

5 Ensayos

5.1 Ensayo de control de pila

Con el fin de comprobar el buen funcionamiento del control de las pilas de hidrógeno, se realizó un ensayo consistente en la definición de un perfil de corriente demandada a la pila 1, primero ascendente y luego descendente de forma escalonada. Se recogieron las medidas de varios parámetros de funcionamiento de la pila a partir del registro de la GUI, por lo que el ensayo también sirvió para comprobar el correcto funcionamiento de las comunicaciones.

En la Figura 5.1 se representa el perfil de corriente aplicado junto con la tensión total de *stack*. Ésta última está representada por dos medidas independientes, una la aportada por el convertidor de la pila 1 y la otra por el CVM, comprobándose su similitud. La curva de tensión así obtenida conforma una curva de polarización en condiciones cercanas a las nominales, puesto que la pila está siendo controlada para adecuarse a las exigencias de optimización.

En la Figura 5.2 se representa la temperatura medida por el termistor del interior de la pila junto con la temperatura estimada óptima. Además, se añade la tensión de los ventiladores para comprobarse que la temperatura se acerca a la óptima en función de la corriente gracias al control sobre éstos. Se observa como la acción sobre los ventiladores se inhibe ante subidas de corriente con el fin de aumentar la temperatura mientras que en el perfil de bajada se potencia para aumentar la refrigeración.

En la Figura 5.3 se representa la estequiometría del oxidante frente a la corriente, comprobándose como su nivel se mantiene muy por encima de lo necesario simplemente con el cumplimiento del requerimiento de refrigerante.

El último aspecto relevante en el control de las pilas, las purgas de fuel, queda recogido en la Figura 5.4 con la representación de la duración del intervalo de purga, siguiendo una proporción inversa al incremento de corriente. Las aperturas y cierres de la válvula de purga se representan también para corroborar su funcionamiento. La duración de la propia purga no se ha representado al ser constante en todo el proceso excepto en el arranque, que es mayor.

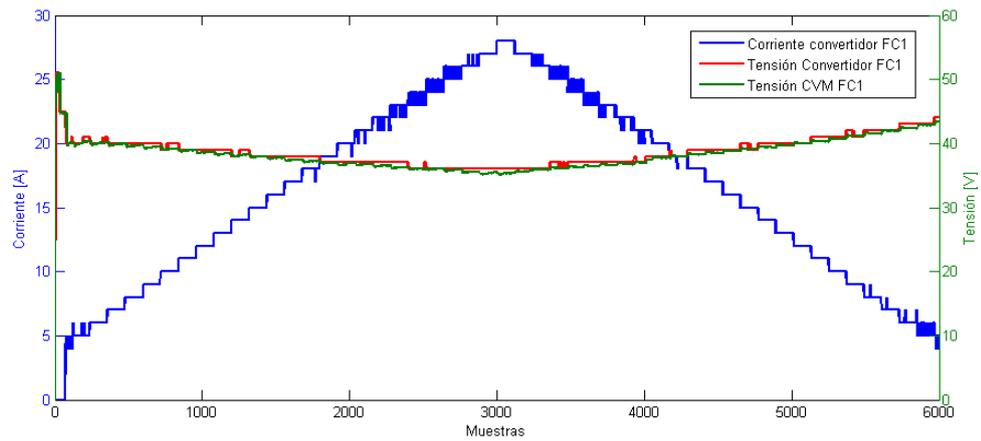


Figura 5.1 Curva de polarización para perfil de corriente.

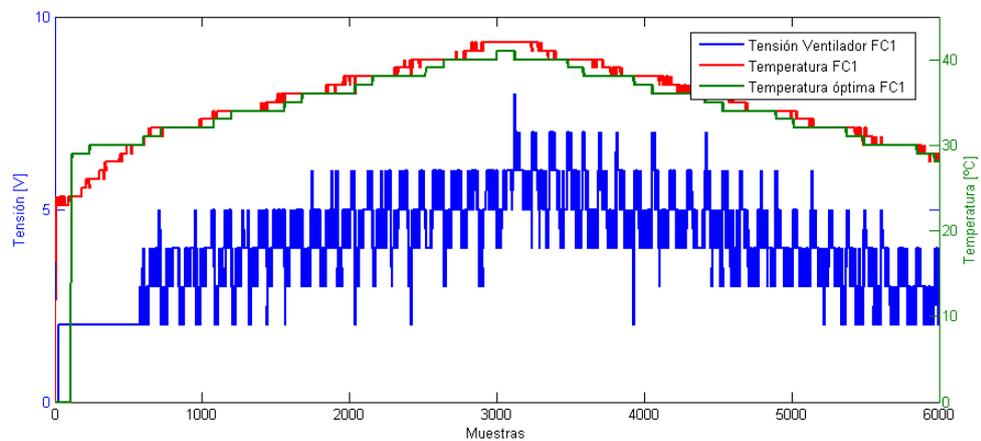


Figura 5.2 Temperatura de pila y óptima. Tensión de ventiladores.

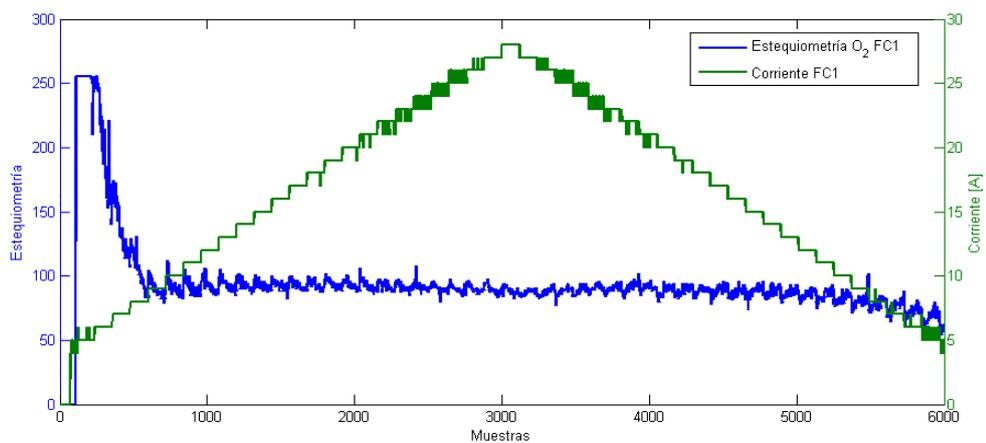


Figura 5.3 Estequiometría del oxidante para perfil de corriente.

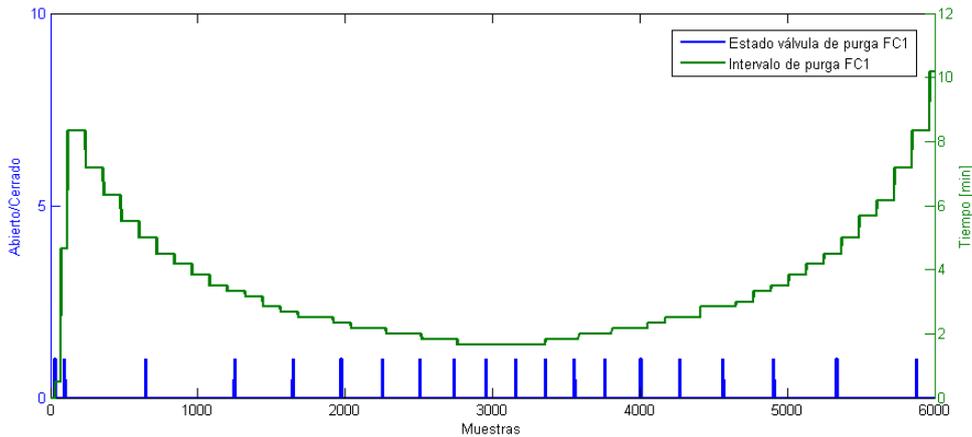


Figura 5.4 Intervalo de purga. Apertura de la válvula.

5.2 Ensayo de gestión de potencia

Las siguientes figuras permiten comprobar el comportamiento de la gestión de potencia de la ECU en una serie de ensayos para tres niveles de carga de las baterías: BAJO, MEDIO y ALTO. Se trata de cinco representaciones por cada SOC:

1. Tensión del acelerador y potencia del motor. Da una idea acerca de la idoneidad de tomar la señal del acelerador como anticipadora del requerimiento de potencia del motor.
2. Potencia del motor y potencia total de las tres fuentes. Permite comprobar que se produce un balance correcto de potencias al coincidir ambas curvas.
3. Potencia de pila 1, pila 2 y baterías. Resalta los roles desempeñados por cada elemento, principalmente si las baterías están aportando o absorbiendo potencia y cuál es la pila dominante.
4. Tensión y corriente de FC 1. Permite observar el resultado de la actuación de las consignas de corriente sobre las pila 1.
5. Tensión y corriente de FC 2. Ídem sobre la pila 2.

Se puede llegar con estos datos a las siguientes conclusiones:

- Con las baterías en nivel bajo las pilas desempeñan una carga de trabajo grande. Las baterías se mantienen todo el tiempo absorbiendo potencia y la pila dominante se ajusta a su nivel de corriente máximo (dentro de las limitaciones del convertidor), mientras que la recesiva es la que se va ajustando (aún con un nivel alto) según los requerimientos del motor.
- Con las baterías en nivel alto la situación es la contraria. Las pilas se mantienen a un nivel mínimo la mayor parte del tiempo, dejando que las baterías aporten el grueso de la potencia.
- Con las baterías en nivel medio es donde se hace más patente la acción de la gestión de potencia. Continuamente se está calculando la acción de los tres elementos de

potencia, de ahí el rizado que adquieren las medidas. El nivel de las tres fuentes se mantiene más o menos igual al equilibrarse el balance de potencias, mientras que las demandas fuertes del motor las soportan las baterías como es conveniente.

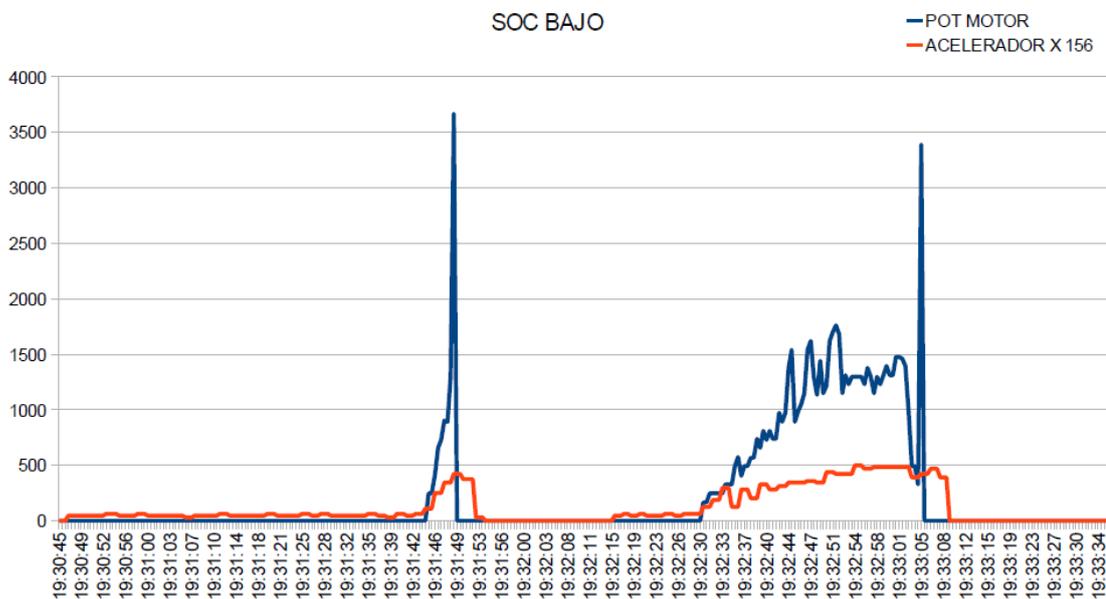


Figura 5.5 Caso SOC bajo. Acelerador - Potencia motor.

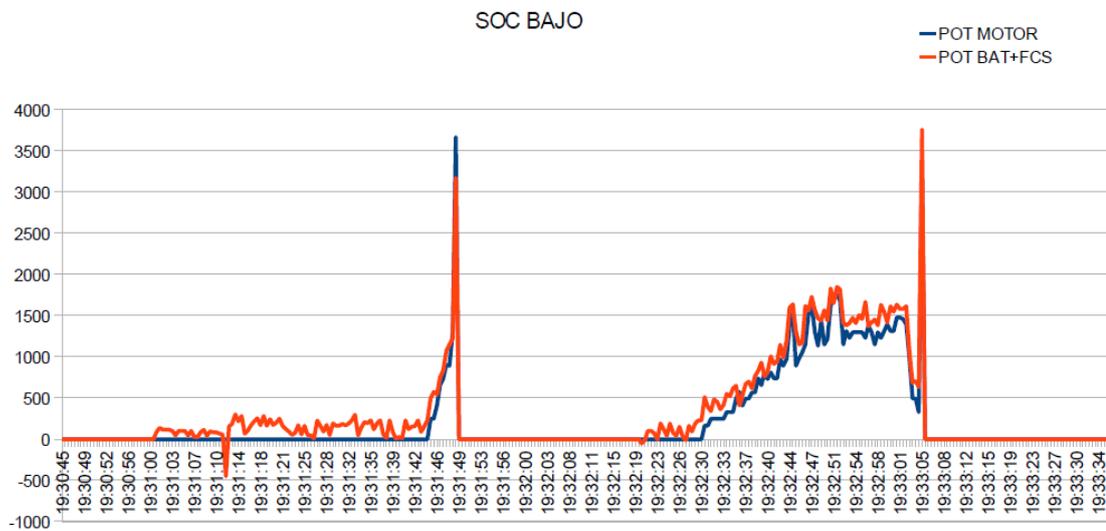


Figura 5.6 Caso SOC bajo. Potencia motor - Potencia fuentes.

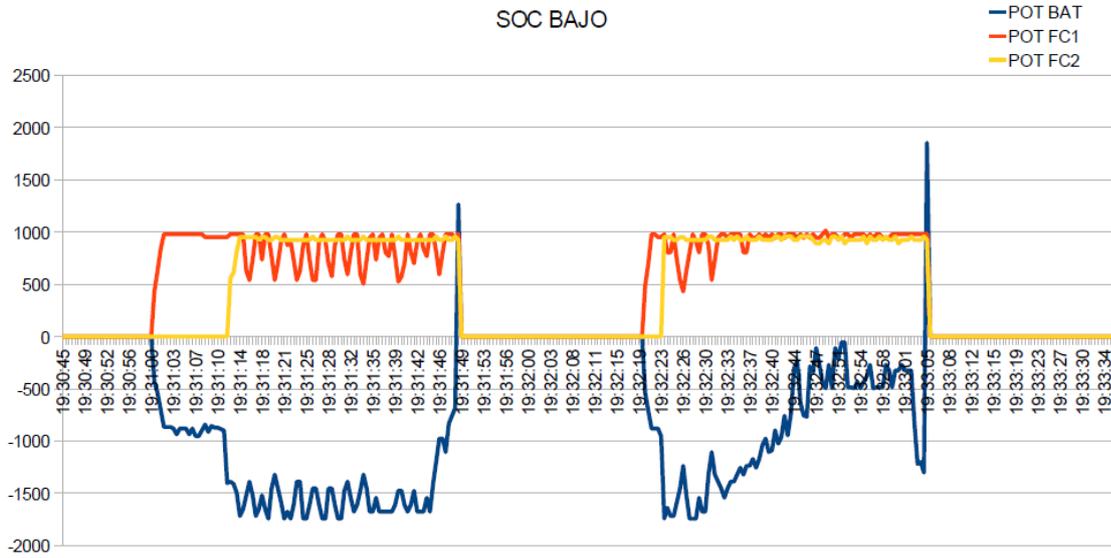


Figura 5.7 Caso SOC bajo. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2.

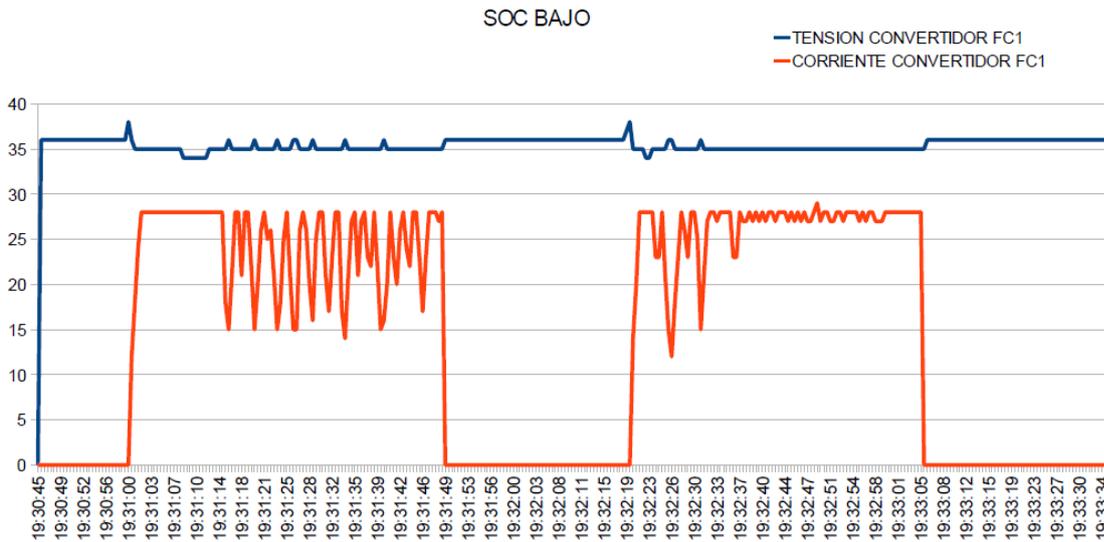


Figura 5.8 Caso SOC bajo. Tensión - Corriente FC1.

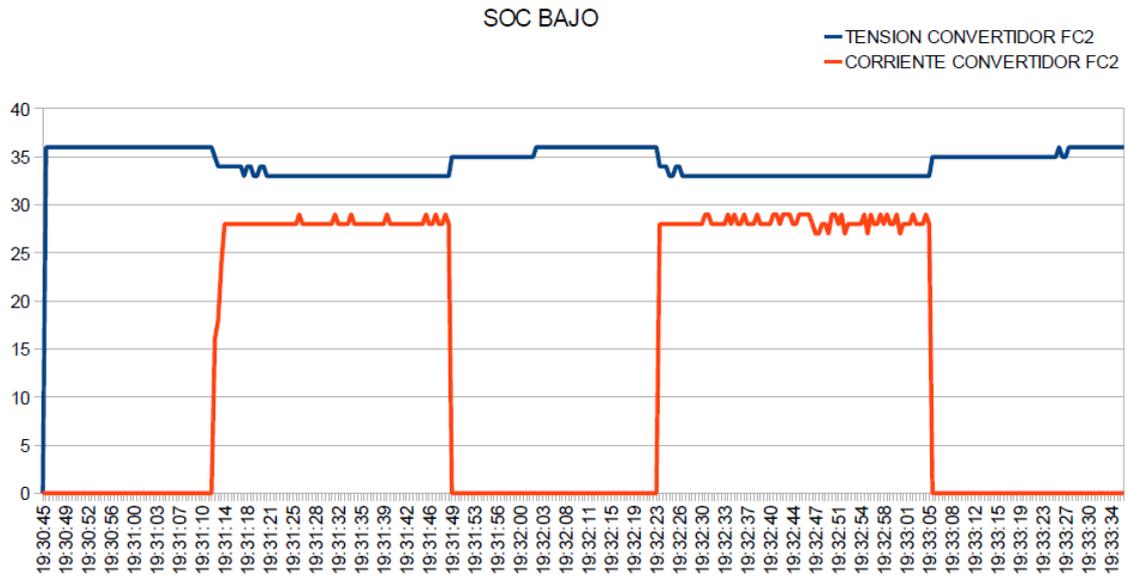


Figura 5.9 Caso SOC bajo. Tensión - Corriente FC2.

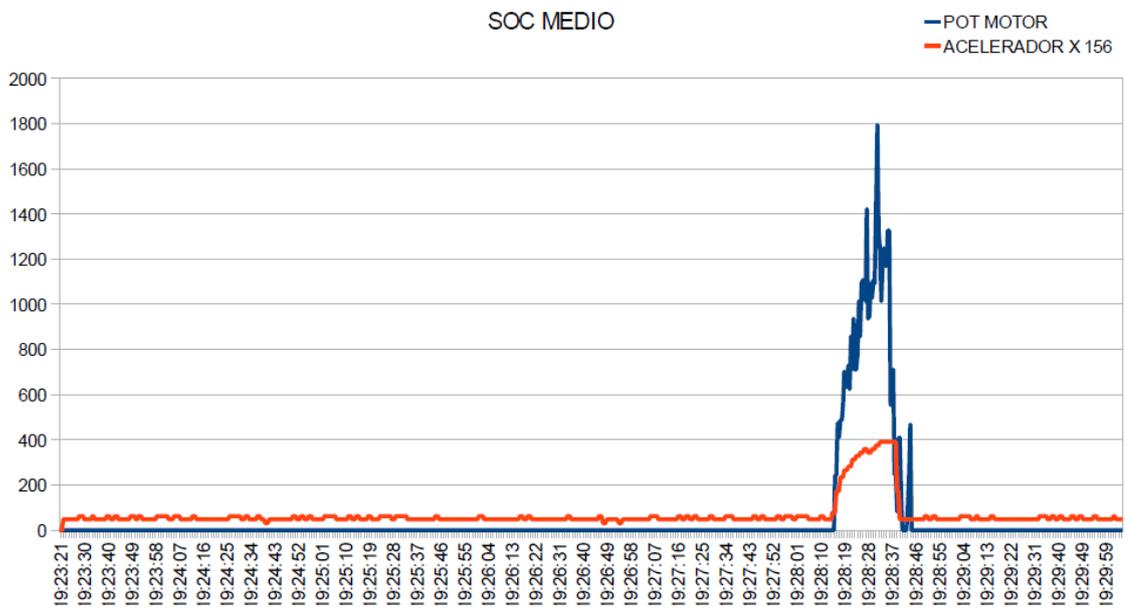


Figura 5.10 Caso SOC medio. Acelerador - Potencia motor.

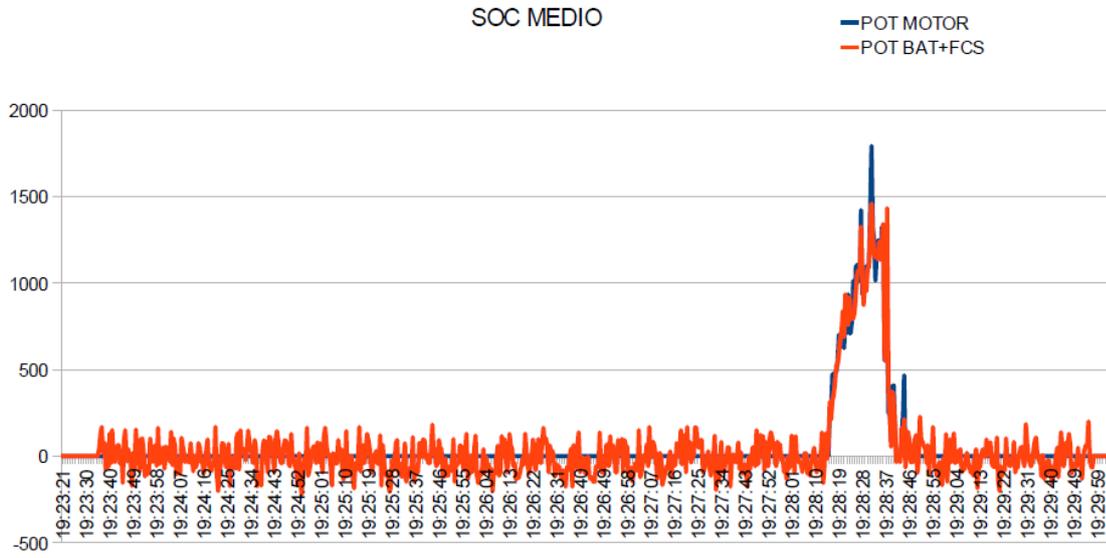


Figura 5.11 Caso SOC medio. Potencia motor - Potencia fuentes.

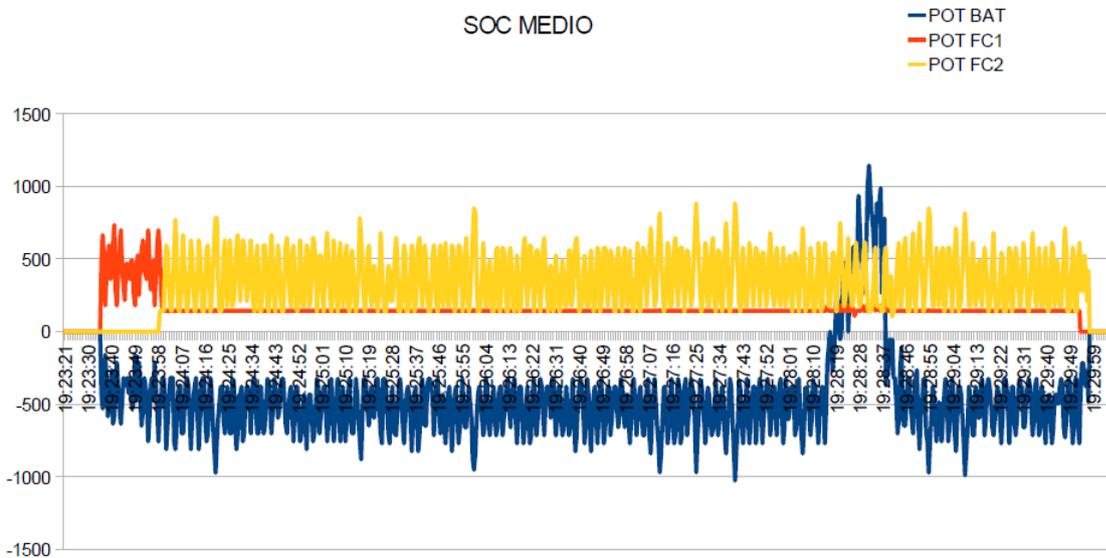


Figura 5.12 Caso SOC medio. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2.

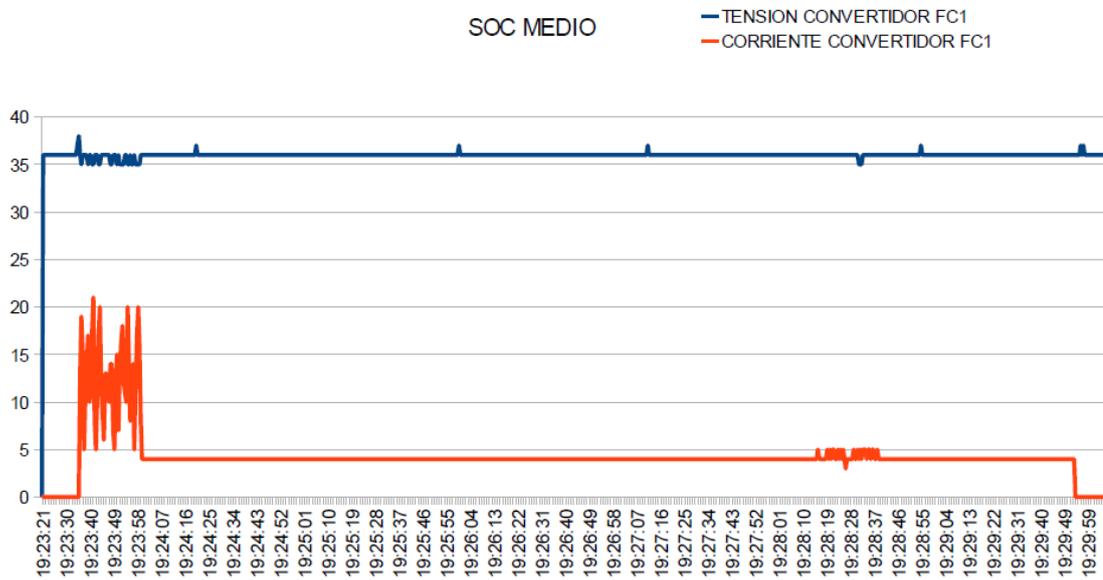


Figura 5.13 Caso SOC medio. Tensión - Corriente FC1.

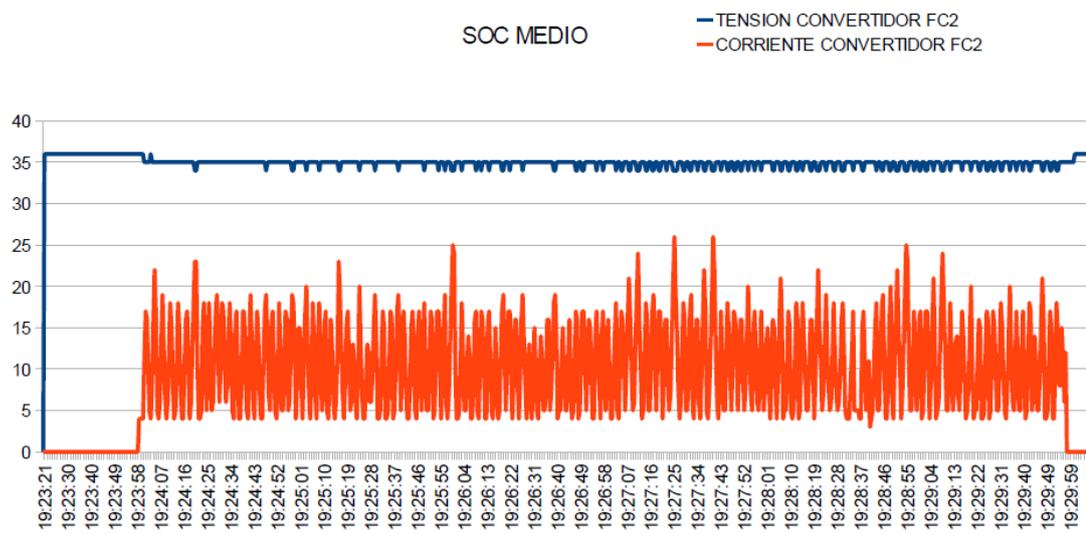


Figura 5.14 Caso SOC medio. Tensión - Corriente FC2.

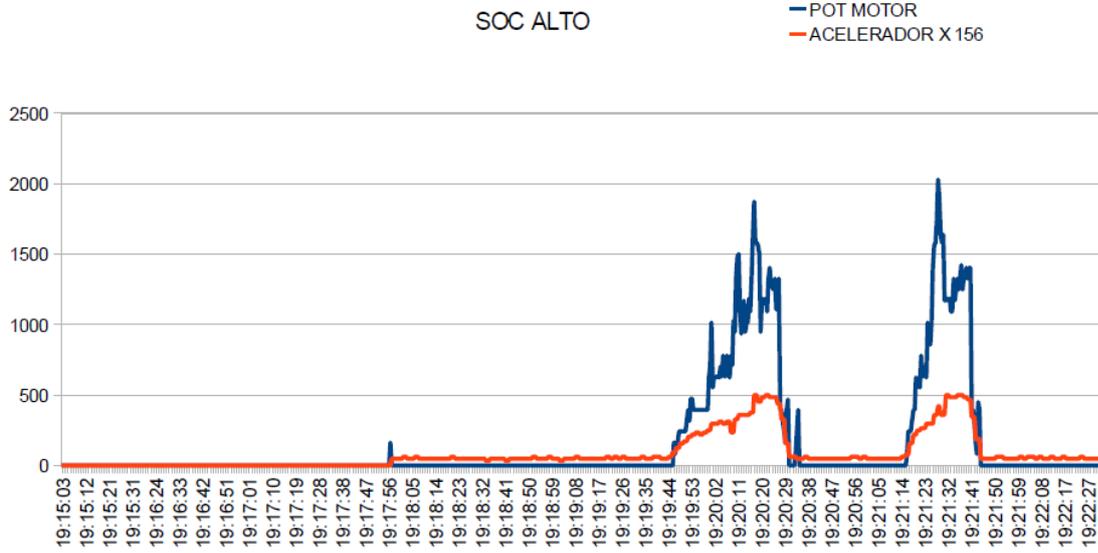


Figura 5.15 Caso SOC alto. Acelerador - Potencia motor.

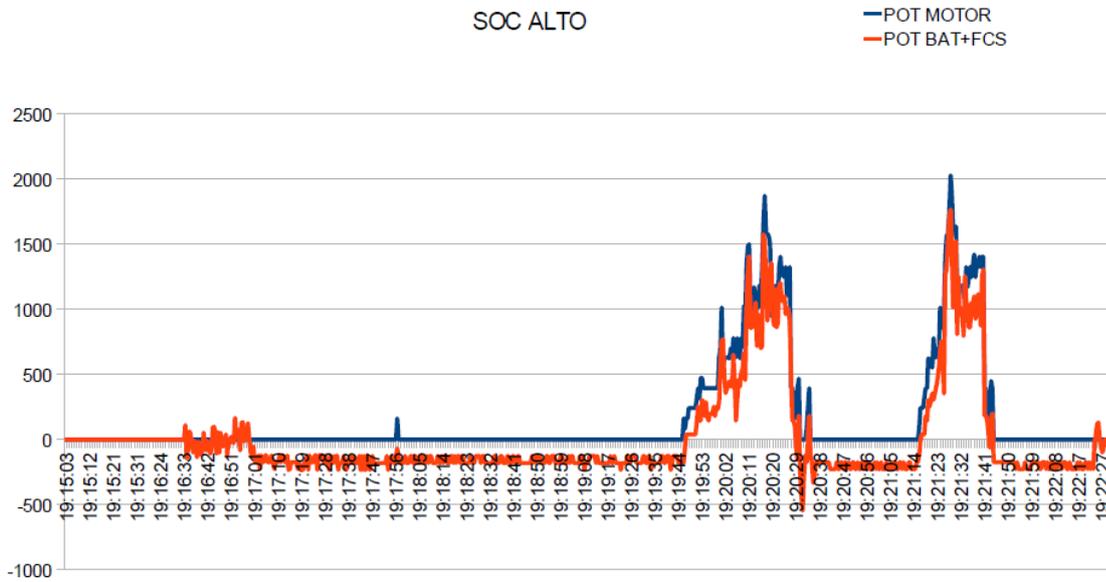


Figura 5.16 Caso SOC alto. Potencia motor - Potencia fuentes.

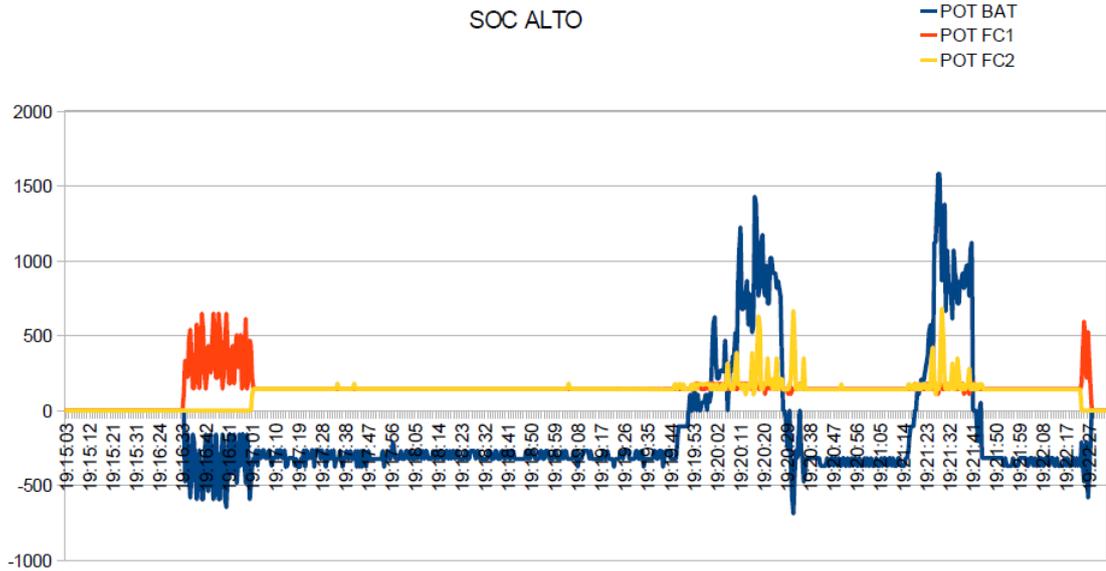


Figura 5.17 Caso SOC alto. Potencia batería - Potencia FC1 - Potencia FC2.

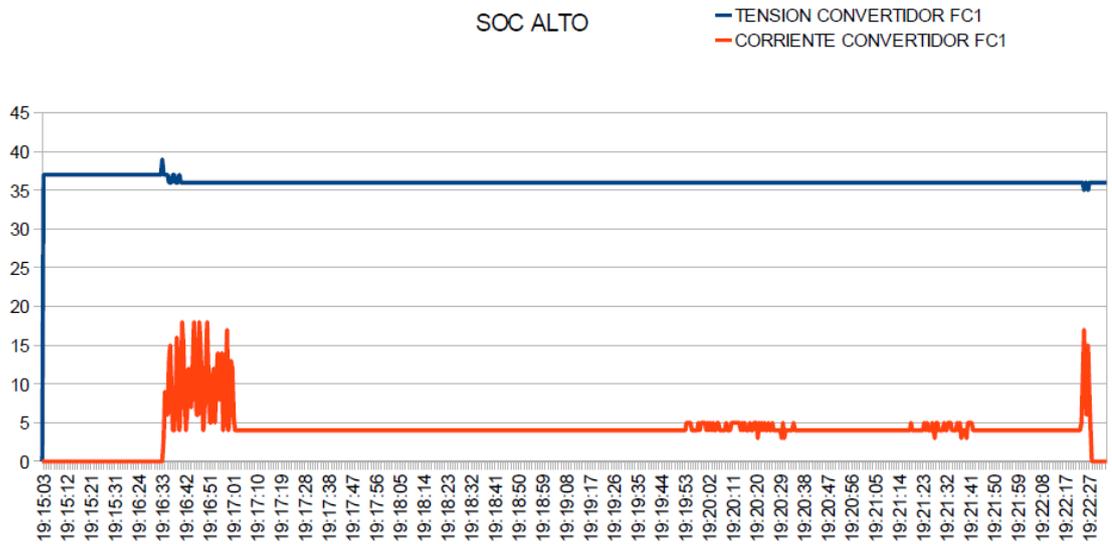


Figura 5.18 Caso SOC alto. Tensión - Corriente FC1.

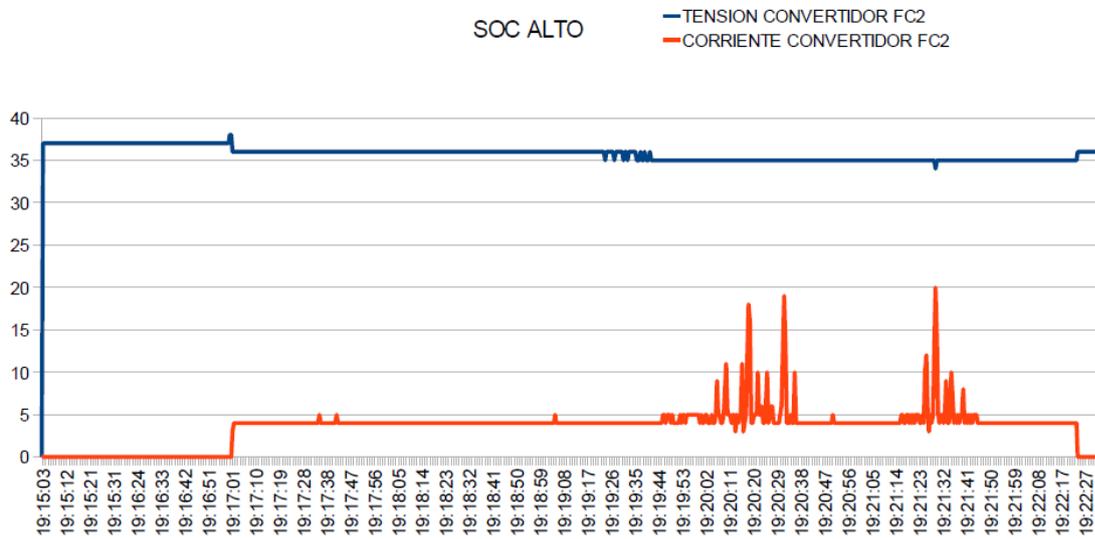


Figura 5.19 Caso SOC alto. Tensión - Corriente FC2.

