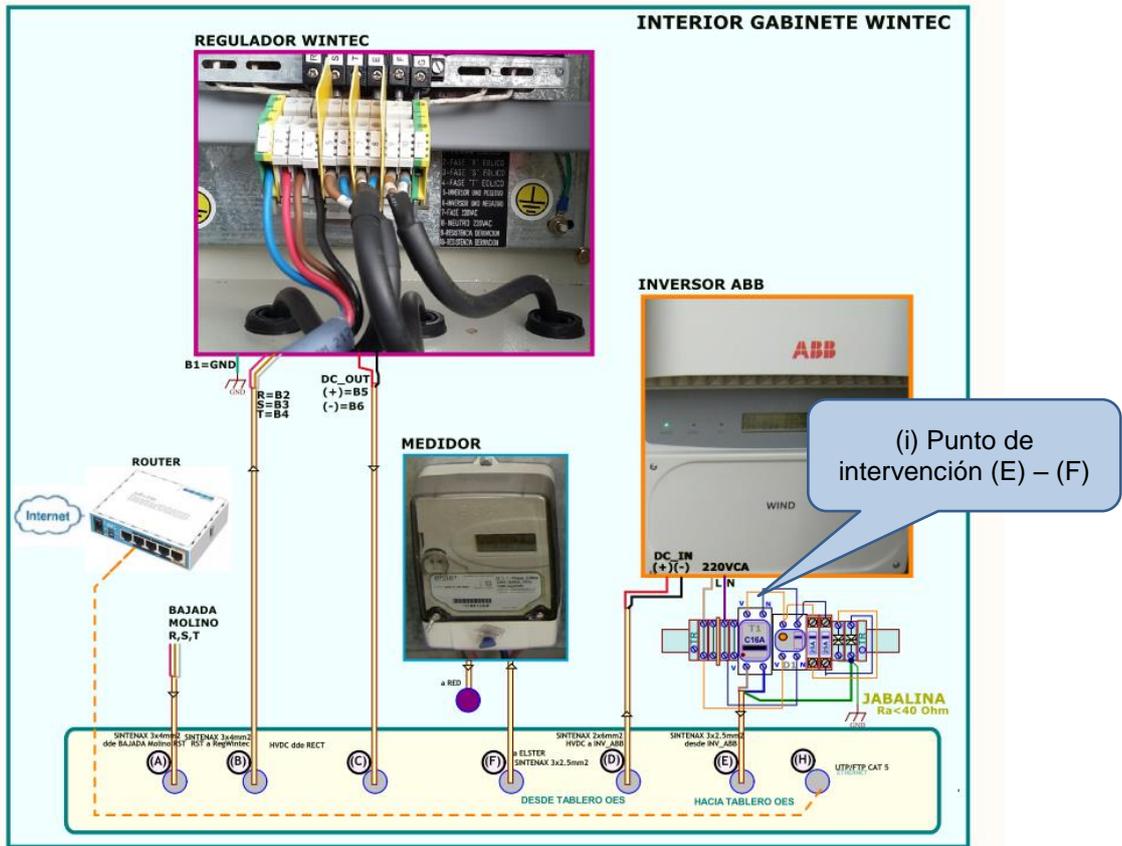


Figura 5.- Diagrama interno del gabinete Wintec intervenido, y modificaciones realizadas para la conexión del sistema de medición instalado – En la nota (i) se indica el punto de conexión de los cables (E)-(F) definitivo.

En la Figura 6 se aprecian las dimensiones mecánicas del tablero y el soporte construido por CELAR, que funcionó adecuadamente desde el momento de la instalación.

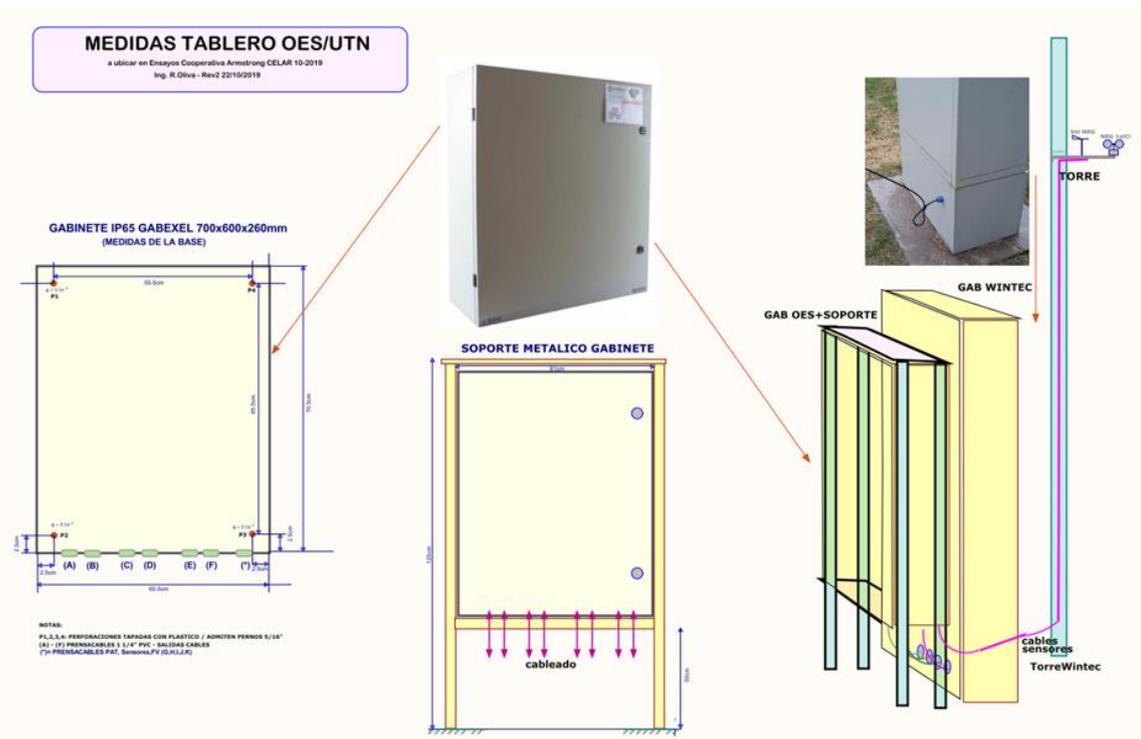


Figura 6.- Distribución mecánica de los componentes

III.2) Componentes utilizados:

III.2.1) Unidad de Alimentación: Durante los últimos ensayos en el laboratorio, al recibirse la UPS APC para la cual se había previsto la parte central del tablero, se observó (Figura 7) una tensión excesiva de salida del estabilizador integrado en dicha unidad, por lo cual se realizó el reclamo correspondiente. La unidad se encuentra por el momento funcionando con la UPS de CC, que carga una batería de 12V / 7Ah a través de una placa DIN_UPSChg que integra un cargador para panel solar y una unidad 220V a 15Vcc / 0.3A aislada (Figura 8).

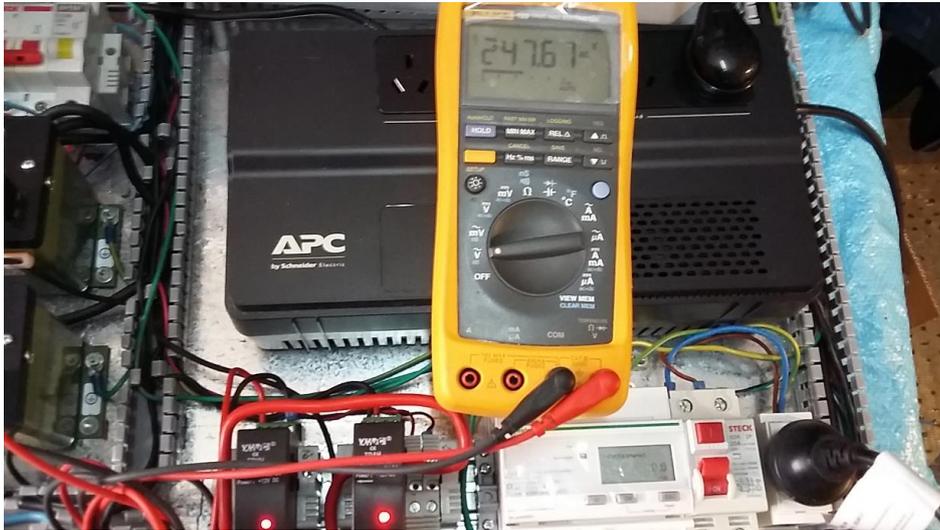


Figura 7.- Tensión excesiva a la salida de UPS APC-Schneider 10-2019



Figura 8.- UPS-CC y batería convencional de 12V / 7Ah con carga vía 220V y Panel FV

III.2.2) Unidades de medición de entrada desde el generador: En la Figura 9 se aprecia el detalle de conexión de los sensores que miden la corriente RMS de línea de salida del generador, la tensión RMS entre dos de las fases y la frecuencia de dicha tensión entre fases. Para este fin se utilizan los sensores de corriente alterna RMS CT-8 (escala 0 -20 A) de Ohio Semitronics, VT-8 para tensión alterna RMS (0-600 V) y DFTA para frecuencia nominal de 10 a 420 Hz, del mismo fabricante. Dichos sensores vienen calibrados de fábrica por lo que sólo se realizó una verificación de las funciones de transferencia y su aplicación al datalogger CR1000X con los rangos correspondientes de señal. Los 3 sensores se alimentan con tensión de red de 220 V CA / 50 Hz, con consumos en todos los casos inferiores a 5 VA cada uno.

III.2.2.1) Sensor CT-8 – Sensor de valor RMS de corriente alterna de frecuencia variable. A continuación se indica Modelo, N° de serie, constantes G, K utilizadas y una foto del ensayo realizado, en la Figura 10:

```
'SE3 OhioSem CT8-017x5 S/N: 19060573 verif. 28.9.2019
Const G_IAC_IN = 3.9469026549 ' Gain SE3 Reading, G=0.446/0.1130
Const K_IAC_IN = 0.0 ' CalibOffset SE3 Reading
```

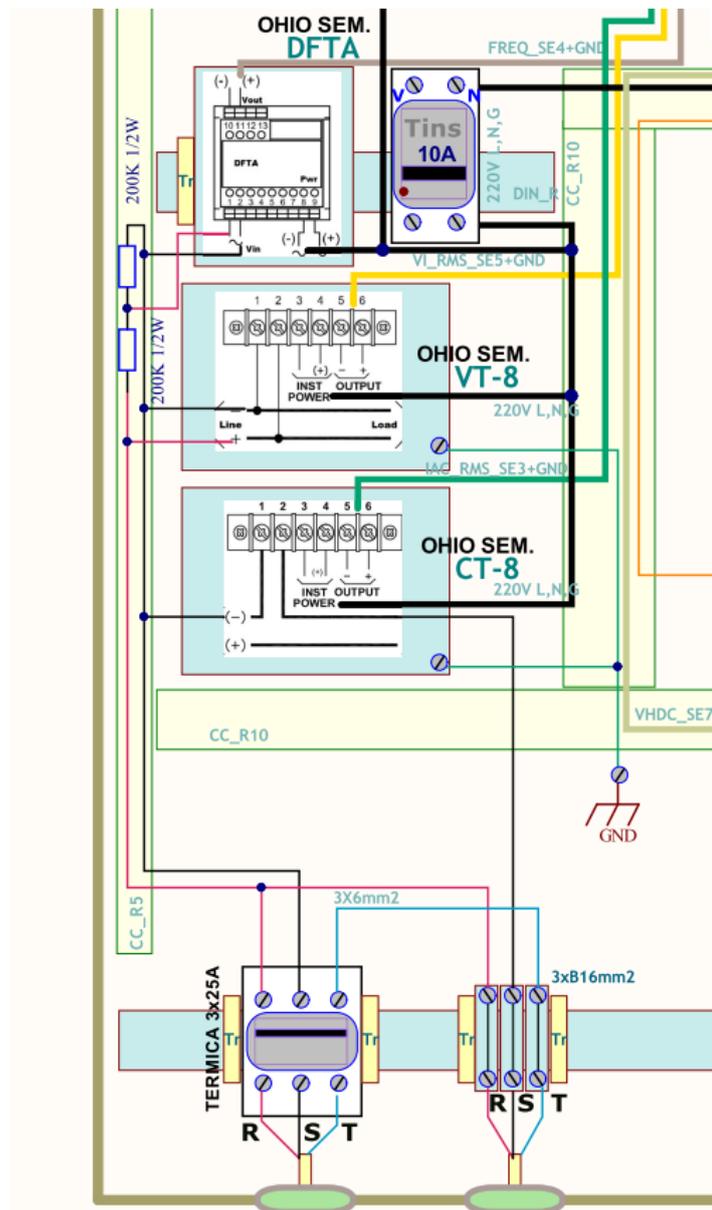


Figura 9.- Sección de medición de entrada desde el generador de imanes permanentes, de las magnitudes V_{AC_In} , I_{AC_In} y f_{AC_In} , cables (A) y (B) en el diagrama general.

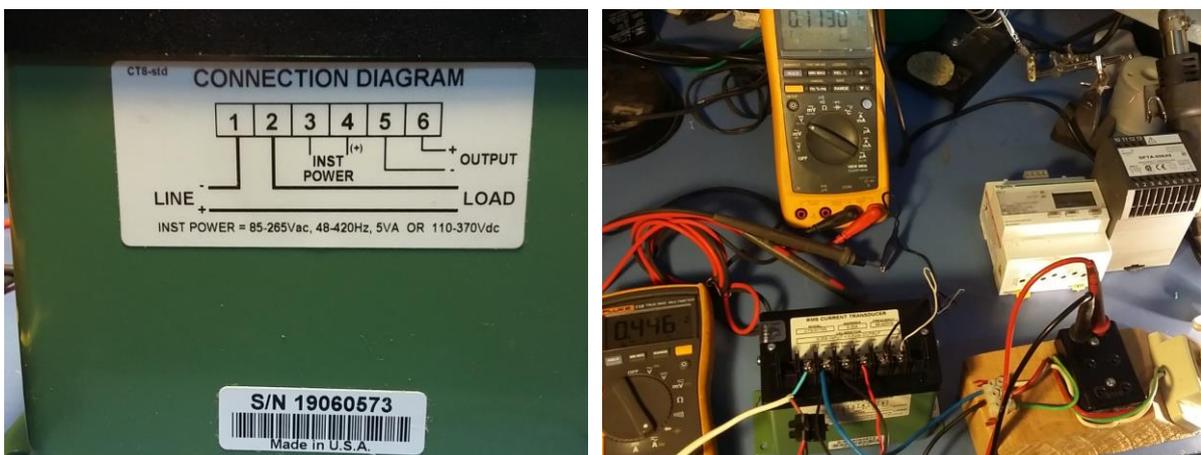


Figura 10.- Sensor de Corriente CT-8 utilizado, y circuito de verificación (28-09-2019)

III.2.2.2) *Sensor VT-8* – Sensor de valor RMS de tensión alterna de frecuencia variable. A continuación se indica Modelo, N° de serie, constantes G, K utilizadas y una foto del ensayo realizado, en la Figura 11:

' SE5 OhioSem VT8-010x5 (0-600Vrms) S/N: 19060580 verif 29.9.2019
 Const G_VAC_IN = 119.724137931 ' Gain SE5 Reading, Vo=217.0/1.8125
 Const K_VAC_IN = 0.0 ' Calib Offset SE5 Reading

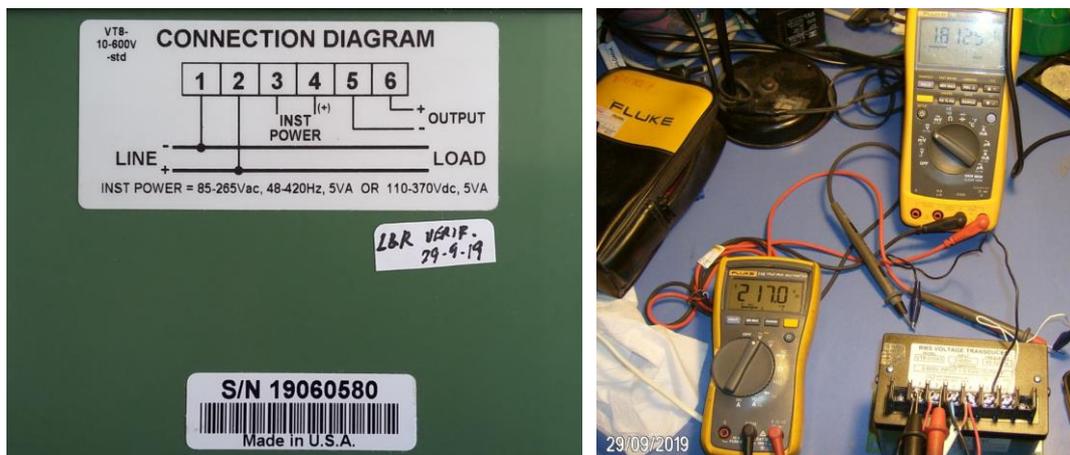


Figura 11.- Sensor de tensión VT-8 utilizado, y circuito de verificación (28-09-2019)

III.2.2.3) *Sensor DFTA* – Sensor de frecuencia de 10 a 420 Hz. A continuación se indica Modelo, N° de serie, constantes G, K utilizadas y una foto del ensayo realizado, en la Figura 12: El sensor no está garantizado para funcionar a frecuencias menores a 10Hz, esto sólo se da a valores de RPM muy bajos del generador eólico Wintec. Considerando $RPM = f_{AC_In} * 60 / N_{pp}$, si Npp es 7 según el fabricante y 450 RPM la velocidad nominal, esto daría lecturas inválidas por debajo de 85 RPM. Resta realizar la corrección para lectura directa en RPM.

' SE4 OhioSem DFTA-006x5 S/N: 19070595 verif 28.9.2019
 Const G_FreqAC_IN = 83.0 ' Gain SE4 Reading, fEU=(415/5)*Vout+10
 Const K_FreqAC_IN = 10.0 ' CalibOffset SE4 Reading



INPUT FREQUENCY (Hz)	STANDARD OUTPUTS MODEL DFTA-				
	0-1mAdc	0-10Vdc	0-5Vdc	4-20mAdc	0-20mAdc
10-55	005B	005D	005X5	005E	005EA
10-65	004B	004D	004X5	004E	004EA
10-100	002B	002D	002X5	002E	002EA
10-425	006B	006D	006X5	006E	006EA
10-1000	003B	003D	003X5	003E	003EA

Figura 12.- Sensor de frecuencia DFTA utilizado, y circuito de verificación (28-09-2019)

III.2.3) Unidades de medición de corriente continua: En la Figura 13 se aprecia el detalle de conexionado los sensores que miden la tensión y corriente continua rectificada, que envía el regulador Wintec al inversor ABB, lo cual corresponde a los cables (C) y (D) en el diagrama general. Para este fin se utilizan los sensores de corriente continua de efecto Hall TDAH- 20 (escala 0 -20 A), y el de tensión continua de efecto Hall TDVH-660 de la firma YHDC. Dichos sensores no se proveen con calibración por lo cual se realizó la misma según se indica en los ítems siguientes.

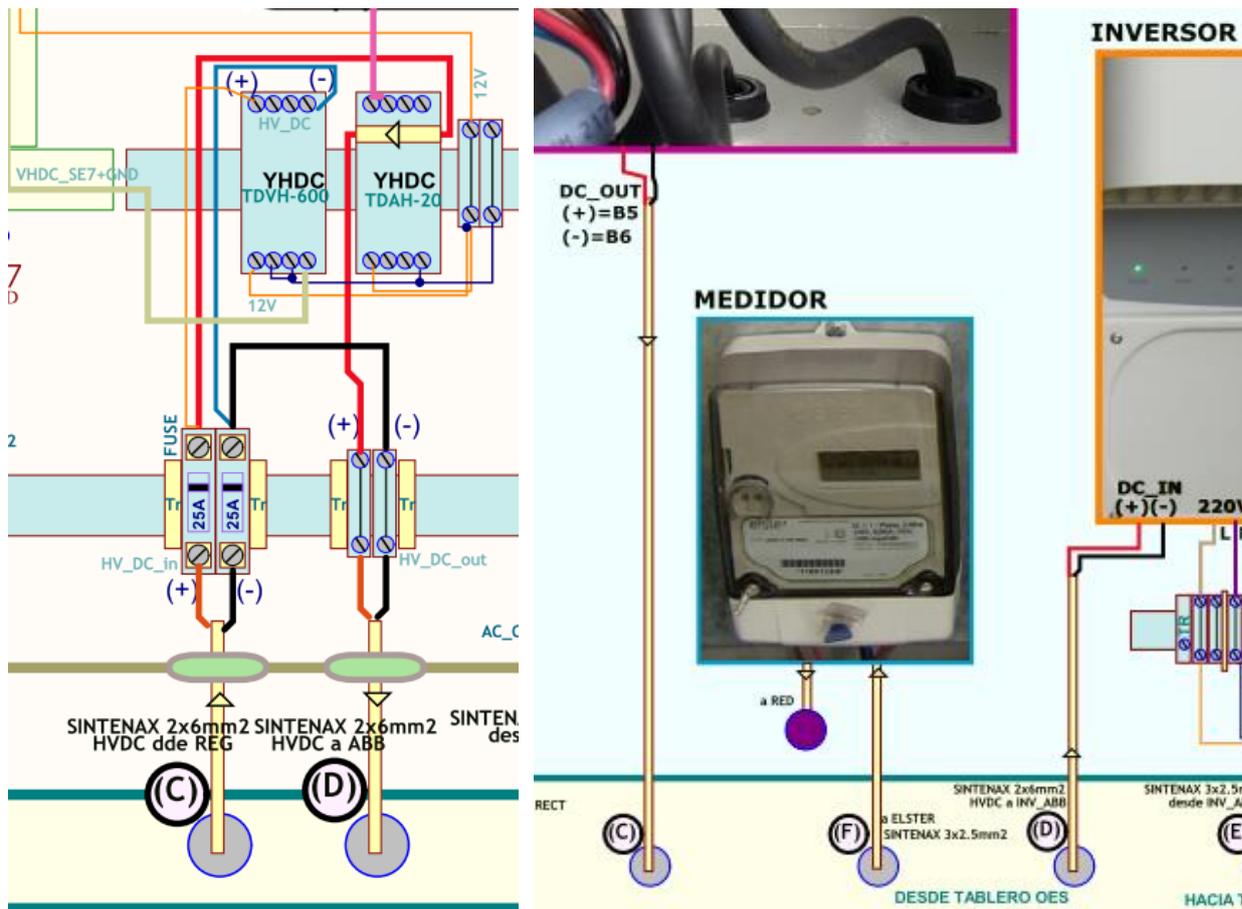


Figura 13.- Sección de medición de corriente continua, de las magnitudes V_{HVDC} , I_{DC} (Cables (C) y (D)).

III.2.3.1) Sensor TDAH-20 – Sensor de corriente continua de efecto Hall con salida 1-5V y aislación de 2.5 kV. A continuación se indica Modelo, N° de serie, constantes G, K utilizadas y una foto del ensayo realizado, en la Figura 14: En las Figuras 15 y 16 se aprecia la tabla de datos relevada y la gráfica correspondiente, utilizando como instrumento las lecturas de un Yokogawa CW10 y el mismo logger CR1000X, precalibrados de fábrica.

'SE6 YHDC TDAH-020 (0-20 A DC, 1-5Vdc out) S/N: 1905-4074
 ' CW10/CR1000X calib 31.10.19 y = 4.9877260x - 4.9082318 R2 = 0.9996886
 Const G_Iae_DC = 4.9877260 ' Gain SE6 Reading, calibrated
 Const K_Iae_DC = -4.9082318 ' Calib Offset SE6 Reading



Figura 14.- Calibración de la parte de corriente continua, Sensor TDAH para I_{DC} .

Verificacion Sensor YHDC TDAH #3 / 20 A Unidireccional (OES_UTN)
31/10/2019

Alimentado con +12V - Bateria

Nº serie interno: #3

Codigo de sensor: SE6 YHDC -020 (0-20 A DC, 1-5Vdc out) S/N: 1905-4074 verif

Instrum - CW10 Yokogawa / CR1000X lecturas crudas

V_SE_lae	CW10
0.9413	0
1.029	0.11
2.899	9.42
2.9106	9.51
4.46	17.41
4.471	17.45

NOTAS:

1: Los +12V se toman de una Bateriaa 12V, (12.5V)

consumo aprox:
0.013 A

2: Rango salida 1 a 5V,
para 0-20 A

Calculo Recta ajustada:

G_UI

K_UI

y 4.9877260 x -4.9082318 y = 4.9877260x - 4.9082318

R2 0.9996886 R² = 0.9996886

En el gráfico, seleccionar Label parameters, Numero, e incrementar a 6 decimales para ver con mas precisión

R.Oliva / L&R Ing. 2018
Adquirido: 11-2017 a YHDC

Salida Teórica	c/G_UI; K_UI
V _o [V]	I_MED [A]
1.000	0.08
2.000	5.07
3.000	10.05
4.000	15.04
5.000	20.03

Figura 15.- Tabla de datos de calibración de la parte de corriente continua, Sensor TDAH para I_DC.

Verificacion Sensor YHDC TDAH #1 / 20 A Unidireccional
CW10 Yokogawa y CR1000X display /31-10-2019 R.Oliva / L&R Ing.

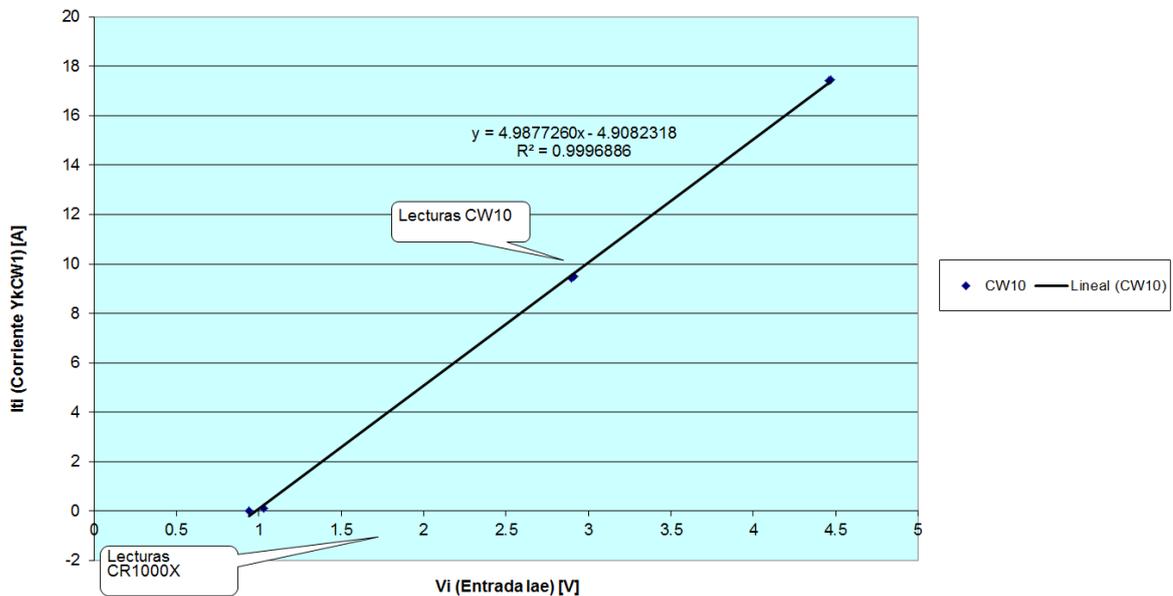


Figura 16.- Gráfica de datos de calibración de la parte de corriente continua, Sensor TDAH para I_DC.

III.2.3.2) *Sensor TDVH-660* – Sensor de tensión continua de efecto Hall con salida 1-5V para 0-660 V y aislación de 2.5 kV. A continuación se indica Modelo, Nº de serie, constantes G, K utilizadas y una foto del ensayo realizado, en la Figura 17: En las Figuras 18 y 19 se aprecia la tabla de datos relevada y la gráfica correspondiente, utilizando como instrumento las lecturas de un Fluke 189 y el mismo logger CR1000X, precalibrados de fábrica.

' SE6 YHDC TDV (0-660 VDC, 1-5Vdc out) S/N: 1905-4073
 ' 31.10.2019 Calibrado y = 164.8238963x - 164.8086375 con F189
 Const G_VHV_DC = 164.8238963 ' Gain SE7 Reading, verificado
 Const K_VHV_DC = -164.8086375 ' Calib Offset SE7 Reading

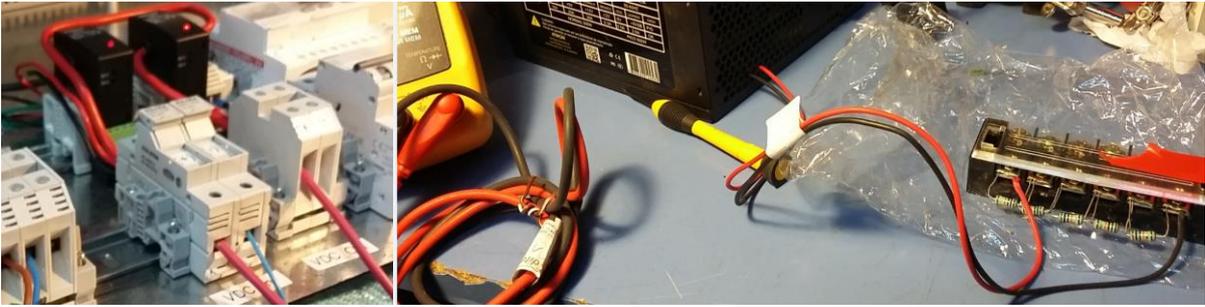


Figura 17.- Fotos de la calibración de tensión del sensor YHDC.

Verificación Sensor YHDC TDVH #1 / 600 Vcc

31/10/2019

Alimentado con +12V CR1000X

Nº serie interno: #3

Código de sensor: SE6 YHDC TDV (0-660 VDC, 1-5Vdc out) S/N: 1905-4073

Instrum: Fuente PC Vsa1 = 300V, Fluke F189, Lecturas CR1000X

V_SE_VHDC	V_F189
1.001	0.00
1.598	98.70
1.896	147.90
2.776	292.60

NOTAS:

1: Los +12V se toman de una Bateria 12V, (12.5V)

consumo aprox:
0.013 A

2: Rango salida 1 a 5V,
para 0- 600 V CC

Calculo Recta ajustada: G_{UV} K_{UV}
 $y = 164.8238963x - 164.8086375$
 $R^2 = 0.9999976$

En el gráfico, seleccionar Label parameters, Numero, e incrementar a 6 decimales para ver con mas precisión

R.Oliva / L&R Ing. 2019

Salida Teórica	c/G_UV;K_UV
V_o [V]	V_{MED} [V]
1.000	0.02
2.000	164.84
3.000	329.66
4.000	494.49
5.000	659.31

Figura 18.- Tabla de datos de calibración de tensión continua, Sensor TDVH para V_HVDC.

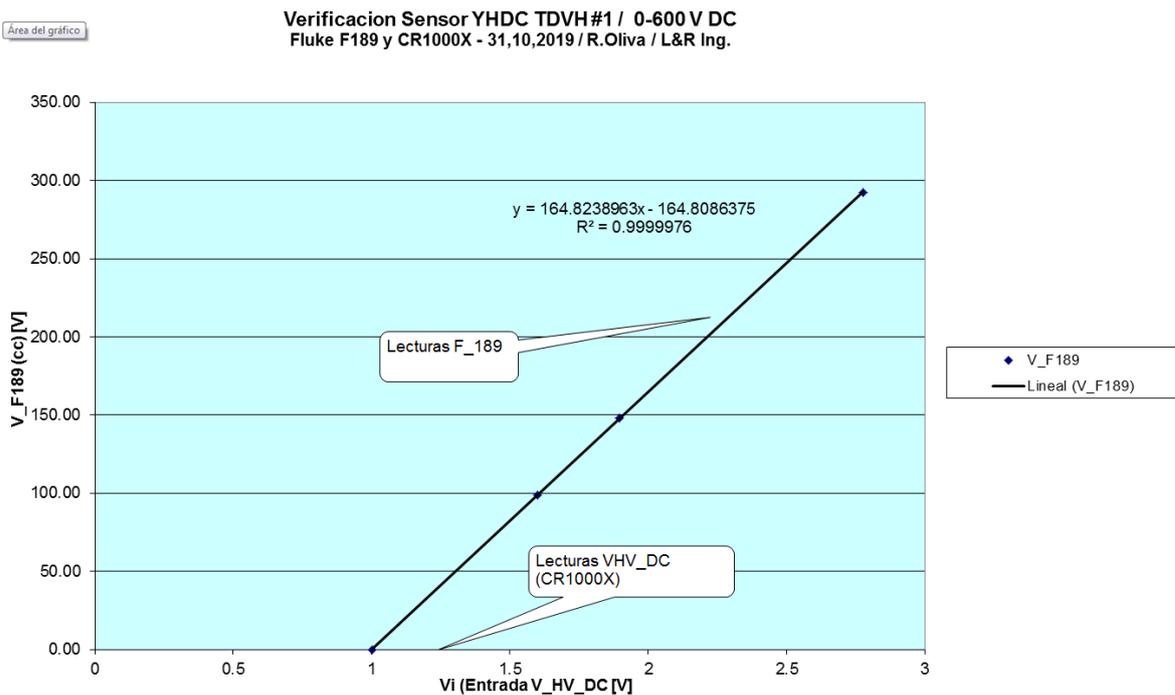


Figura 19.- Gráfica de datos de calibración de tensión continua, Sensor TDVH para V_HVDC.

III.2.4) Unidad de medición múltiple de corriente, tensión y potencia a red: En la Figura 20 se aprecia el detalle de conexionado del multimetro Schneider iEM3155, utilizado para el relevamiento de los parámetros de la conexión del inversor ABB a la red, lo cual corresponde a los cables (E) y (F) en el diagrama general. Dicho multimetro viene calibrado de fábrica, por lo cual sólo se realizó la verificación utilizando una carga resistiva de 100W (Figura 21) y la posterior configuración de su puerto RS485/Modbus en conexión con el logger CR1000X (Figura 22). Según recomendación de Schneider, se cablea el multimetro de forma que la potencia activa entregada por el inversor ABB a la red resulte negativa, y el autoconsumo del sistema positivo.

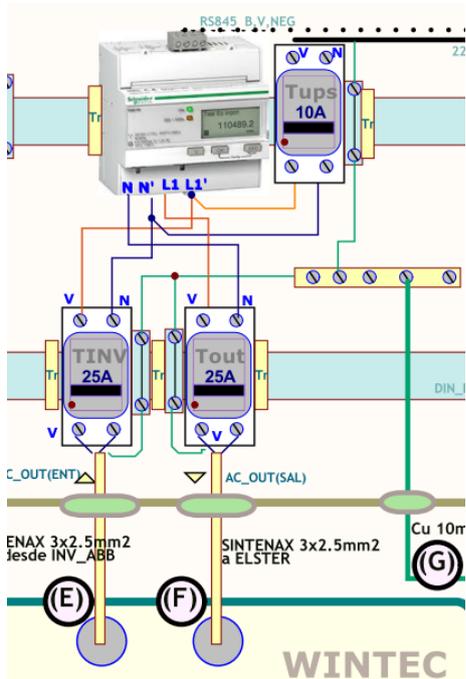


Figura 20.- Gráfica de datos de calibración de tensión continua, Sensor TDVH para V_HVDC.



Figura 21.- Detalle de los ensayos de la parte de conexión a red / multimetro Schneider

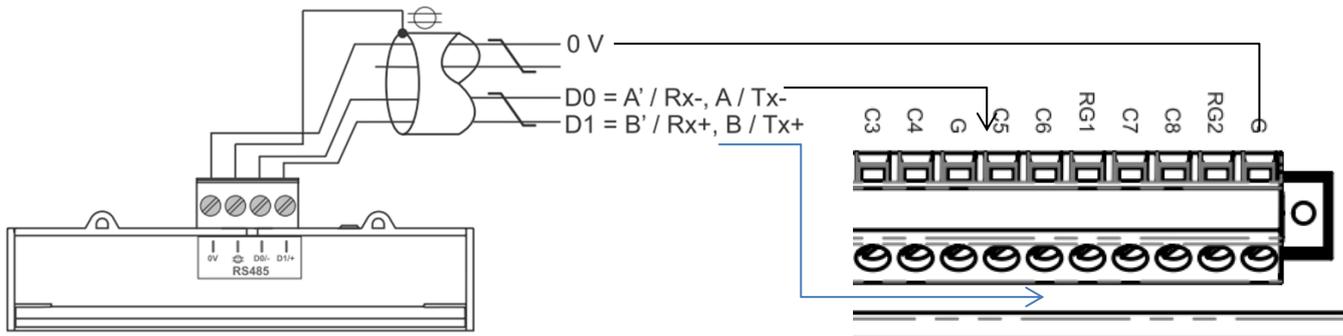


Figura 22.- Detalle de la conexión RS485 entre el multimetro Schneider y el CR1000X.

III.2.5) Ensayo de entradas para anemómetro y veleta: En la Figura 23 se aprecia el detalle de conexionado de los sensores de viento, anemómetro NRG Max#40C y veleta NRG #200P, lo cual corresponde a los cables (J) y (K) en el diagrama general. Dichos sensores fueron provistos en los días previos a la instalación por la firma Provener, por lo cual las constantes de calibración del Max #40C (S/N:179500308738) se cargaron en la versión 1G del Firmware el mismo día de la instalación (09-11-2019 – Listado 1). En laboratorio se realizó una simple verificación de lectura de los canales, utilizando un generador de frecuencia Protek 9205, lecturas en el display CR1000X y verificación con F189 (Figura 24).

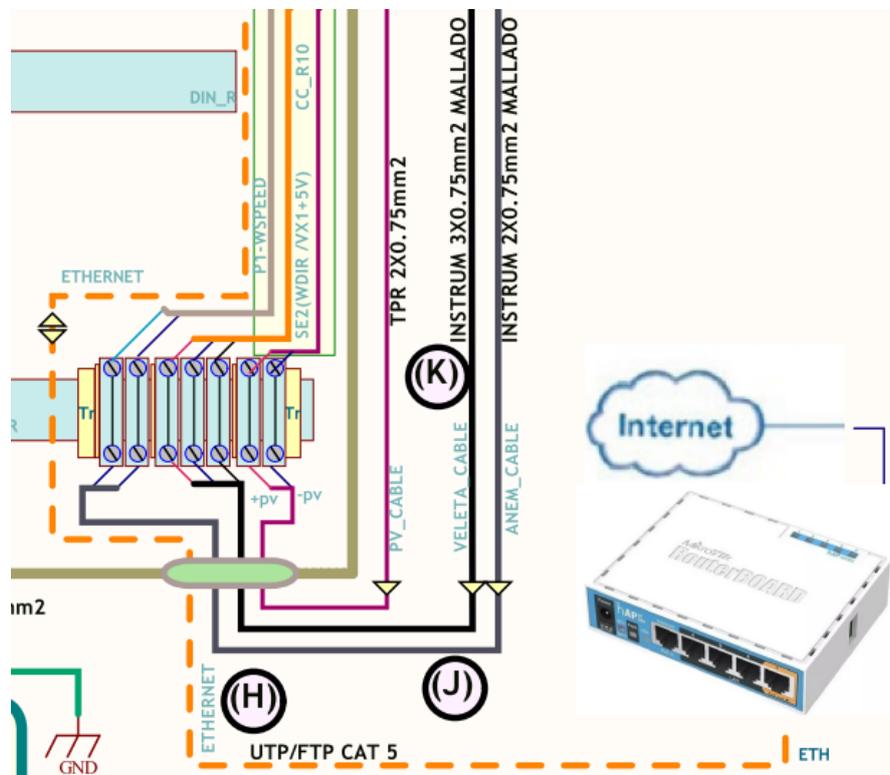


Figura 23.- Detalle de la conexión de ingreso de señal de anemómetro (J) y veleta (K) al tablero y al CR1000X.



Figura 24.- Verificación de entrada senoidal Freq_NRG (10Hz) en CR1000X, producida con Protek 9205, y verificación con Fluke F189.

```
' 1.a.1) EU_VWDIR = VWDIR*G_VWDIR+K_VWDIR
Const G_VWDIR = 71.8 ' Gain SE1 Reading, VAne NRG200P Vx1=5V
Const K_VWDIR = 0.0 ' Offset SE1 Reading, VAne NRG200P Vx1=5V
' 1.a.2) EU_VWSpd = Freq_NRG*G_FreqNRG+K_FreqNRG Max#40C S/N:179500308738
Const G_FreqNRG = 0.75989 ' CalibG constant P1 Reading, NRG#40C
Const K_FreqNRG = 0.35260 ' CalibOffset P1 Reading, NRG#40C S/N:179500308738
```

Listado 1.- Constantes de instrumentos cargados en la versión 1G instalada en Armstrong 9.11.2019.

IV) Instalación realizada

IV.1) Preparación tablero y sensores: El sistema fue instalado el 9 de noviembre de 2019, en la planta de depuración de agua de la cooperativa CELAR de Armstrong. En la Figura 25 se muestran los preparativos de la instalación y el emplazamiento, con el aerogenerador Wintec 1500 de fondo y uno de los bancos de paneles fotovoltaicos. En la Figura 26 se aprecia la preparación e instalación de los sensores NRG de viento en la torre del aerogenerador.

NOTA IV.1: Debido a la no disponibilidad en la fecha de instalación del hidroelevador, los sensores se instalaron con escalera (Figura 26) a una altura inferior a la recomendada, esto se corregirá.

NOTA IV.2: Debido a la posición del soporte, el indicador de Norte de la veleta está apuntando a otra dirección que debe ser corregida. Por tanto, la lectura de 0V (0°) y gap de transición a 5V (359.9°) debe ser ajustada en el período de medición hasta el momento que esto se corrija.



Figura 25.- Lugar de emplazamiento y preparativos de instalación



Figura 26.- Preparación e instalación de sensores de viento

IV.2) Conexión del Tablero y ensayos preliminares: El soporte preparado por CELAR permitió instalar el tablero en forma inmediata, como se muestra en la Figura 27 (izq.). Como se indicó en el punto III.1) el cableado de salida del Inversor (E)-(F) se insertó aguas arriba de la llave termomagnética indicada como T1 en Figura 5, a efectos de permitir un aislamiento de la red y evitar la apertura del cableado al medidor Elster precintado. Esto puede apreciarse en la Figura 27 (der.). En la Figura 28 se observa el cableado desde el Tablero OES al Tablero Wintec.

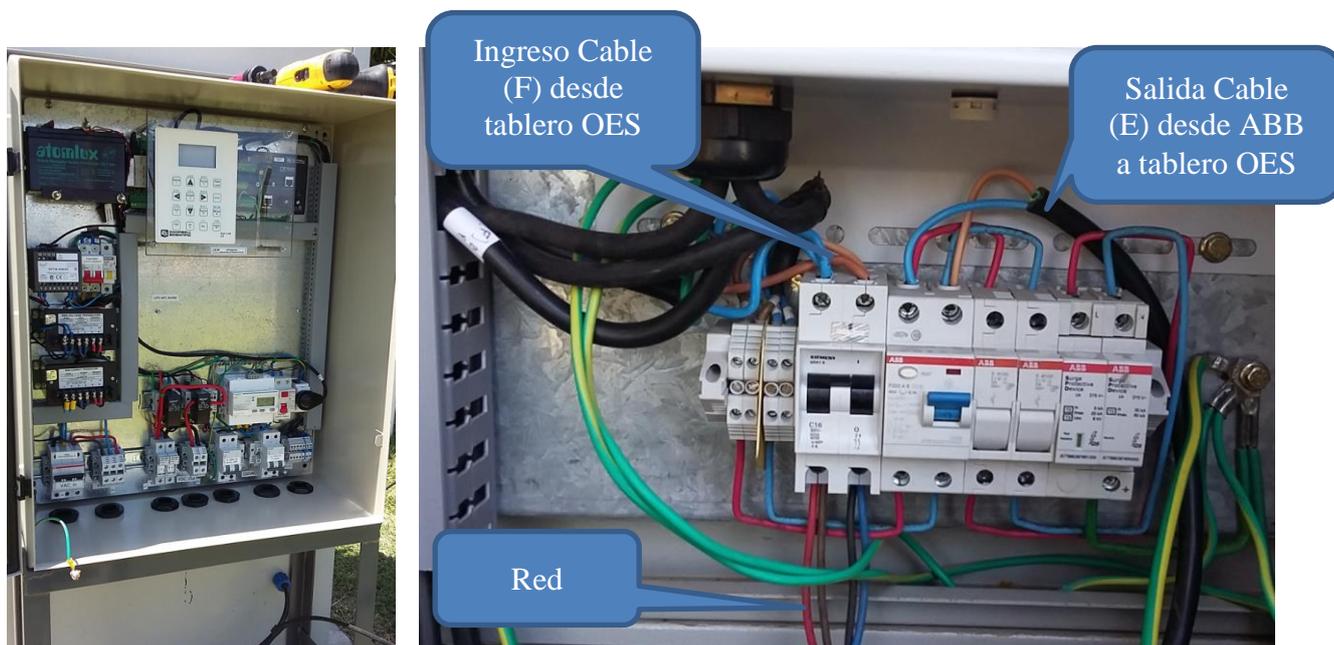


Figura 27.- Presentación del tablero (izq) y modificación (der.) de ingreso/egreso de Cables (E) y (F)



Figura 28.- Cableado de Entrada – Salida hacia el Tablero Wintec en proceso

El tablero Wintec contiene el regulador provisto para el aerogenerador, y en la Figura 29 (izq.) se muestra el ingreso y egreso de cables (B) y (C) desde dicho regulador al Tablero OES. En la Figura 29 (der.) se muestra la conexión del cable UTP (H) que se conecta al puerto Ethernet del Datalogger CR1000X e ingresa al router MicroTik. En la Figura 30 se observa el funcionamiento del Inverter ABB durante los primeros ensayos de conexión, mientras que en la Figura 31 se observa el encendido del Tablero OES.

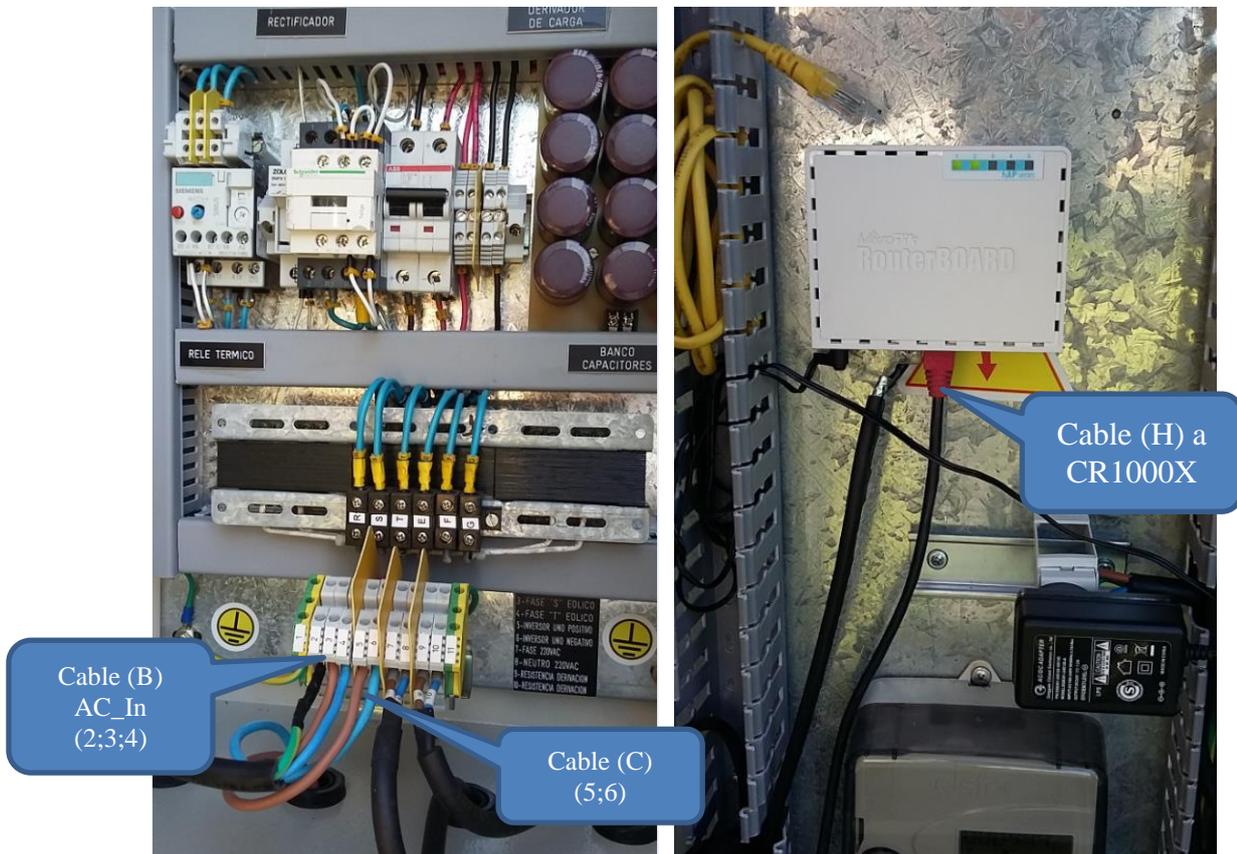


Figura 29.- Cableado (B) y (C) hacia regulador Wintec (izq) y cable UTP conectado al router (H).



Figura 30.- Ensayos del sistema en funcionamiento, lado tablero Wintec - 09.11.2019

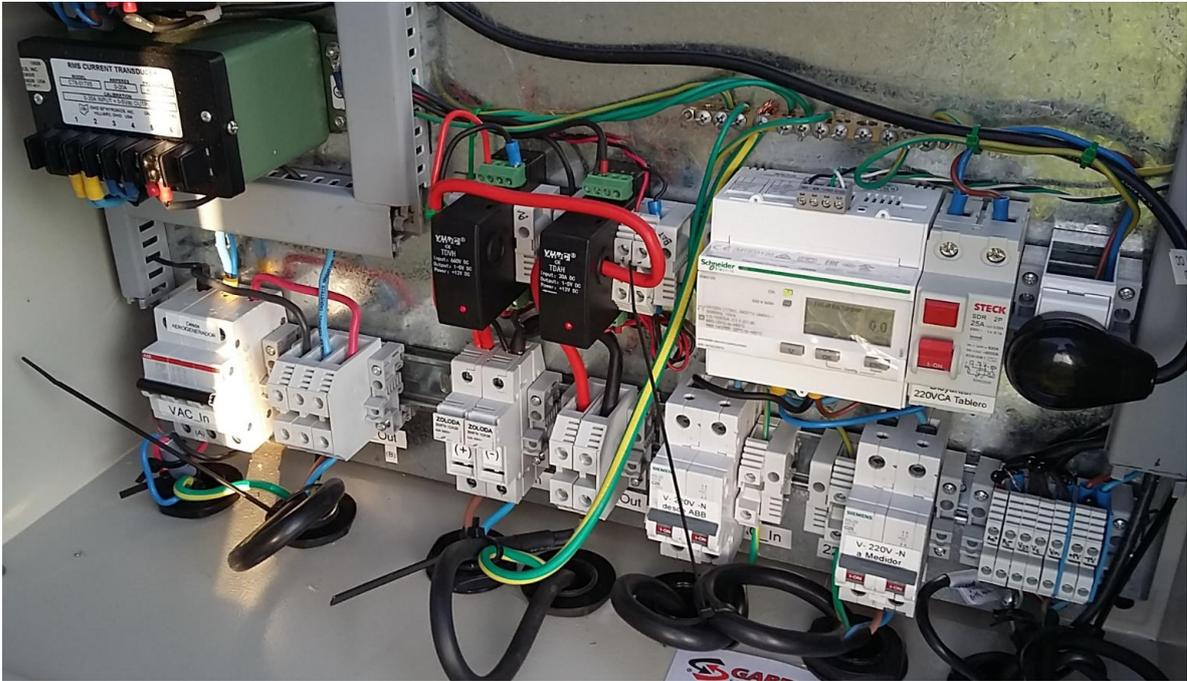


Figura 31.- Primeros ensayos del tablero OES en funcionamiento 09.11.2019

En la Figura 32 se observa el sistema ya cableado con el panel Fotovoltaico, y en la Figura 33 (izq.) las conexiones a los sensores (de izquierda a derecha: anemómetro, veleta y panel fotovoltaico, siguiendo el diagrama de la Figura 23). En la Figura 33 (der) se aprecia la interfase del usuario del CR1000X en el interior del gabinete del sistema.



Figura 32.- Vista del sistema instalado, y los ensayos preliminares

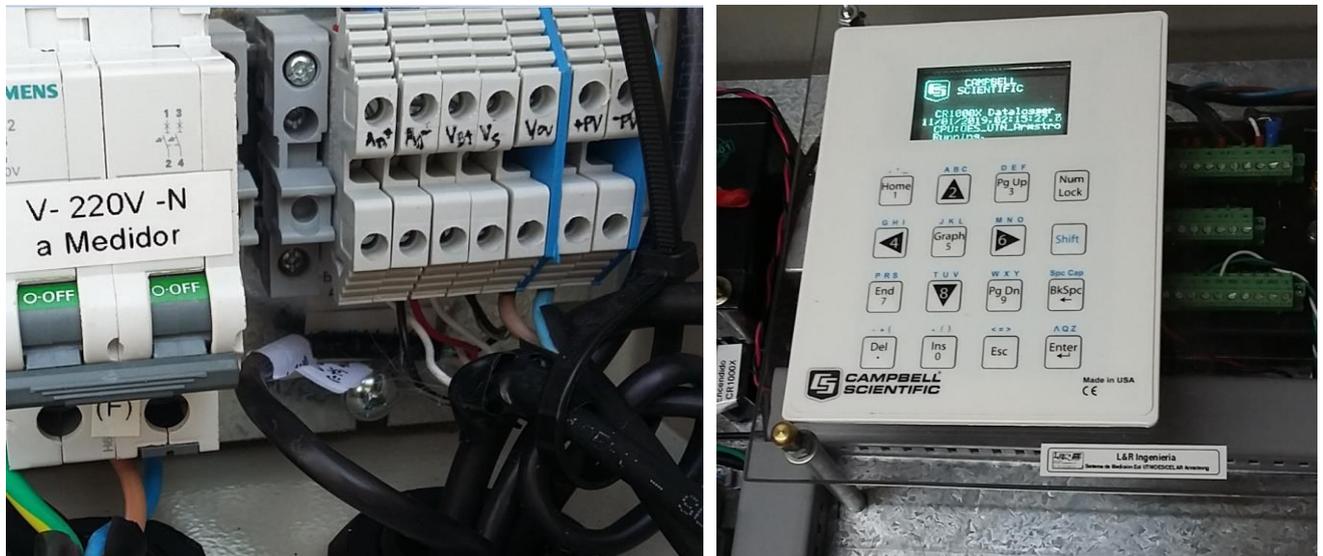


Figura 33.- Vista cableado de sensores de viento y panel FV, e interfase visual del datalogger

IV.3) Protección de exposición solar directa: La particular posición del tablero hizo que los primeros registros de temperatura interna fueran excesivos, por lo cual se solicitó la instalación de una protección luego de la primera semana de operación del Tablero OES. En la Figura 34 se muestra el protector construido por CELAR, que evita la exposición directa del tablero al sol.



Figura 34.- Protector contra incidencia directa del sol sobre el tablero instalado por CELAR

V) Análisis de los primeros datos

V.1) Descarga y procesamiento de datos de días 9.11 a 19.11.2019: El sistema funciona correctamente según se observa a través de las gráficas de procesamiento de datos y hasta la fecha del presente informe. En la Figura 35 se aprecia en el gráfico superior los valores de tensión y corriente de entrada (generador de imán permanente). En el gráfico intermedio la potencia entregada (< 0) a la red por el inversor ABB. Y en la gráfica inferior los registros de intensidad de viento del anemómetro NRG. En la Figura 36 se aprecian en el gráfico superior los datos de tensión de batería, que es cargada por el panel solar durante el día (además del aporte del conversor 220 a 15Vcc) y en el inferior los de la temperatura interna del tablero. Estos valores hicieron que se solicitara la construcción del protector realizado por CELAR de la Figura 34, para evitar la temperatura interna excesiva.

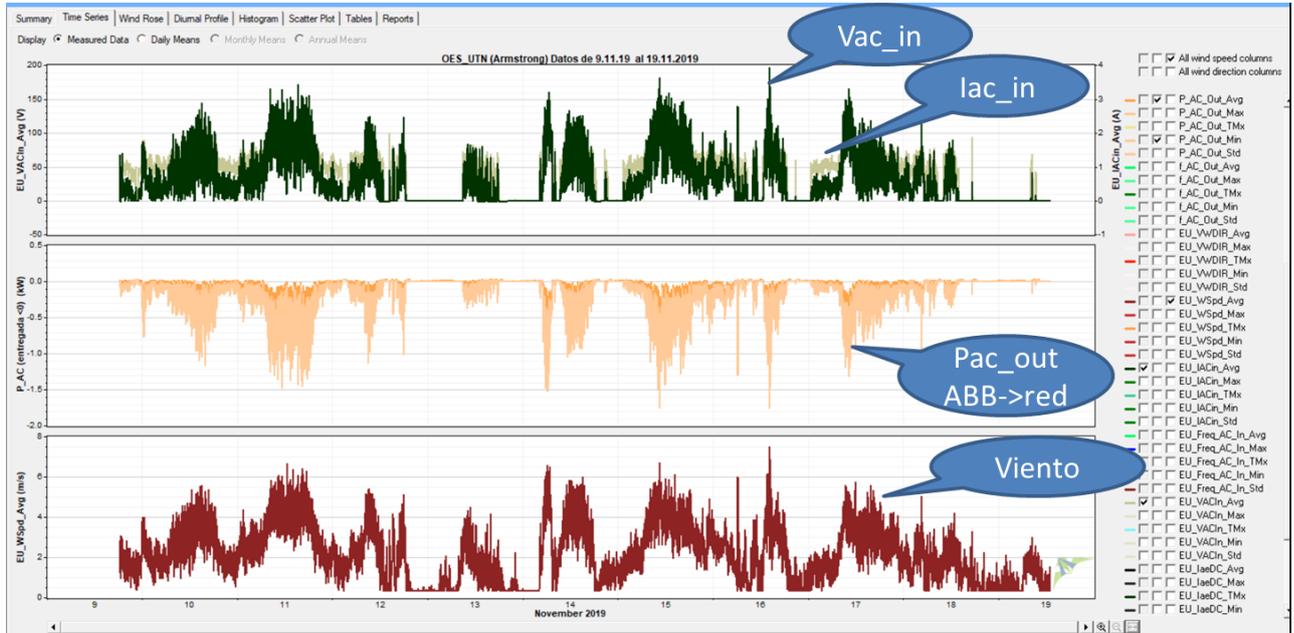


Figura 35.- Primeros datos registrados – promedios de 1 minuto del 9.11.2019 al 19.11.2019

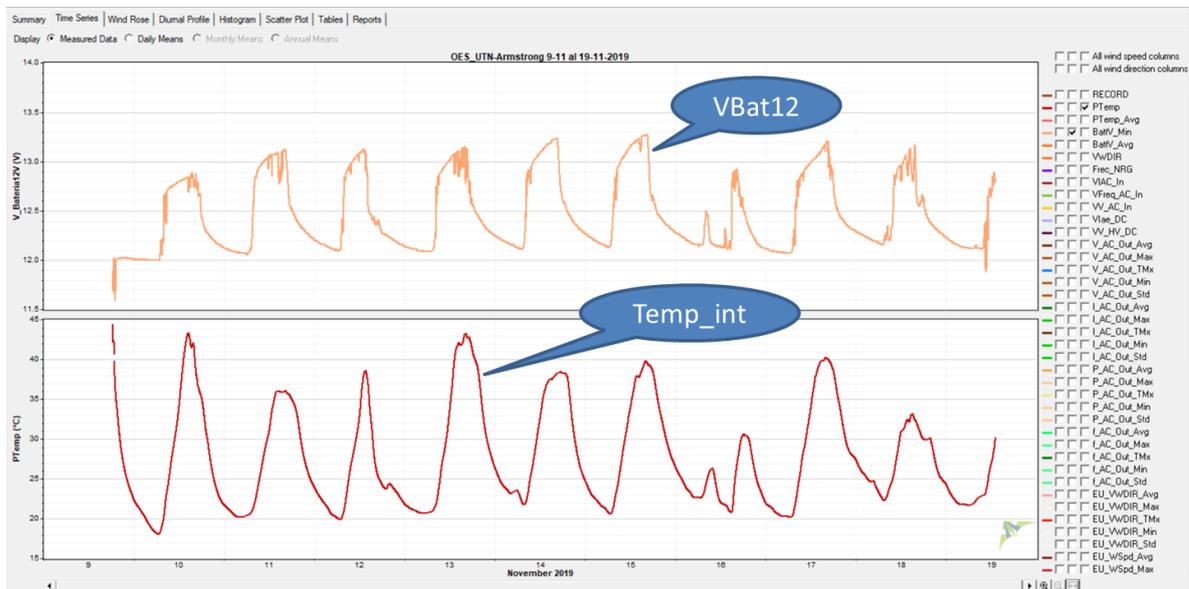


Figura 36.- Primeros datos registrados de tensión de batería UPS-CC y temperatura interior – promedios de 1 minuto del 9.11.2019 al 19.11.2019

V.2) Post-Procesamiento vía Excel de los promedios desde 9.11 a 27.11.2019: El almacenamiento por parte del CR1000X en tarjeta microSD de los promedios, máximo, mínimo y desvío estándar de los canales permite la exportación a Excel u otras planillas de cálculo de dichos datos y realizar un procesamiento más detallado de los mismos. En la Figura 37 se muestra una de las posibles capturas de los datos.

OES_UTN_CELAR - Armstrong - Datos Exportados desde Windographer - R. Oliva 29.11.2019									
Created 27/11/2019 13:46 by Windographer 4.1.12									
Latitude = N 0.000000	CR1000X								
Longitude = E 0.000000									
Elevation = 0 m									
Calm threshold = 0 m/s									
Included flags: <Unflagged data>									
Excluded flags:									
Time stamps indicate the beginning of the time step.									
Date/Time	RECORD	PTemp [-C]	PTemp_Avg [-C]	BattV_Min [V]	BattV_Avg [V]	VWDIR [Smp]	Frec_NRG [Smp]	VIAC_In [Smp]	VFre
09/11/2019 18:23	12	44.44	44.44	11.89	11.89	2866	2	344.8	
09/11/2019 18:24	13	44.31	44.39	11.69	11.86	2840	4	-2.2	
09/11/2019 18:25	14	44.06	44.18	11.7	11.72	2988	4	8.9	
09/11/2019 18:26	15	43.81	43.94	11.71	11.72	2895	4	180.1	
09/11/2019 18:27	16	43.49	43.65	11.71	11.72	3033	4	184.2	
09/11/2019 18:28	17	43.11	43.3	11.71	11.72	2676	1	71	
09/11/2019 18:29	18	42.73	42.91	11.71	11.73	2962	1	-1	
09/11/2019 18:30	19	42.49	42.59	11.71	11.73	2955	0	60.5	
09/11/2019 18:31	20	42.33	42.4	11.7	11.73	2998	1	-1.8	
09/11/2019 18:32	21	42.22	42.26	11.72	11.73	2970	0	-0.9	
09/11/2019 18:33	22	42.21	42.21	11.73	11.89	2722	1	-1.5	
09/11/2019 18:34	23	42.23	42.22	12	12	3048	5	235.1	
09/11/2019 18:35	24	42.23	42.22	12	12.01	3268	1	-2.6	
09/11/2019 18:36	25	42.27	42.25	12.01	12.02	2941	2	-2.6	
09/11/2019 18:37	26	42.32	42.29	12.02	12.02	3175	3	63.7	
09/11/2019 18:38	27	42.37	42.34	12.02	12.02	2867	3	181.6	

Figura 37.- Aspecto de la exportación por uno de los métodos posibles, de datos desde la tarjeta SD a planilla de cálculo convencional.

En la Figura 38 se aprecian los datos de intensidad de viento, promedios de 1 minuto. En la Figura 39 los datos de temperatura interior, hasta el 27.11.2019.

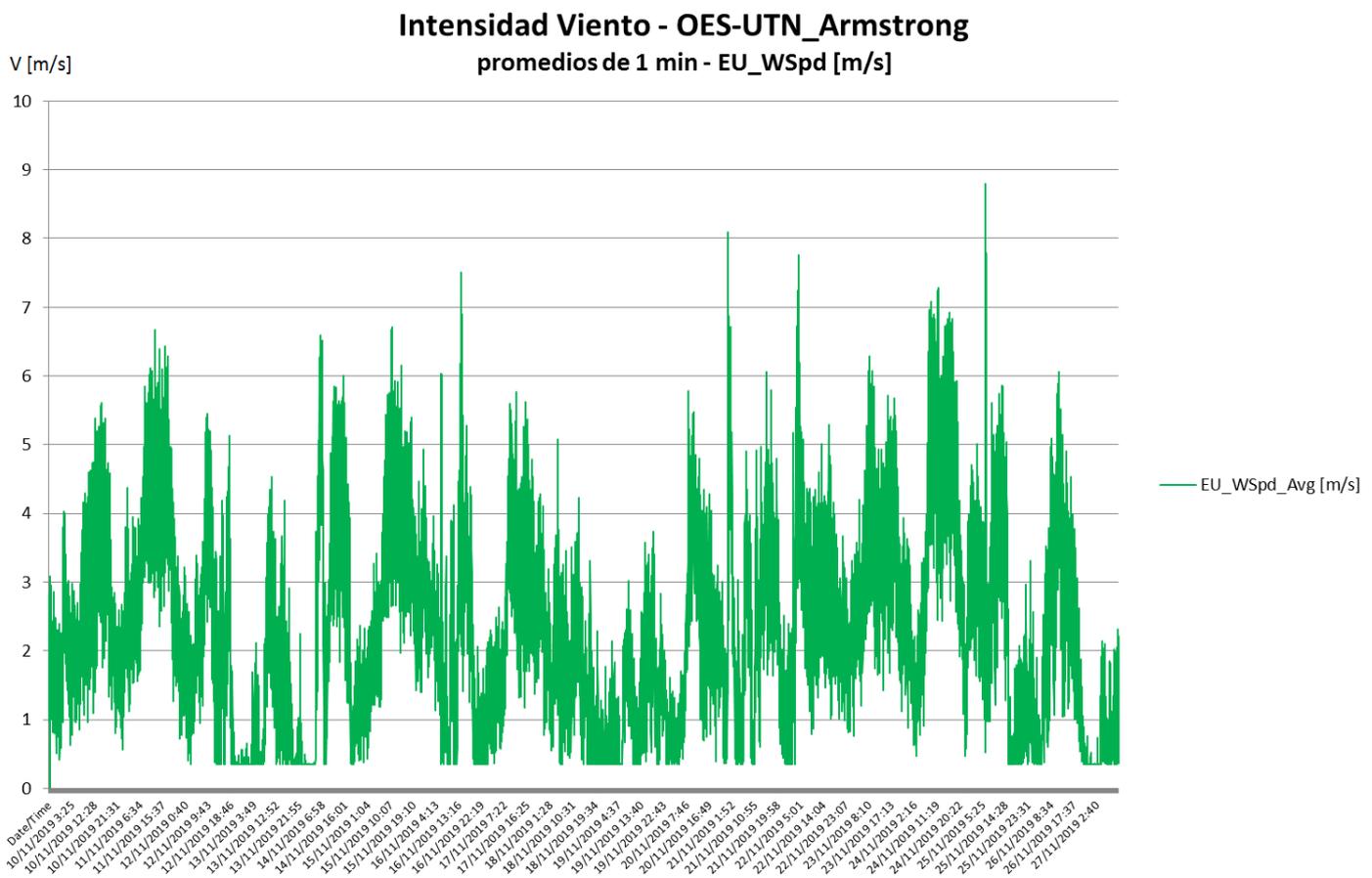


Figura 38.- Aspecto de los datos exportados de viento, promedios de 1 minuto, hasta el 27-11-2019

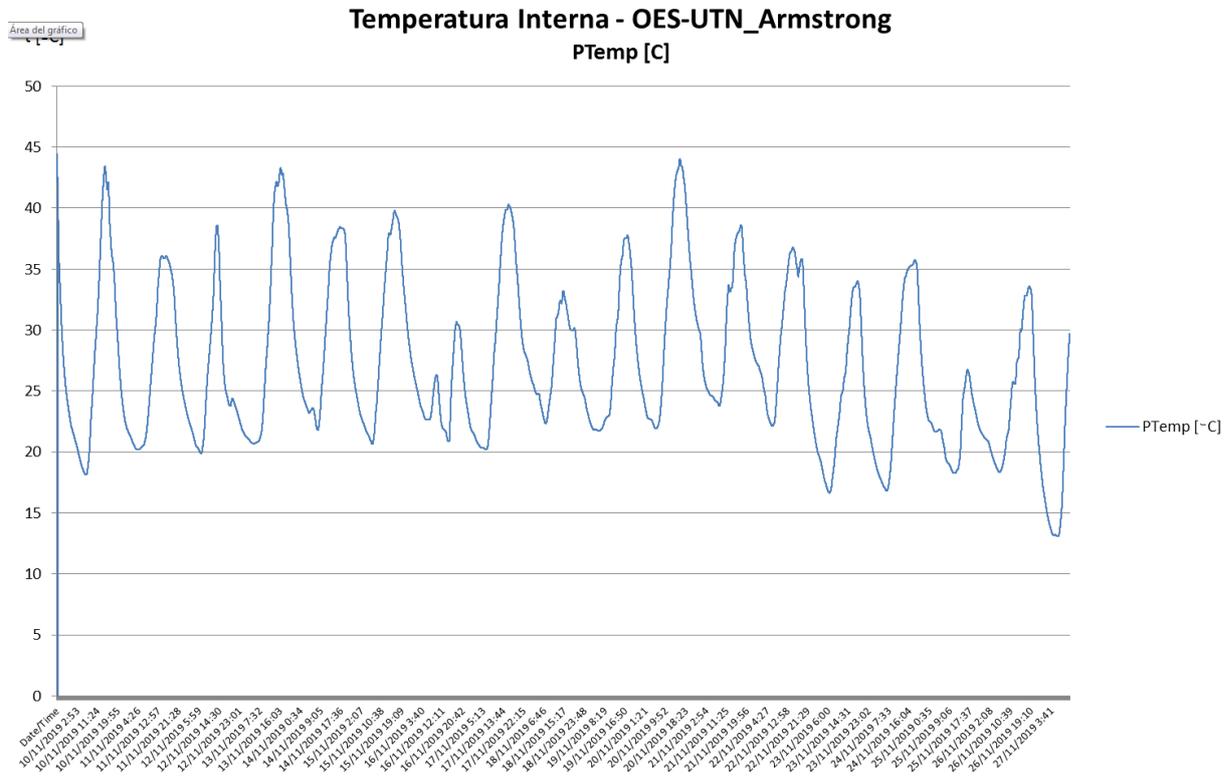


Figura 39.- Aspecto de los datos exportados de temperatura interior, promedios de 1 minuto

Un ítem importante del post procesamiento es la posibilidad de reunir datos de columnas, por ejemplo el producto de EU_VHDC y EU_Idc resulta la potencia P_DC en corriente continua, y el producto $PAC_In = \sqrt{3} * VAC_In * IAC_In$ resulta aproximadamente igual a la potencia aparente entregada por el generador, con el agregado de una potencia de armónicos debido a la presencia del rectificador -regulador. En la Figura 40 se muestra la gráfica de la potencia de continua P_DC.

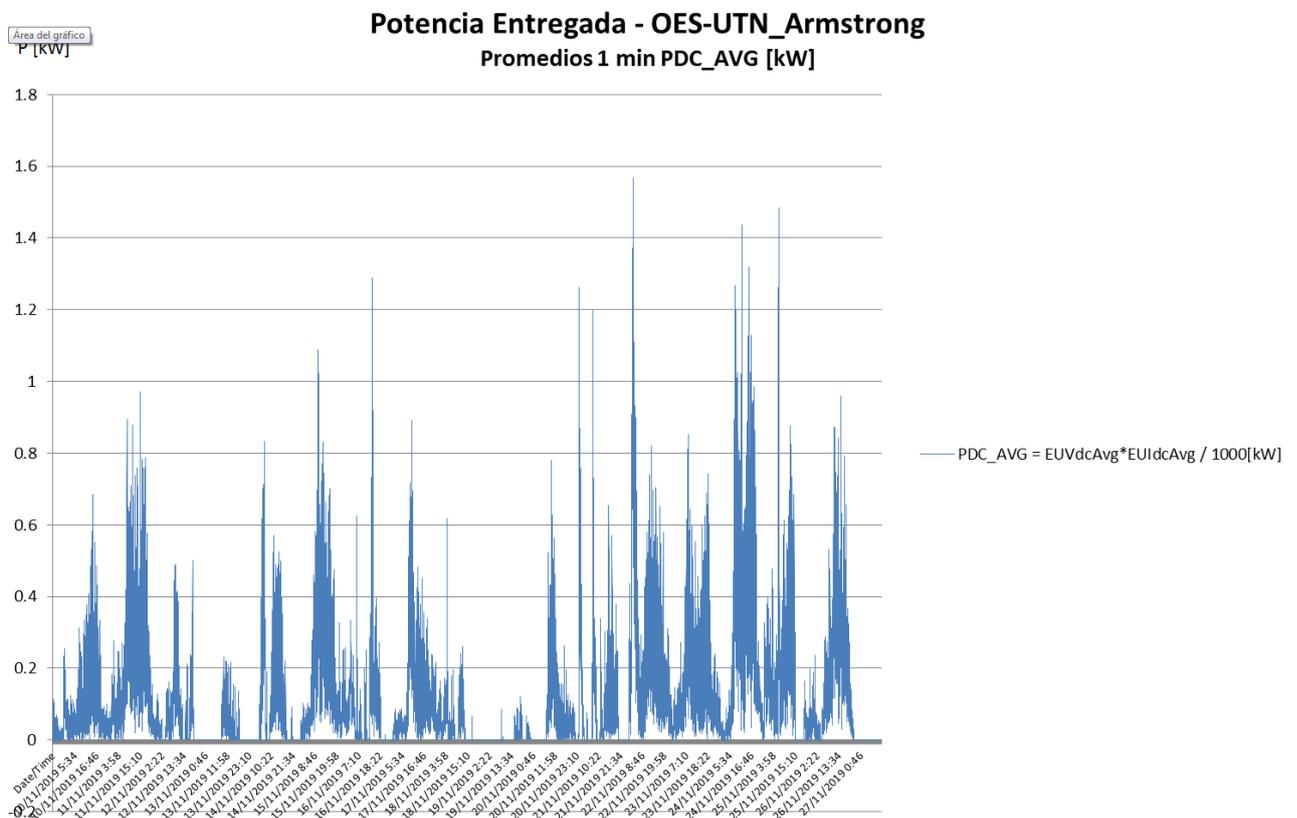


Figura 40.- Potencia P_DC producto de tensión y corriente continua a la entrada del inversor ABB, promedios de 1 minuto.

En la Figura 41 se reúnen las potencias de los tres componentes (entrada AC variable, continua y módulo de Potencia de salida AC a red) en un único gráfico, para un período más reducido del 20 al 23/11. En la Figura 42 se muestra además el cociente entre el valor aproximado PAC_In y la potencia P_DC en corriente continua.

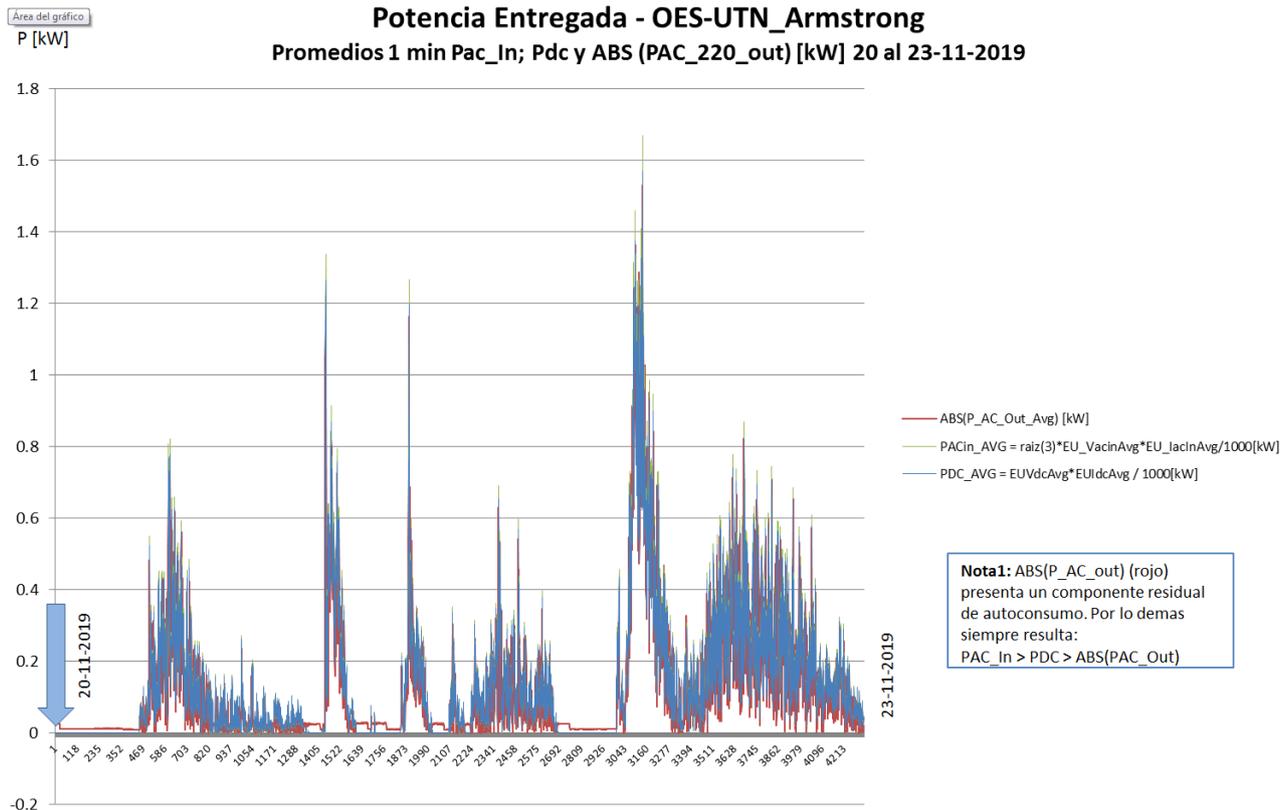


Figura 40.- Potencias comparadas PAC_in, P_DC y valor absoluto del P_AC_out, promedios de 1 minuto en período reducido del 20 al 23.11.2019.

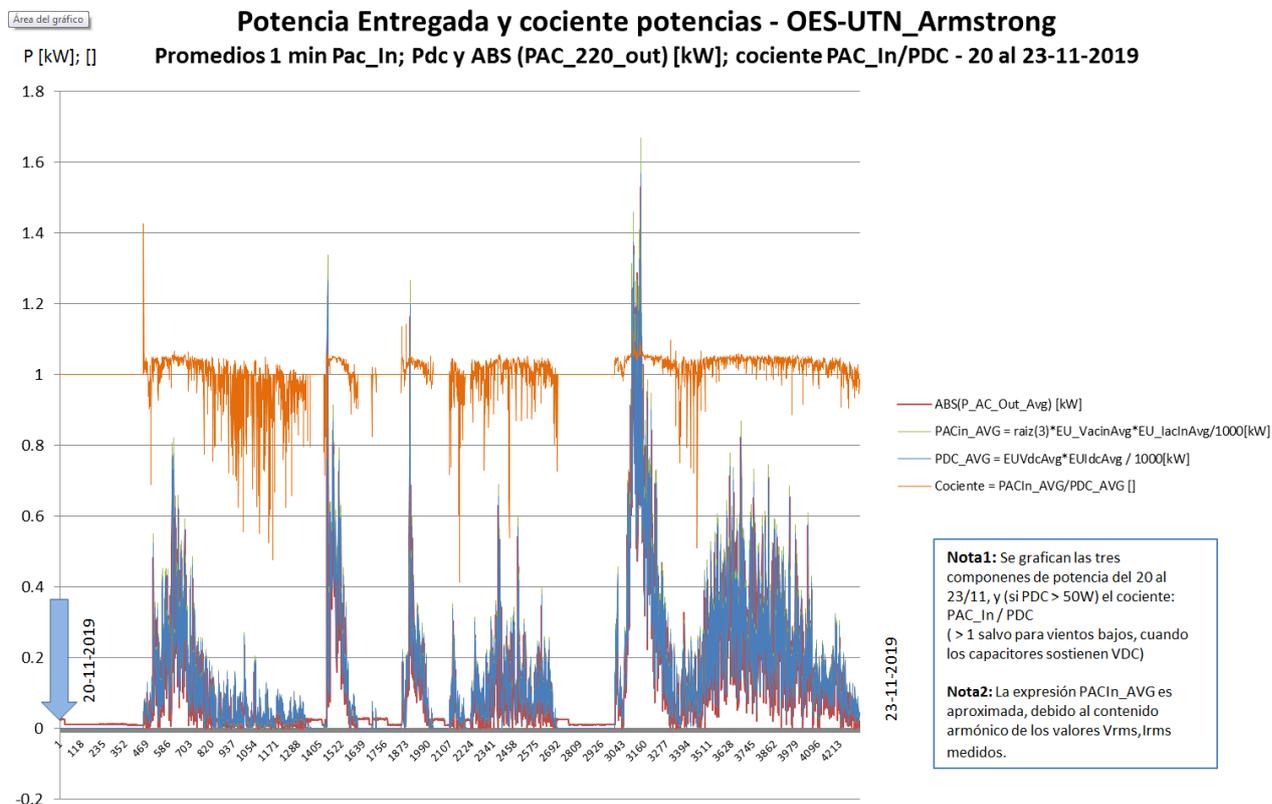


Figura 42.- Potencias comparadas PAC_in, P_DC y valor absoluto del P_AC_out, promedios de 1 minuto con agregado de cociente PAC_In/P_DC - en período reducido del 20 al 23.11.2019.

V.3) Visualización de los datos en tiempo real: Además el acceso al panel de control interno del CR1000X, la conexión a internet permite la visualización de los datos en tiempo real del sistema gracias a la aplicación desarrollada por el equipo de instrumentación de OES (M.Castello, J.Salerno) a través de la herramienta gratuita Thingsboard, que permite la visualización de valores instantáneos publicados vía Modbus TCP por el firmware interno instalado en el tablero. A través de una interfase protegida por usuario y password, es posible realizar un monitoreo a distancia de distintos parámetros del equipo y los últimos registros, en forma gráfica como se muestra en la Figura 43.

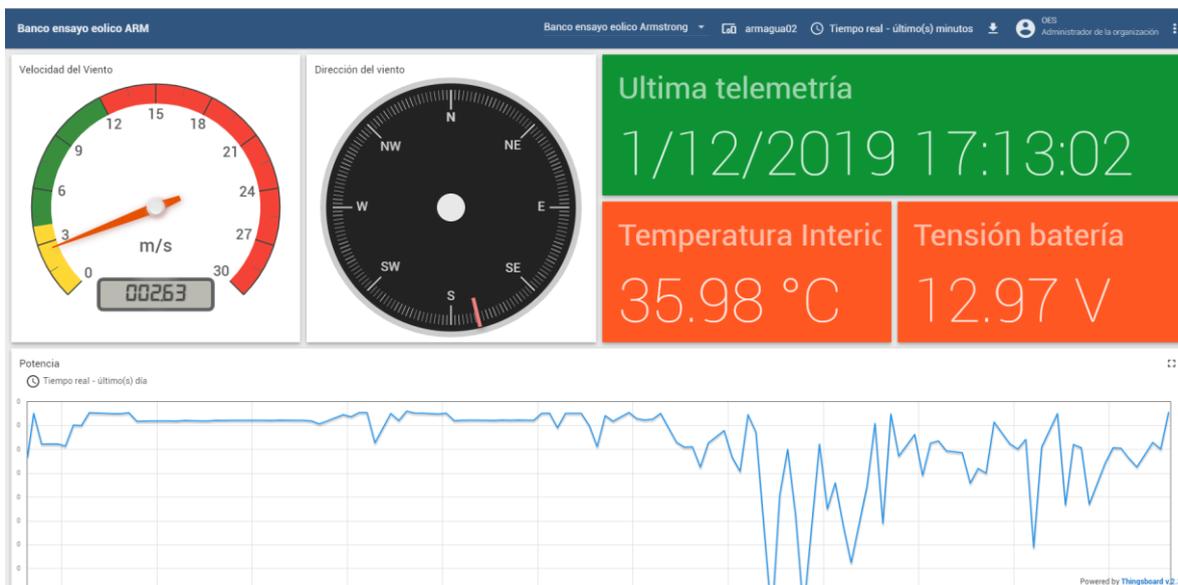


Figura 43.- Visualización remota del estado del equipo y variables relevantes, vía el sistema OES-UTN

VI) Conclusiones

El sistema OES-UTN-Provener se encuentra operativo en las instalaciones de la planta de agua de CELAR en Armstrong. La conexión a internet y la aplicación OES, así como el panel de control interno del datalogger permiten el monitoreo remoto de su funcionamiento. Restan correcciones menores a realizar al sistema, en lo que se refiere a la ubicación de los sensores de viento, corrección de dirección y lectura directa de RPM en vez de frecuencia eléctrica del generador.

Río Gallegos – 01.12.2019