

TRABAJO FIN DE GRADO

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**Sistema digital de medidas de potencia eléctrica mediante el
procesador DSC-28377S con interconexión a distancia**



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

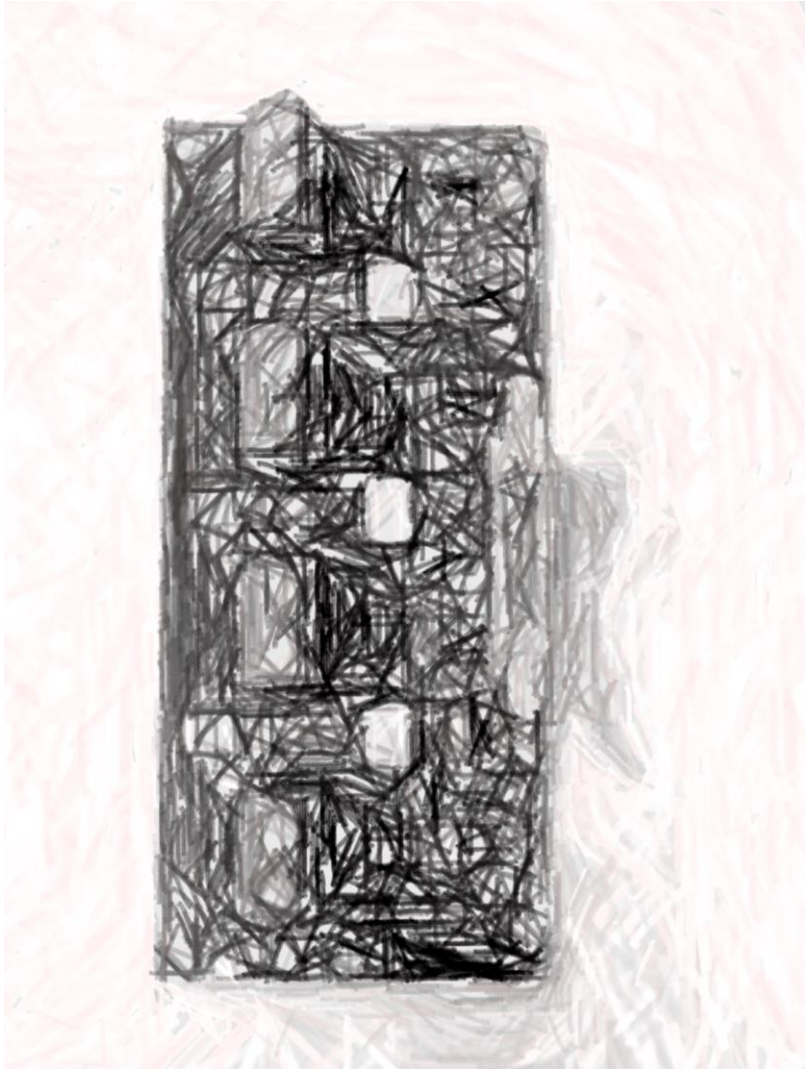


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Alumno :
Alejandro Escribá Aparisi

Director :
Francisco José Gimeno Sales

Julio 2018



Índice

- Objeto del Trabajo Fin de Grado
- Diagrama global del sistema de medidas
- Sistemas de sensado y acondicionamiento
- El microcontrolador
- Programación en ANSI C
- Programación visual en node-red. Raspberry Pi
- Montaje experimental del sistema
- Entorno de visualización
- Líneas futuras
- Presupuesto

Objeto del Trabajo Fin de Grado

- ❑ Diseñar e implementar un sistema de medidas trifásico versátil y económico basado en micro controlador que comprende:
 - Sensado y adaptación de señal analógicos.
 - Adquisición y procesado digital (sincronización, cálculos,...).
- ❑ Implementar los cálculos de las diferentes magnitudes eléctricas a partir de las diferentes teorías de la potencia eléctrica.
- ❑ Obtener las medidas en tiempo real, por ciclo de red.
- ❑ Desarrollar un sistema de monitorización web accesible desde cualquier dispositivo fijo o portátil capaz de acceder a un portal http.

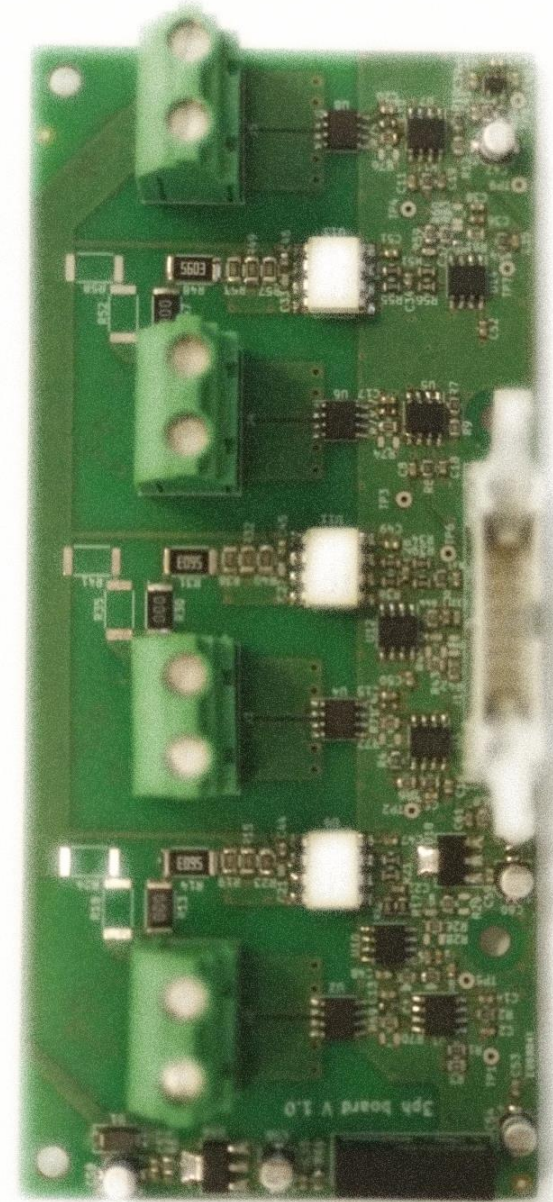
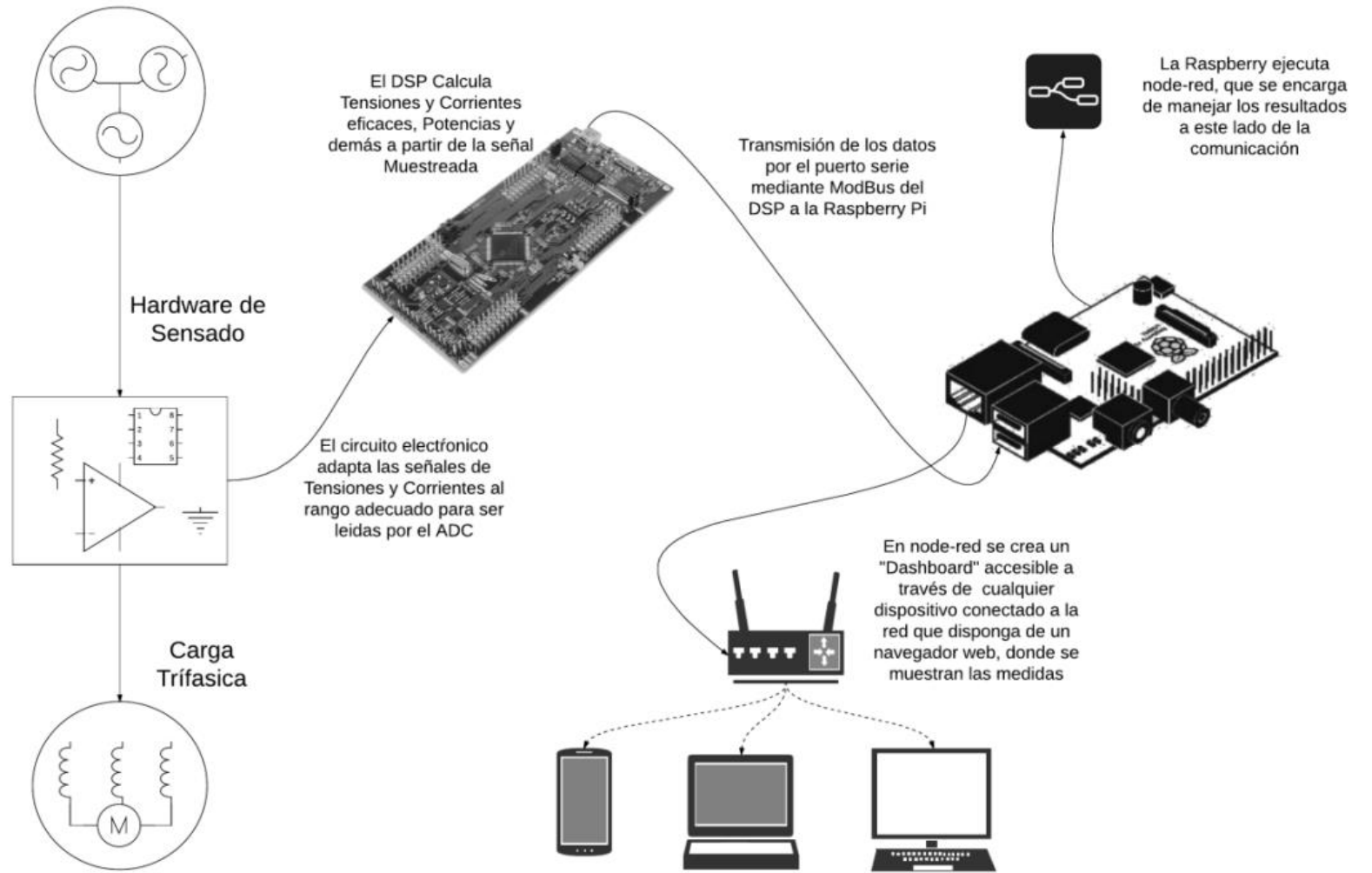


Diagrama general del sistema de medidas

¿Qué queremos medir?

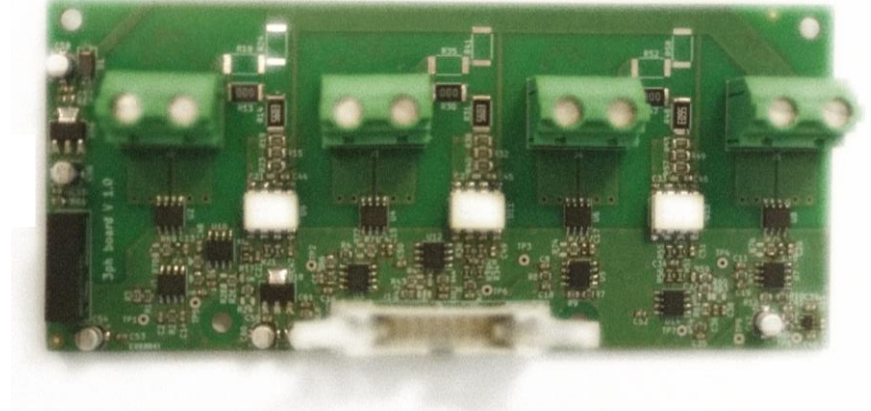
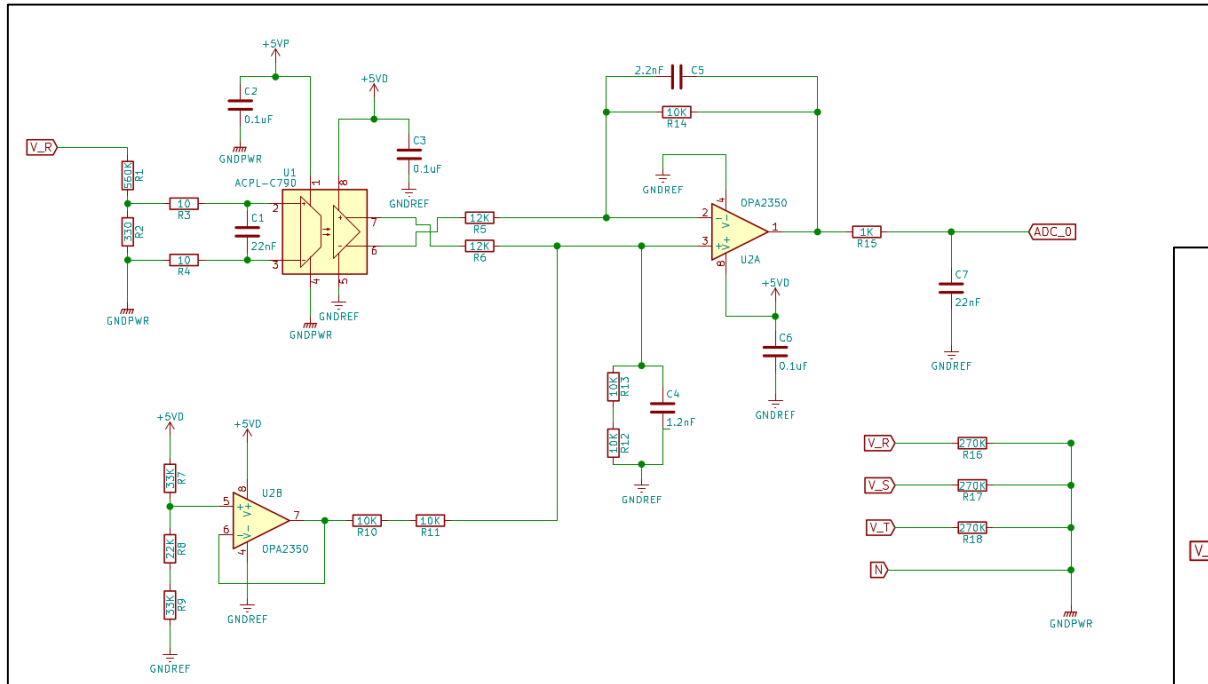
- ❑ Frecuencia de la red
- ❑ Tensiones y Corrientes: Valor eficaz y THD
- ❑ Potencias: Activa, Reactiva, Aparente y Factor de Potencia

Alimentación Trifásica

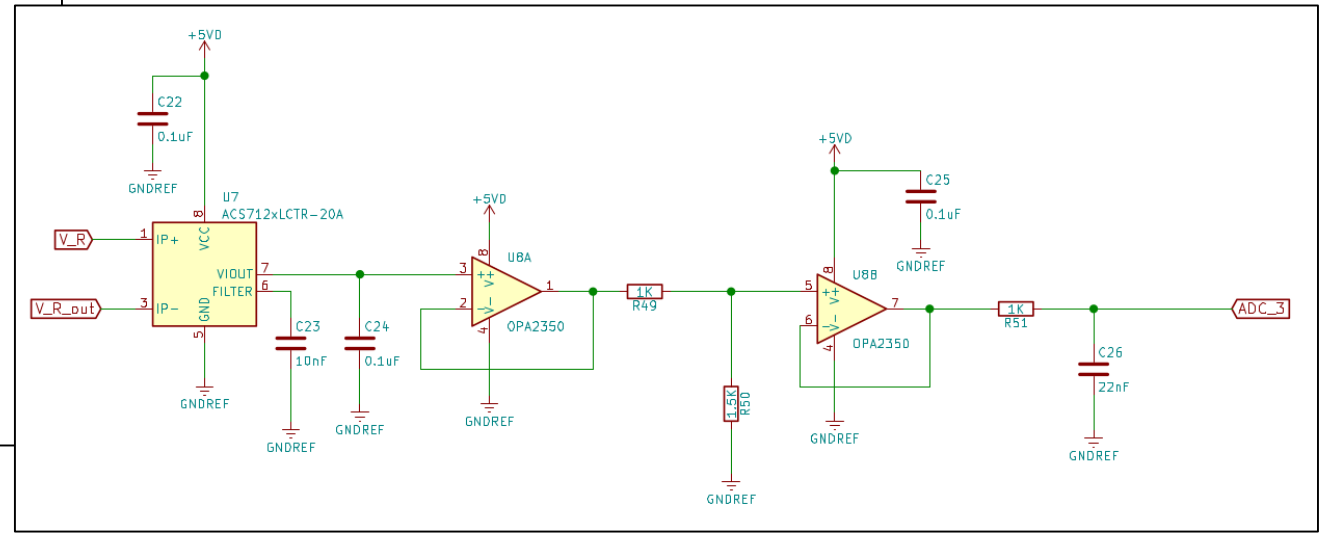


Hardware de sensado y acondicionamiento.

ACONDICIONAMIENTO DE LA TENSIÓN

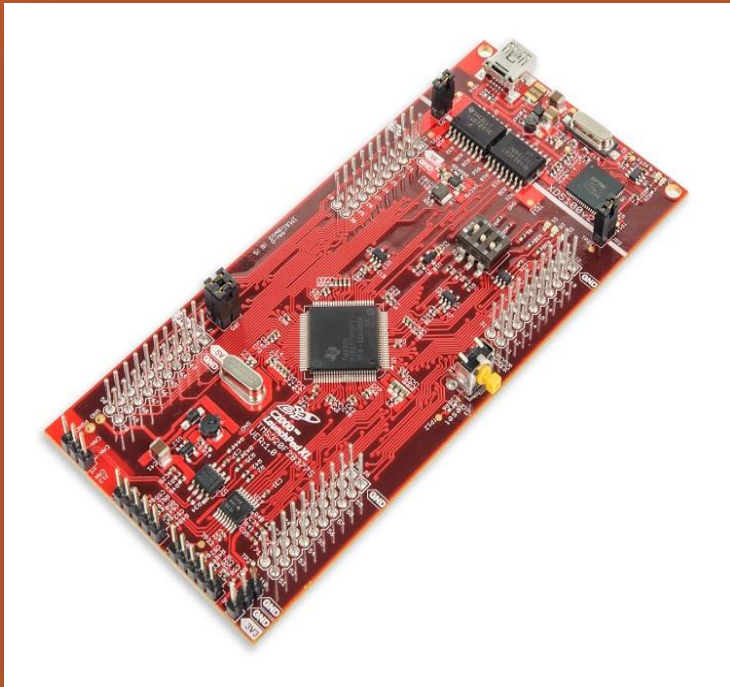


ACONDICIONAMIENTO DE LA CORRIENTE



Procesado Digital

C2000 Delfino MCUs
F28377S LaunchPad
Development Kit



TMS320F2837xS

Temperatures

105C

125C

Q100

Sensing

ADC1: 16-bit, 1.1-MSPS
12-bit, 3.5 MSPS

ADC2: 16-bit, 1.1-MSPS
12-bit, 3.5 MSPS

ADC3: 16-bit, 1.1-MSPS
12-bit, 3.5 MSPS

ADC4: 16-bit, 1.1-MSPS
12-bit, 3.5 MSPS

8x Windowed Comparators w/
Integrated 12-bit DAC

8x Sigma Delta Interface

Temperature Sensor

3x eQEP

6x eCAP

System Modules

3x 32-bit CPU Timers

NMI Watchdog Timer

192 Interrupt PIE

Processing

C28x™ CPU
200 MHz

FPU

TMU

VCU-II

CLA coprocessor
200 MHz

Floating-Point Math

6ch DMA

Memory

Up to 1 MB Flash +ECC

Up to 164 kB SRAM +parity

2x 128-bit Security Zones

Boot ROM

2x EMIF

Actuation

12x ePWM Modules (Type 4)
24x Outputs (16x High-Res)

Fault Trip Zones

3x 12-bit DAC

Connectivity

4x UART

2x I2C

3x SPI

2x McBSP

2x CAN 2.0

USB 2.0 OTG FS MAC & PHY

uPP

Power & Clocking

2x 10 MHz OSC

4-20 MHz Ext OSC Input

Debug

Real-time JTAG

Desarrollo del Software del sistema de medidas. Programación en C.

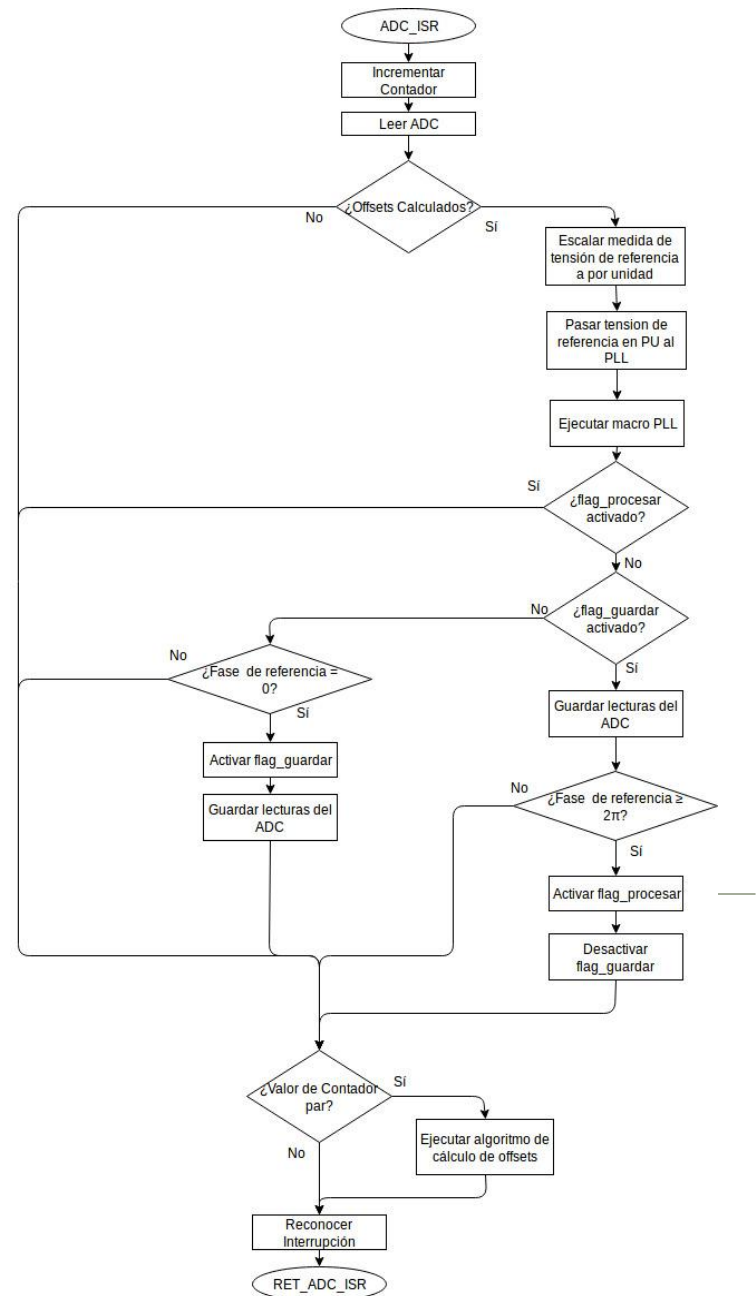
```
473
474
475 float unwrap_angle(float theta) {}
480
481 void startADC(void) {}
490 void startPWM(void) {}
497
498
499 //variable que indica que los offsets ya han sido calculados, al menos una vez para la ejecucion
500 unsigned int offsets_calculados=0;
501
502 //implementado asi para optimizar la ejecucion en la interrupcion del adc
503 unsigned long offset_ctr;
504
505 void calc_offset_async(void) {}
529
530 //esto al adc
531 inline void add_offset_sync(void) {}
545
546 float theta_min=0.0;
547 float theta_max =0.0;
548
549 //int n_muestras; //contador de muestra para almacenar un ciclo de red segun su frecuencia y la
550 float coefficient =1.0;
551 float thresholdvalue=0.0;
552 //esto ahora ya a 12800*2
553 static unsigned int del=0;
554 static float medida_tension_pll=0.0;
555 float sin_anterior;//para comparbar cuando pasa por 0 para arriba
556
557 float theta_offset=0.129433617F;//define
558 float theta_cero;
559 float theta_pi;
560
561 float V_ADC1_BUFF[1024];
562 int V_ADC2_BUFF[1024], V_ADC3_BUFF[1024];
563 unsigned int buffer_counter = 0;
564 float medida_tension_pll_max=0.0,medida_tension_pll_min=0.0;
565 float medida_tension_pll=0.0;
```

Console Output:

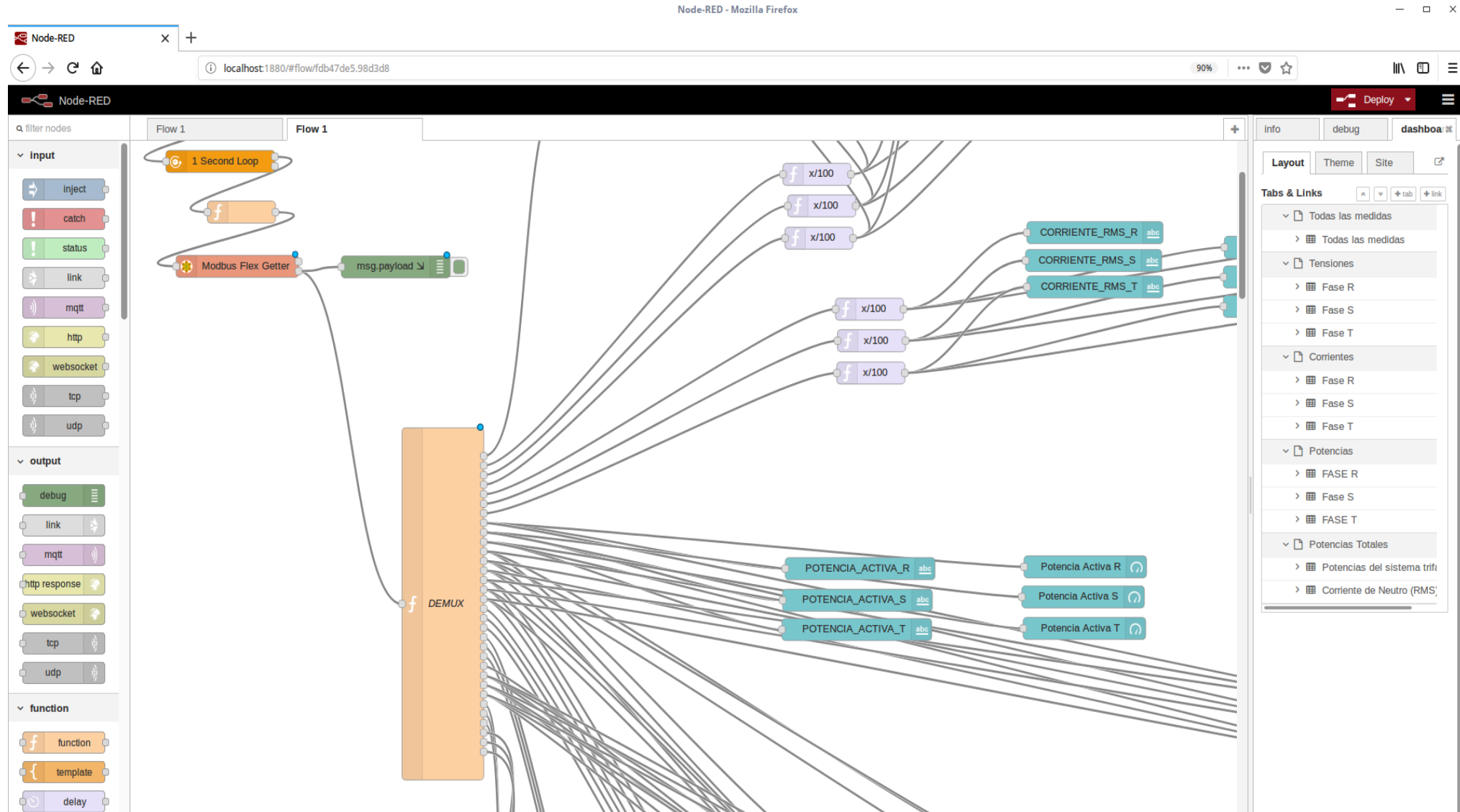
```
CDT Build Console (MEDIDAS)
./Source_Base_3775/F2837xS_sci_io_...
./Source_Base_3775/F2837xS_sdfm_d...
./Source_Base_3775/F2837xS_struct...
./Source_Base_3775/F2837xS_usDela...
./cmd/283775_FLASH_Ink.cmd
./cmd/F2837xS_Headers_nonBIOS.cm...
<Linking>
'Finished building target:
MEDIDAS.out'
```

Proble Output:

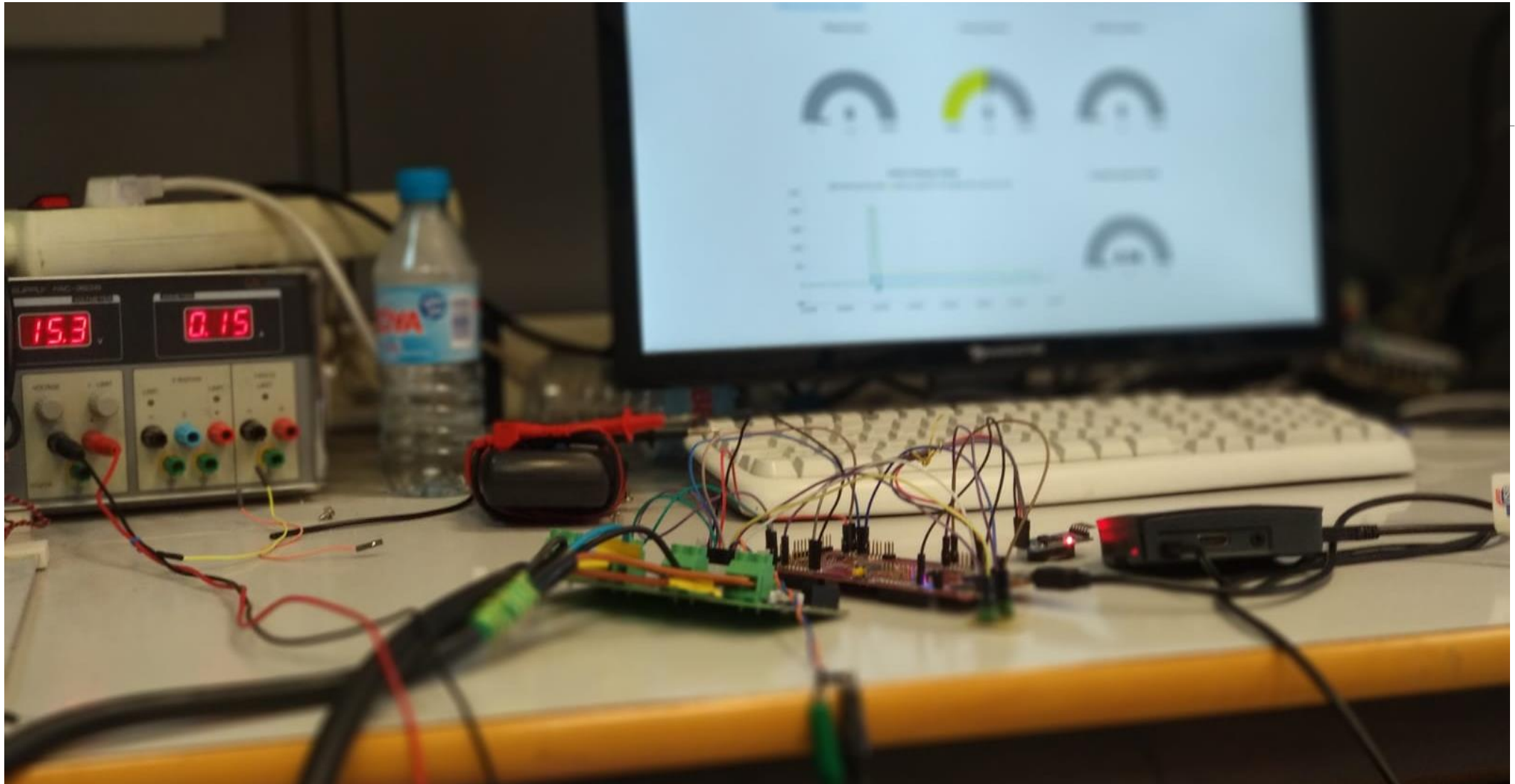
```
0 errors, 10 warnings, 0 others
Warnings (10 items)
#169-D argument of type "float" is incompatible with parameter of type "u...
#169-D argument of type "void (**)(STR_LIN_REGRES , unsigned int)" is inc...
#169-D argument of type "void (**)(STR_LIN_REGRES , unsigned int)" is inc...
#179-D variable "temp_float" was declared but never referenced
#303-D typedef name has already been declared (with same type)
#303-D typedef name has already been declared (with same type)
#48-D incompatible redefinition of macro "FMUESTREO" (declared at line 7...
#48-D incompatible redefinition of macro "PI" (declared at line 66 of "C:\Us...
#552-D variable "auxiliar" was set but never used
#9-D nested comment is not allowed
```



Programación visual en node-red. Raspberry Pi.

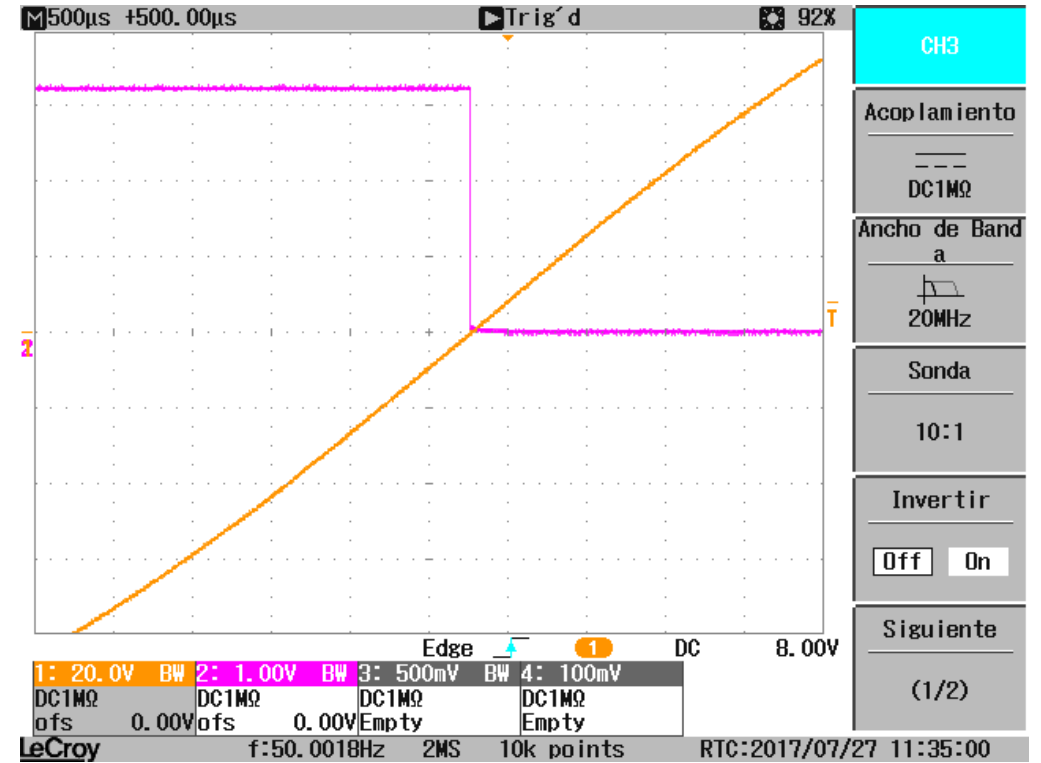
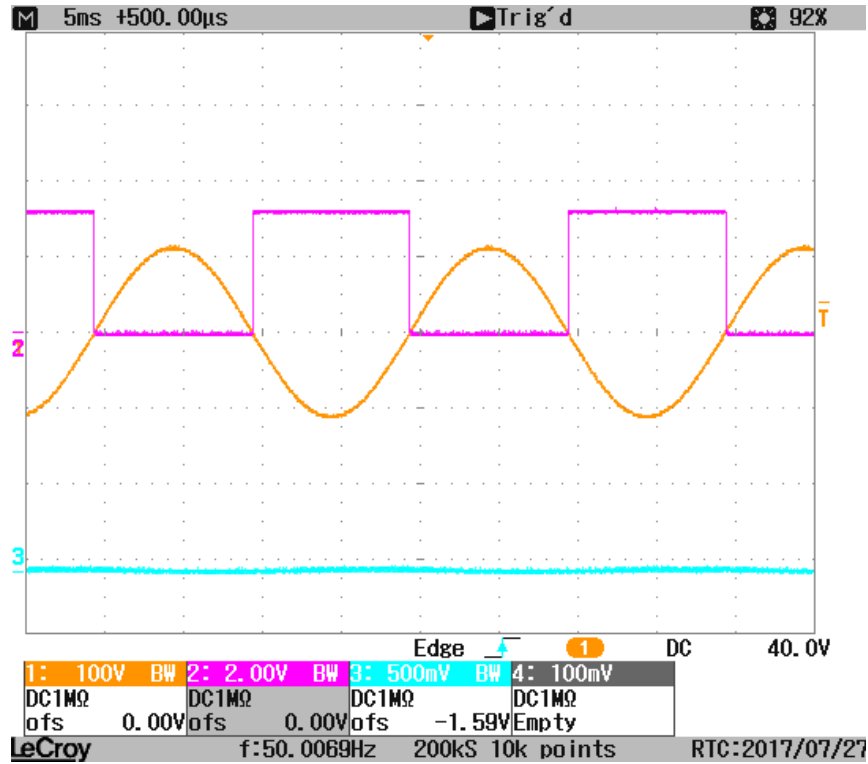


Montaje y resultados experimentales.

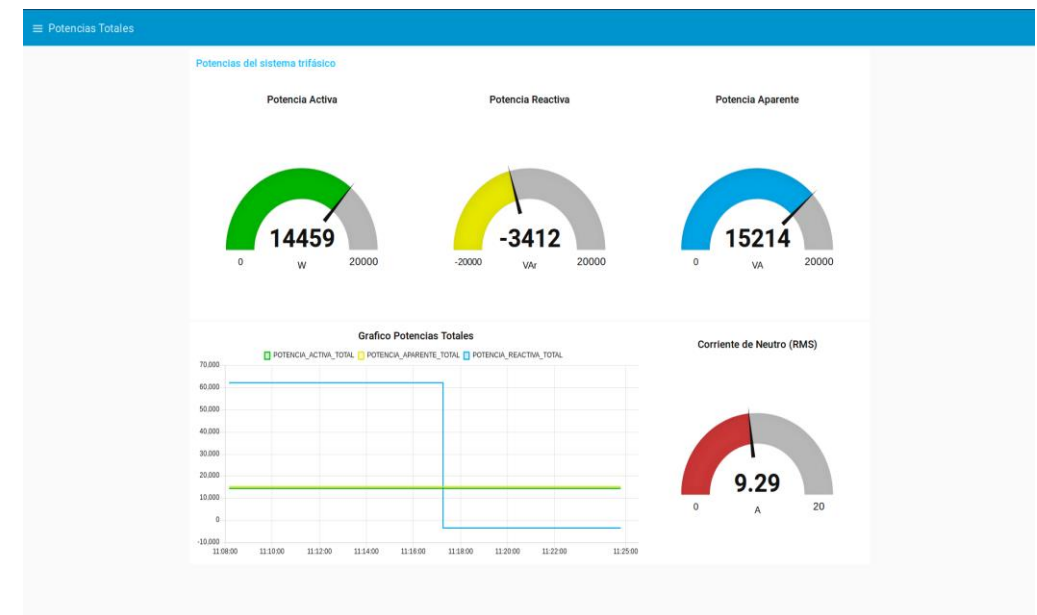
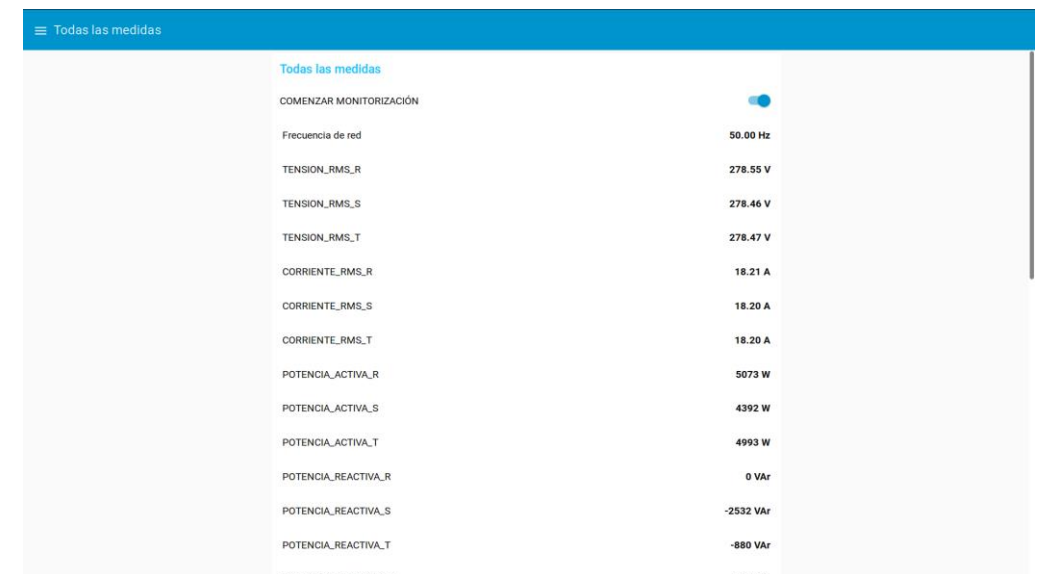


Resultados experimentales. Pruebas de sincronización con la red.

PLL software.



Sistema de monitorización.



Bibliografía :

- Texas Instruments - TMS320F2837xS Delfino Microcontrollers Technical Reference Manual
- José Carlos Alfonso Gil, “Contribución a la mejora de los sistemas de medida basados en el IEEE Std 1459-2000”, Tesis Doctoral, Universitat Politècnica de València, 2009.
- Miguel Sánchez Albiach, “Identificación y modelado del generador síncrono de imanes modelo inclin 3000 mediante simulación”, Trabajo de final de grado, Universitat Politècnica de València, 2016.

Líneas futuras:

Sincronización a redes de frecuencia variable (Generadores Eólicos) – SOGI FLL

Desarrollo de potencias según estándares más completos:

- IEEE 1459
- Teoría Unificadora (V. León)

Desarrollo de aplicativo sobre otros protocolos como MQTT

Presupuesto

Concepto	Importe IVA incl. (€)
Equipos	430,93
Personal	9576,87
Oficina	2420
Materiales	483,57
TOTAL	12911,37

TRABAJO FIN DE GRADO

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

**Sistema digital de medidas de potencia eléctrica mediante el
procesador DSC-28377S con interconexión a distancia**



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Alumno :
Alejandro Escribá Aparisi

Director :
Francisco José Gimeno Sales

Julio 2018