

Volumen III

Estudio económico y anexos

TRABAJO DE FINAL DE GRADO

“APLICACIÓN DE MONITORIZACIÓN ENERGÉTICA: DISEÑO DEL AISLAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ADQUISICIÓN”

TFG presentado para optar al título de GRADO en
INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y
AUTOMÁTICA

por **Juan Castañeda Lozano**

Barcelona, 11 de octubre de 2016

Tutor proyecto: Francisco Casellas Beneyto
Departamento de Ingeniería Electrónica (DEEL)
Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)

Volumen III: Estudio económico y anexos

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: Estudio económico.....	3
1.1. Costes de prototipos de prueba	4
1.1.1. Costes humanos de prototipos	4
1.1.2. Costes del material para los prototipos	5
1.2. Costes de los medidores	7
1.2.1. Costes humanos de los medidores.....	7
1.2.2. Costes del material para el medidor de tensión versión 1	9
1.2.3. Costes del material para el medidor de tensión versión 2	11
1.2.4. Costes del material para el medidor de tensión versión 3	13
1.2.5. Costes del material para el medidor de corriente versión 1	15
1.2.6. Costes del material para el medidor de corriente versión 2	17
1.2.7. Costes del material para el medidor de corriente versión 3	18
1.2.8. Costes del material para la interfaz	20
1.3. Otros costes.....	21
1.4. Coste total.....	23
CAPÍTULO 2: Anexos.....	25
2.1. Comparativa de componentes encontrados	26
2.1.1. Componentes encontrados para la medición de tensiones	27
2.1.2. Componentes encontrados para la medición de corrientes.....	29
2.1.3. Convertidores DC/DC encontrados	31
2.2. Tabla de valores para divisor de tensión	35
2.2.1. Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias....	37
2.2.2. Tabla de valores para divisor de tensión con cinco resistencias	41
2.3. Capturas de las mediciones vía LabVIEW	43
2.3.1. Medición con cargas monofásicas resistivas	43
2.3.2. Medición con una carga trifásica resistiva	47
2.4. Carátula para cajas de cuatro módulos.....	51
2.5. Información adjunta en el CD.....	53
2.6. Diagrama de Gantt	54

CAPÍTULO 1:

ESTUDIO ECONÓMICO

A continuación se mostrarán varios de los puntos analizados en el estudio económico del presente proyecto. En varios de los puntos a tratar se tendrá en cuenta el precio medio de cada hora destinada al estudio, diseño, fabricación y verificación de los prototipos, como del tiempo invertido en la elaboración de los documentos generados.

Para el precio de la hora se tomó como referencia varios aspectos: el sueldo anual de un ingeniero electrónico en España, los gastos de una empresa para el ingeniero y los días trabajados en el proyecto. Aspectos que permitirán aproximar de manera teórica los costes necesarios en la elaboración del presente proyecto.

Para ello se contrastaron varias ofertas de empleo en las que se pudo obtener como dato de referencia 32.000 €/año. A los que se les añade un 50% aproximado de los costes de la empresa para el ingeniero, $32.000 \times 1,5 = 48.000$ €/año. Se tomará como sueldo mensual el equivalente a 14 pagas, $48.000 \div 14 \approx 3.428,57$ €/mes.

Por otro lado, suponiendo una jornada laboral 8 horas (40 horas/semana) y la cantidad de semanas en un año, 52 semana/año, las horas anuales de trabajo serían $40 \times 52 = 2.080$ hora/año. No obstante, en el supuesto de 21 días de vacaciones al año y 14 días festivos, equivale a $(21 + 14) \times 8 = 280$ hora/año, el total de las horas efectivas de trabajo en un año serían $2.080 - 280 = \mathbf{1.800}$ hora/año. Y dividiendo este número entre 12 meses, se obtiene una aproximación de las horas de trabajo efectiva en un mes, en total: 150 hora/mes. Así pues, con este dato y el obtenido en el párrafo anterior, el coste de la hora sería aproximadamente $3.428,57 \div 150 \approx \mathbf{22,86}$ €/hora.

1.1. Costes de prototipos de prueba

Está vinculado a los circuitos de prueba para los componentes seleccionados, descritos en el capítulo 2 de la memoria técnica (volumen 1).

1.1.1. Costes humanos de prototipos

Tabla 1.1 Costes humanos relacionados con los circuitos de prueba para los componentes seleccionados

Precio hora [€/h]	22,86
-------------------	-------

Trabajo	Horas dedicadas	Precio del trabajo
Estudio económico y técnico de los componentes seleccionados.	15	342,90 €
Diseño de los prototipos de medida.	8	182,88 €
Fabricación de PCB siguiendo las especificaciones del capítulo 2 de la memoria técnica (Volumen 1)	2	45,72 €
Montaje de componentes	6	137,16 €
Verificación de funcionamiento de los prototipos y elaboración de documentos.	40	914,40 €
TOTAL	71	1.623,06 €

1.1.2. Costes del material para los prototipos

Tabla 1.2 Costes del material relacionado con los circuitos de prueba de los componentes seleccionados

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio subtotal
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	2	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,3980 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	10	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0200 €
Condensador SMD - 100pF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 9406115	0,003 €	0,0030 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,0630 €
DC-DC Converter - MEF1S0505SP3C - DC_DC_MEF1S0505SP3C -	1	Ref. Farnell 2400840	5,100 €	5,1000 €
DC-DC Converter - TMH0505S - DC_DC_TMH0505S -	1	Ref. Farnell 1007551	6,130 €	6,1300 €
Inductancia - - IN_SMD_SDR0302 -	1	Ref. Farnell 2212482	0,094 €	0,0940 €
Integrado - ACPL-C79B - IC_ACPL-C79x -	2	Ref. Farnell 2393235	8,830 €	17,6600 €
Integrado - ADuM5010 - DC_DC_ADuM5010 -	1	Ref. Farnell 2218480	3,530 €	3,5300 €
LED - VERDE - LE_1206 - 1206	2	Ref. Farnell 2062262	0,345 €	0,6900 €
PCB - - Fibra de vidrio para insolar	1	Ref. Onda Radio PFP21	6,425 €	6,4250 €
Resistencia SMD - 0.015R-1% - R_2512 - 3W-2512	4	Ref. Farnell 2079431	0,038 €	0,1520 €
Resistencia SMD - 10k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 2072517	0,001 €	0,0030 €
Resistencia SMD - 180k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 2059661	0,002 €	0,0060 €

Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	2	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,00020 €
Resistencia SMD - 220R-1% - R_1206 - 1/4W-1206	1	Ref. Farnell 2078997	0,002 €	0,00020 €
Resistencia SMD - 30,1k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	1	Ref. Farnell 1469798	0,002 €	0,00020 €
Sensor de corriente - CAS 25-NP - SC_CAS 25-NP -	1	Ref. Farnell 1961162	13,360 €	13,360 €
Sensor de corriente - CMS3025 - SC_CMS3025 -	1	Ref. Rs-Online 792-4183	29,580 €	29,580 €
TOTAL	39		83,2200 €	

1.2. Costes de los medidores

En esta apartado se muestran las listas de material de las tres versiones comentadas en el capítulo 4 de la memoria técnica (volumen 1), a efectos comparativos. No obstante, para el cálculo total se tomarán únicamente los precios de la versión 1 de cada medidor, ya que fueron los únicos que se fabricaron, se montaron y se probaron. Además, se mostrará la lista de material de la placa interfaz.

1.2.1. Costes humanos de los medidores

Tabla 1.3 Costes humanos relacionados con los circuitos para los medidores de tensión y corriente

Precio hora [€/h]	22,86
-------------------	-------

Trabajo	Horas dedicadas	Precio del trabajo
Estudio y adaptación de nuevas soluciones (eléctricas y mecánicas)	25	571,50 €
Diseño de las versiones generadas comentadas en el capítulo 4 de la memoria técnica (Volumen 1)	25	571,50 €
Diseño de interfaz y utilaje	12	274,32 €
Fabricación de PCB siguiendo las especificaciones del capítulo 2 de la memoria técnica (Volumen 1)	15	342,90 €
Montaje de componentes	10	228,60 €
Preparación de envolvente y cableados	7	160,02 €
Verificación de funcionamiento de los medidores y elaboración de documentos	50	1.143,00 €
TOTAL	144	3.291,84 €

1.2.2. Costes del material para el medidor de tensión versión 1

Tabla 1.4 Costes del material relacionado con el circuito para la medición de tensiones trifásicas versión 1

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	1	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,1990 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	8	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0160 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	5	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,3150 €
Condensador SMD - 470pF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 2332837RL	0,002 €	0,0060 €
Conector - - JT_RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPF_4_7.62_A - Hembra paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RDD04	1,537 €	1,5370 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPM_4_7.62_A - Macho paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RHD04	1,163 €	1,1630 €
DC-DC Converter - MEF1S0505SP3C - DC_DC_MEF1S0505SP3C -	1	Ref. Farnell 2400840	5,100 €	5,1000 €
Inductancia - 22uH/0,1A - IN_SMD_SDR0302 -	1	Ref. Farnell 2212482	0,094 €	0,0940 €
Integrado - ACPL-C79B - IC_ACPL-C79x -	1	Ref. Farnell 2393235	8,830 €	8,8300 €
Integrado - Si8920BC-IP - IC_Si8920BC-IP_DIP8_SMD -	1	Ref. Rs-Online 901-3976	2,640 €	2,6400 €

Integrado - TLP7820 - IC_TLP7820 -	1	Ref. Farnell 2524354	4,740 €	4,7400 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	2	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,5700 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	2	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0020 €
Resistencia SMD - 470k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	8	Ref. Farnell 2079019	0,002 €	0,0160 €
Resistencia SMD - 560R-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 1100185	0,002 €	0,0060 €
Resistencia SMD - 750k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	4	Ref. Farnell 1100267	0,002 €	0,0080 €
TOTAL	45			32,7880 €

1.2.3. Costes del material para el medidor de tensión versión 2

Tabla 1.5 Costes del material relacionado con el circuito para la medición de tensiones trifásicas versión 2

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	1	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,1990 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	8	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0160 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	5	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,3150 €
Condensador SMD - 470pF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 2332837RL	0,002 €	0,0060 €
Conector - - JT_RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPF_4_7.62_A - Hembra paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RDD04	1,537 €	1,5370 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPM_4_7.62_A - Macho paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RHD04	1,163 €	1,1630 €
DC-DC Converter - MEF1S0505SP3C - DC_DC_MEF1S0505SP3C -	1	Ref. Farnell 2400840	5,100 €	5,1000 €
Inductancia - 22uH/0,1A - IN_SMD_SDR0302 -	1	Ref. Farnell 2212482	0,094 €	0,0940 €
Integrado - TLP7820 - IC_TLP7820 -	3	Ref. Farnell 2524354	4,740 €	14,2200 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	2	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,5700 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	2	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0020 €

Resistencia SMD - 470k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	12	Ref. Farnell 2079019	0,002 €	0,0240 €
Resistencia SMD - 560R-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 1100185	0,002 €	0,0060 €
TOTAL	45		30,7980 €	

1.2.4. Costes del material para el medidor de tensión versión 3

Tabla 1.6 Costes del material relacionado con el circuito para la medición de tensiones trifásicas versión 3

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	1	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,1990 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	8	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0160 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	5	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,3150 €
Condensador SMD - 470pF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 2332837RL	0,002 €	0,0060 €
Conector - - JT_RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPF_4_7.62_A - Hembra paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RDD04	1,537 €	1,5370 €
Conector regleta enchufable - 4PINS - JR_CPM_4_7.62_A - Macho paso 7,62mm	1	Ref. Onda Radio RHD04	1,163 €	1,1630 €
DC-DC Converter - MEF1S0505SP3C - DC_DC_MEF1S0505SP3C -	1	Ref. Farnell 2400840	5,100 €	5,1000 €
Inductancia - 22uH/0,1A - IN_SMD_SDR0302 -	1	Ref. Farnell 2212482	0,094 €	0,0940 €
Integrado - Si8920BC-IP - IC_Si8920BC-IP_DIP8_SMD -	3	Ref. Rs-Online 901-3976	2,640 €	7,9200 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	2	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,5700 €

Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	2	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0020 €
Resistencia SMD - 560R-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 1100185	0,002 €	0,0060 €
Resistencia SMD - 750k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	12	Ref. Farnell 1100267	0,002 €	0,0240 €
TOTAL	45		24,4980 €	

1.2.5. Costes del material para el medidor de corriente versión 1

Tabla 1.7 Costes de material relacionado con el circuito para la medición de corrientes trifásicas versión 1

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	3	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,5970 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	10	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0200 €
Condensador SMD - 100pF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 9406115	0,003 €	0,0030 €
Condensador SMD - 10nF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 1327711	0,039 €	0,0390 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	5	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,3150 €
Condensador SMD - 3,3nF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 1740697RL	0,006 €	0,0180 €
Conector - - - JT_RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPF_2_5.08_A - Hembra paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RDC02	0,922 €	2,7660 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPM_2_5.08_A - Macho paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RHC02	0,823 €	2,4690 €
Integrado - ADuM6010 - DC_DC_ADuM6010 -	2	Ref. Farnell 2218480	4,260 €	8,5200 €
Integrado - Si8920BC-IP - IC_Si8920BC-IP_DIP8_SMD -	1	Ref. Rs-Online 901-3976	2,640 €	2,6400 €
Integrado - TLP7820 - IC_TLP7820 -	1	Ref. Farnell 2524354	4,740 €	4,7400 €

LED - VERDE - LE_3mm - 3mm		3	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,8550 €
Resistencia SMD - 0.015R-1% - R_2512 - 3W-2512		8	Ref. Farnell 2079431	0,038 €	0,3040 €
Resistencia SMD - 10k-1% - R_1206 - 1/4W-1206		3	Ref. Farnell 2072517	0,001 €	0,0030 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206		3	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0030 €
Resistencia SMD - 20R-1% - R_1206 - 1/4W-1206		4	Ref. Farnell 1100146	0,002 €	0,0080 €
Resistencia SMD - 30,1k-1% - R_1206 - 1/4W-1206		2	Ref. Farnell 1469798	0,002 €	0,0040 €
Sensor de corriente - CAS 15-NP - SC_CAS 15-NP -		1	Ref. Farnell 1961162	13,360 €	13,3600 €
TOTAL		58		30,8500 €	

1.2.6. Costes del material para el medidor de corriente versión 2

Tabla 1.8 Costes del material relacionado con el circuito para la medición de corrientes trifásicas versión 1

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	1	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,1990 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	4	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0080 €
Condensador SMD - 100pF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 9406115	0,003 €	0,0090 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	3	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,1890 €
Conector - - JT RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPF_2_5.08_A - Hembra paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RDC02	0,922 €	2,7660 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPM_2_5.08_A - Macho paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RHC02	0,823 €	2,4690 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	1	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,2850 €
Resistencia SMD - 10k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 2072517	0,001 €	0,0030 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	1	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0010 €
Sensor de corriente - CAS 15-NP - SC_CAS 15-NP -	3	Ref. Farnell 1961162	13,360 €	40,0800 €
TOTAL	27			53,5550 €

1.2.7. Costes del material para el medidor de corriente versión 3

Tabla 1.9 Costes del material relacionado con el circuito para la medición de corrientes trifásicas versión 1

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Caja - 35.0412000.BL - - 4 módulos de altura 32mm	1	Ref. Rs-Online 918-8935	7,260 €	7,2600 €
Condensador Electrolítico - 10uF/25V - CE_SMD_D4 - SMD-Diámetro 4mm	4	Ref. Farnell 9696962	0,199 €	0,7960 €
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	13	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0260 €
Condensador SMD - 10nF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 1327711	0,039 €	0,0390 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	6	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,3780 €
Condensador SMD - 3,3nF - CC_1206 - 1206	5	Ref. Farnell 1740697RL	0,006 €	0,0300 €
Conector - - JT_RJ45_A -	1	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	0,2860 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPF_2_5.08_A - Hembra paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RDC02	0,922 €	2,7660 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPM_2_5.08_A - Macho paso 5,08mm	3	Ref. Onda Radio RHC02	0,823 €	2,4690 €
Integrado - ADuM6010 - DC_DC_ADuM6010 -	3	Ref. Farnell 2218480	4,260 €	12,7800 €
Integrado - Si8920BC-IP - IC_Si8920BC-IP_DIP8_SMD -	3	Ref. Rs-Online 901-3976	2,640 €	7,9200 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	4	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	1,1400 €
Resistencia SMD - 0.015R-1% - R_2512 - 3W-2512	12	Ref. Farnell 2079431	0,038 €	0,4560 €

Resistencia SMD - 10k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 2072517	0,001 €	0,0030 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	4	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0040 €
Resistencia SMD - 20R-1% - R_1206 - 1/4W-1206	6	Ref. Farnell 1100146	0,002 €	0,0120 €
Resistencia SMD - 30,1k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	3	Ref. Farnell 1469798	0,002 €	0,0060 €
TOTAL	75			36,3710 €

1.2.8. Costes del material para la interfaz

Tabla 1.10 Costes del material relacionado con el circuito interfaz para la conexión de los medidores con la placa de adquisición

Producto	Cantidad	Referencias distribuidor	Coste de compra por unidad	Precio Subtotal
Condensador SMD - 100nF - CC_1206 - 1206	1	Ref. Farnell 2496944	0,002 €	0,0020 €
Condensador SMD - 2,2uF - CC_1206 - 1206	2	Ref. Farnell 1650715	0,063 €	0,1260 €
Conector - 8PINS - JT_RJ45_A - RJ45 Hembra	4	Ref. Farnell 2112501	0,286 €	1,1440 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPF_2_5.08_A - Hembra paso 5,08mm	1	Ref. Onda Radio RDC02	0,922 €	0,9220 €
Conector regleta enchufable - 2PINS - JR_CPM_2_5.08_A - Macho paso 5,08mm	1	Ref. Onda Radio RHC02	0,823 €	0,8230 €
Convertidor de corriente - - TFE_1P_1S_33x27.5 -	1	Ref. Farnell 1825773	10,760 €	10,7600 €
DC-DC Converter - TMH0505S - DC_DC_TMH0505S -	1	Ref. Farnell 1007551	6,130 €	6,1300 €
Inductancia - 22uH/0,1A - IN_SMD_SDR0302 -	1	Ref. Farnell 2212482	0,094 €	0,0940 €
LED - VERDE - LE_3mm - 3mm	1	Ref. Onda Radio WO1003V	0,285 €	0,2850 €
PCB - - Fibra de vidrio para insolar	1	Ref. Onda Radio PFP22	9,438 €	9,4380 €
Resistencia SMD - 2,7k-1% - R_1206 - 1/4W-1206	1	Ref. Farnell 2073428	0,001 €	0,0010 €
TOTAL	15			29,7250 €

1.3. Otros costes

Estos costes se asocian a factores que son independientes de los anteriores, como por ejemplo el uso de herramientas para la fabricación de los circuitos, la utilización de ordenadores, etc. Estos costes se detallan de la siguiente manera.

Tabla 1.11 Costes independientes de la fabricación de los circuitos

nº	Concepto	Precio hora €/h	Horas dedicadas	Subtotal concepto
1	Ordenador utilizado para diseño, investigación y redacción	0,1667	600	100,0200 €
2	Instrumentos y herramientas de trabajo (Osciloscopio, generador de funciones, estación de soldadura, taladro eléctrico, brocas, sondas de osciloscopio, cables BNC, cables banana-cocodrilo, alicates, destornillar, etc.)	0,5556	300	166,6800 €
3	Material de trabajo (Estaño, Flux, líquidos para revelado y atacado de circuitos impresos, etc.)			50,0000 €
4	Servicios (Luz e Internet)			386,6668 €
5	Material e impresión de los documentos redactados			100,0000 €
6	Licencias anuales software (Diseño PCB, Orcad, LabVIEW, etc.)	1,484	600	890,4000 €
TOTAL:				1693,7668 €

- Concepto 1: Se ha tomado un precio de referencia para un ordenador, alrededor de 1500 € con una garantía de 5 años. Por lo que, tomando como referencia las horas efectivas de trabajo comentadas al inicio de este capítulo, 1800 €/año, el precio por hora de la utilización de los ordenadores será aproximadamente: $1500 \div 5 \div 1800 \approx 0,1667 \text{ €/h}$.
- Concepto 2: Se ha tomado en conjunto un precio aproximado de referencia de 2000 € con una garantía de 2 años. Por tanto, con las valor de 1800 €/h para las horas efectivas el precio por hora de los instrumentos y herramientas sería aproximadamente: $2000 \div 2 \div 1800 \approx 0,5556 \text{ €/h}$.

- Concepto 3: Se ha aproximado el coste de todos los materiales que se pudieron utilizar en la fabricación y montaje de los circuitos impresos.
- Concepto 4: Se ha aproximado para cuatro meses de trabajo (un cuatrimestre). Se toma una tarifa anual de 800 €/año, el precio mensual sería aproximado: $800 \div 12 = 66,6667$ €. Con este dato para 4 meses sería: $66,6667 \cdot 4 = 266,6668$ €. Para el caso del servicio de Internet, se ha tomado una tarifa mensual de 30 €/mes, por lo que, para 4 meses: $30 \cdot 4 = 120$ €. En total el concepto 4 es: 386,6668 €.
- Concepto 5: Es el coste aproximado y presupuestado para un trabajo de entre 100 y 150 páginas. También se añade el material necesario para archivarlo.
- Concepto 6: Se ha calculado en base a varios precios de licencias de referencia, alrededor de 13.000 €/año en total. Por lo que, el precio de las licencias por hora sería aproximadamente: $13.000 \div 365 \div 24 \approx 1,4840$ €/h.

Para los concepto 1, 2 y 6, las horas dedicadas se han aproximado en base a las horas previstas para el proyecto, es decir, 600 horas. Este último dato correspondiente a los 24 ECTS (Sistema europeo de transferencia y acumulación de créditos), de un trabajo final de grado.

1.4. Coste total

En el cálculo total de los costes no se tienen en cuenta los costes de los medidores de tensión y corriente de las versiones 2 y 3, ya que no fueron fabricados.

Tabla 1.12 Coste total del proyecto

nº	Concepto	Subtotal concepto
1	Costes humanos relacionados con los circuitos de prueba para los componentes seleccionados	1.623,0600 €
2	Costes del material relacionado con los circuitos de prueba de los componentes seleccionados	83,2200 €
3	Costes humanos relacionados con los circuitos para los medidores de tensión y corriente	3.291,8400 €
4	Costes del material relacionado con el circuito para la medición de tensiones trifásicas versión 1	32,7880 €
5	Costes de material relacionado con el circuito para la medición de corrientes trifásicas versión 1	30,8500 €
6	Costes del material relacionado con el circuito interfaz para la conexión de los medidores con la placa de adquisición	29,7250 €
7	Costes independientes de la fabricación de los circuitos	1.693,7668 €
TOTAL:		6.785,2498 €

Por tanto, el coste que representa la realización del proyecto es de: **6.785,25 €.** Coste que recae principalmente en el tiempo dedicado al estudio, diseño, fabricación de los medidores de tensión y corriente versión 1, y todo lo relacionado con la puesta en marcha y testeo de los medidores con los instrumentos de adquisición.

1.4.1. Comparativa de versiones 2 y 3

En relación al coste del material relacionado con los circuitos para la medición de tensiones y corrientes, de las versiones 2 y 3 se destaca lo siguiente:

- *El medidor de tensión que implementa la solución con los amplificadores de aislamiento del fabricante TOSHIBA, el TLP7820, tiene un coste de **30,80 €.** Por otro lado, la solución del amplificador del fabricante SILICION, el Si8920BC-IP, tiene un coste de **24,50 €.***

- *El medidor de corriente que implementa la solución con los sensores de corriente del fabricante LEM, el CAS 15-NP, tiene un coste de **53,56 €**. No obstante, la solución con amplificadores de aislamiento Si8920BC-IP y resistencias SHUNT tiene un coste de **36,38 €**.*

En vista de los resultados, la mejor opción para los dos casos es la utilización del amplificador de aislamiento Si8920BC-IP, aparte de ofrecer un mayor ancho de banda que las otras soluciones.

CAPÍTULO 2:

ANEXOS

En esta capítulo se añadirán diversos anexos que son de utilidad para el presente proyecto fin de grado.

2.1. Comparativa de componentes encontrados

A continuación se muestran varios de los componentes encontrados, los cuales se comparan para permitir una mejor selección. Los criterios de búsqueda para estos componentes se especifican en el capítulo 3 de memoria técnica, vol. 1.

En la columna "Modelo" de las siguientes tablas, se pone en paréntesis el nombre que recibe el PDF que se adjunta en el CD en la carpeta de: ANEXOS ADICIONALES - _COMPONENTES ENCONTRADOS.

2.1.1. Componentes encontrados para la medición de tensiones

Tabla 2.13 Comparativa de los componentes encontrados para la medición de tensiones con aislamiento galvánico

MODELO	FABRI-CANTE	ANCHO DE BANDA (-3 dB)	AIsla-miento	PRESI-CIÓN	REFERENCIAS	PRECIO
ACPL-C79B (05 - ACPL-C79.pdf)	Avago Technologies	Mín. 140 kHz Typ. 200 kHz	5 kVrms / 1min	±0.5%	Rs-Online: <u>714-0206</u> Farnell: <u>2393235</u> Mouser: <u>ACPL-C79B-000E</u> Digikey: <u>516-2156-5-ND</u>	8,01 €/u 8,83 €/u 8,05 €/u 6,08 €/u
ADuM3190TRQZ (06 - ADuM3190.pdf)	Analog Devices	Mín. 250 kHz Typ. 400 kHz	2,5 kVrms / 1min	Typ. 0.5% Máx. 1%	Rs-Online: <u>796-8745</u> Farnell: <u>2293508</u> Mouser: <u>584-ADUM3190TRQZ</u> Digikey: <u>ADUM3190TRQZ-ND</u>	2,22 €/u 3,18 €/u 2,82 €/u 2,41 €/u
ADuM4190TRIZ (22 - ADuM4190.pdf)	Analog Devices	Mín. 250 kHz Typ. 400 kHz	5 kVrms / 1min	Typ. 0.5% Máx. 1%	Rs-Online: <u>796-8742</u> Farnell: <u>2293513</u> Mouser: <u>584-ADUM4190SRIZ</u> Digikey: <u>ADUM4190TRIZ-ND</u>	3,17 €/u 3,57 €/u 2,99 €/u 3,08 €/u

LV 25-P (07 - lv_25-p.pdf)	LEM	Typ. <20 kHz	-	±0.9%	Rs-Online: No disponible Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: No disponible	-
Si8920BC-IP (24 - Si8920-766188.pdf)	Silicon Labs	Typ. 750 kHz	3,75 kVrms / 1min	±0.5%	Rs-Online: <u>901-3976</u> Farnell: no disponible. Mouser: <u>634-SI8920BC-IP</u> Digikey: <u>336-3329-5-ND</u>	2,64 €/u - 3,55 €/u 2,58 €/u
TLP7820 (25 - TLP7820.pdf)	Toshiba	Typ. 230 kHz	5 kVrms / 1min	±0.5%	Rs-Online: no disponible. Farnell: <u>2524354</u> Mouser: <u>757-TLP7820TLE</u> Digikey: <u>TLP7820(TLECT-ND</u>	- 4,74 €/u 3,30 €/u 3,76 €/u

En esta tabla, los componentes de ADUM3190TRQZ y ADUM4190TRIZ son amplificadores de error y no de aislamiento. Cuestión que se encontró una vez se analizaron sus datasheet. Los motores de búsqueda de los diferentes distribuidores, ofrecen resultados que pueden llevar a confusiones e interpretaciones no deseadas. Este error fue el que permitió encontrar más adelante uno convertidor DC/DC en formato SMD y mucho más económico, el cual mostrará más adelante. Además, puede suministrar una corriente y una tensión que se ajusta mejor a los amplificadores de aislamiento.

2.1.2. Componentes encontrados para la medición de corrientes

Tabla 2.14 Comparativa de los componentes encontrados para la medición de corrientes de hasta 25 A en alterna o continua, con aislamiento galvánico

MODELO	FABRICANTE	ANCHO DE BANDA (-3 dB)	PRESIÓN	REFERENCIAS	PRECIO
ADuM3190TRQZ + Shunt a escoger (06 - ADuM3190.pdf)	Analog Devices	Mín. 250 kHz Typ. 400 kHz	Typ. 0.5% Máx. 1%	Rs-Online: <u>796-8745</u> Farnell: <u>2293508</u> Mouser: <u>ADUM3190TRQZ</u> Digikey: <u>ADUM3190TRQZ-ND</u>	2,22 €/u 3,18 €/u 2,82 €/u 2,41 €/u
CAS 25-NP (08 - cas series.pdf) Tecnología hall	LEM	Mín. 300 kHz	±0.8%	Rs-Online: <u>666-8185</u> Farnell: <u>1961162</u> Mouser: No disponible Digikey: <u>398-1089-5-ND</u>	14,02 €/u 13,36 €/u -
HO 25-NPPR (09 - HLSR_HO_Series_web.pdf) Tecnología hall	LEM	Mín. 200 kHz Máx. 600 kHz	Typ. 1% Máx. 3.8%	Rs-Online: No disponible Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: No disponible	- - -

LAX 100-NP (10 - lax 100-np e.pdf) Tecnología hall	LEM	Typ. >300 kHz	±0.9%	Rs-Online: <u>497-401</u> Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: <u>398-1024-5-ND</u>	18,93 €/u -
CFS1000 (11 - Sensitec_CFS1000_DSE_01.pdf) Tecnología magnetoresistencia	Sensitec	Mín. 400 kHz Máx. 500 kHz	-	Rs-Online: No disponible Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: No disponible	- - - -
CDS4025ABC-KA (12 - SENSITEC_CDS4025_DSE_08.pdf) Tecnología magnetoresistencia	Sensitec	Mín. 200 kHz Máx. 400 kHz (Según datasheet es a -1 dB)	Typ. 0.8% Máx. 1.3%	Rs-Online: <u>763-9778</u> Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: No disponible	20,96 €/u -
CMS3025ABA-KA (13 - SENSITEC_CMS3025_DSE_03.pdf) Tecnología magnetoresistencia	Sensitec	Mín. 2 MHz	Typ. 0.6% Máx. 0.8%	Rs-Online: <u>792-4183</u> Farnell: No disponible Mouser: No disponible Digikey: No disponible	29,58 €/u -

2.1.3. Convertidores DC/DC encontrados

Tabla 2.15 Comparativa de los convertidores DC/DC encontrados para las mediciones con aislamiento galvánico

MODELO	FABRICANTE	TENSIÓN SALIDA		CORRIENTE SALIDA	AISLAMIENTO	REFERENCIAS	PRECIO
		IN	OUT				
R0.25S-1212 (16 - R0.25S_D.pdf) SMD	Recom Power	12 V	12 V	21 mA	1 kVDC / 1s 500 VAC / 1min	Rs-Online: <u>843-9649</u> Farnell: No disponible Mouser: <u>919-R0.25S-1212</u> Digikey: <u>R0.25S-1212-R-ND</u>	9,98 €/u - 7,98 €/u 6,47 €/u
R0.25S-0505 (16 - R0.25S_D.pdf) SMD	Recom Power	5 V	5 V	50 mA	1 kVDC / 1s 500 VAC / 1min	Rs-Online: <u>739-8171</u> Farnell: <u>1903027</u> Mouser: <u>919-R0.25S-0505</u> Digikey: <u>945-1385-5-ND</u>	9,98 €/u 8,03 €/u 7,98 €/u 7,74 €/u
R0.25S-0505/H (16 - R0.25S_D.pdf) SMD	Recom Power	5 V	5 V	50 mA	3 kVDC / 1s 1,5 kVAC / 1min	Rs-Online: No disponible Farnell: No disponible Mouser: <u>919-R0.25S-0505/H</u> Digikey: <u>R0.25S-0505/H</u>	- - 7,98 €/u 7,74 €/u

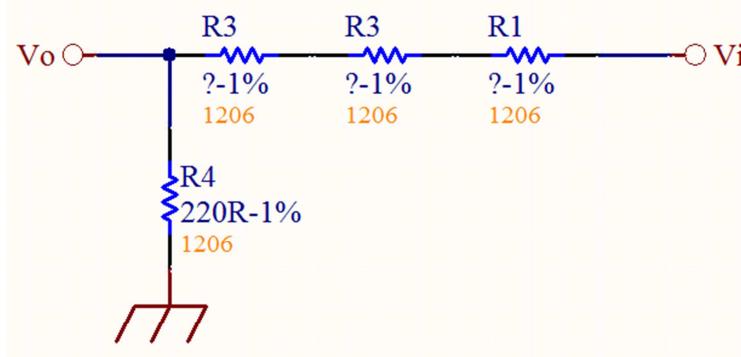
ISK1212A (17 - SF_ISK.pdf) SMD	XP Power	12 V	12 V	27 mA	1,5 kVDC / no hay datos de tiempo	Rs-Online: No disponible Farnell: <u>2475973</u> Mouser: No disponible Digikey: <u>1470-2804-5-ND</u>	- 6,91 €/u -
ADuM5010 (18 - ADuM5010.pdf) SMD	Analog Devices	3 - 5 V	3 - 5 V	10 - 30 mA	2,5 kVrms / 1min	Rs-Online: <u>786-3384</u> Farnell: <u>2218480</u> Mouser: <u>584-ADUM5010ARSZ</u> Digikey: ADUM5010ARSZ-ND	3,53 €/u 3,53 €/u 3,53 €/u 3,43 €/u
ADuM6010 (19 - ADuM6010.pdf) SMD	Analog Devices	3 - 5 V	3 - 5 V	10 - 30 mA	3,5 kVrms / 1min	Rs-Online: <u>786-3388</u> Farnell: <u>2218485</u> Mouser: <u>ADUM6010ARSZ</u> Digikey: ADUM6010ARSZ-ND	4,26 €/u 4,26 €/u 5,10 €/u 4,97 €/u
RM-1212S (20 - RM-225926.pdf) Convencional	Recom Power	12 V	12 V	21 mA	1 kVDC / 1s 500 VAC / 1min	Rs-Online: <u>672-8729</u> Farnell: <u>1793302</u> Mouser: <u>945-1209-ND</u> Digikey: <u>919-RM-1212S</u>	5,75 €/u 4,86 €/u 4,73 €/u 4,85 €/u
TMH0505S (21 - DC-DC Converter TRACO TMH.pdf) Convencional	Traco Power	5 V	5 V	400 mA	1 kVDC / 1min	Rs-Online: <u>311-4708</u> Farnell: <u>1007551</u> Mouser: <u>495-TMH-0505S</u> Digikey: No disponible	6,32 €/u 6,01 €/u 6,84 €/u - €/u

MEF1S0505SP3C (26 - MEF1 Series.pdf) NoSMD	Murata Power	5 V	5 V	200 mA	3,5 kVDC/ 1min	Rs-Online: <u>829-4742</u> Farnell: <u>2400840</u> Mouser: <u>MEF1S0505SP3C</u> Digikey: <u>811-2928-5-ND</u>	5,10 €/u 5,10 €/u 5,05 €/u 4,91 €/u
--	--------------	-----	-----	--------	-------------------	---	--

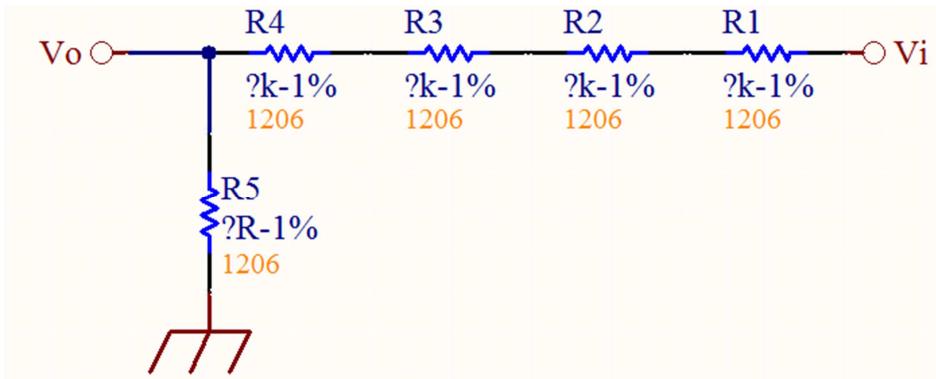
2.2. Tabla de valores para divisor de tensión

En el capítulo 4 de la memoria técnica (volumen 1), se menciona la utilización de hojas de cálculo para obtener el valor apropiado en las resistencias que sirven en medición de tensiones trifásicas con amplificadores de aislamiento. En esta aparto de se muestran los resultados de esas hojas de cálculo a modo de tablas de valores.

Antes de decidirse la utilización de cinco resistencias para los divisores de tensión, se calculó la posibilidad de cuatro. No obstante, en los resultados se observó que la potencia de disipación, y las tensiones que debían de soportar eran muy altas. A continuación se muestran las tablas para cuatro resistencias y para cinco resistencias. Cada tabla se referirá a los componentes de los siguientes esquemas:



(a)



(b)

Figura 2.1. Esquemas para el cálculo de las resistencias para el divisor de tensión. Todas las resistencias son del formato 1206 (tensión de trabajo 200 V, sobretensión máxima 500 V y disipación máxima 250 mW). (a) Divisor con 4 resistencias. (b) Divisor con 5 resistencias.

2.2.1. Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias

Tabla 2.16 Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias. Valor para $R4 = 180 \Omega$

R4 [Ω]	180	V _i [V]	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
--------------------	-----	--------------------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

R1,2,3 [k Ω]	V _o [mV]																				
130	23	46	69	92	115	138	161	185	208	231	254	277	300	323	346	369	392	415	438	461	485
150	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	421
160	19	37	56	75	94	112	131	150	169	187	206	225	244	262	281	300	319	337	356	375	394
180	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250	267	283	300	317	333	351
200	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255	270	285	300	316
220	14	27	41	55	68	82	95	109	123	136	150	164	177	191	204	218	232	245	259	273	290
240	12	25	37	50	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225	237	250	263
270	11	22	33	44	56	67	78	89	100	111	122	133	144	156	167	178	189	200	211	222	234
300	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210

Tabla 2.17 Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias. Valor para $R4 = 200 \Omega$

$R4$ [Ω]	200	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
----------------------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

$R1,2,3$ [$k\Omega$]	V_o [mV]																				
130	26	51	77	103	128	154	179	205	231	256	282	308	333	359	384	410	436	461	487	513	855
150	22	44	67	89	111	133	155	178	200	222	244	267	289	311	333	355	378	400	422	444	741
160	21	42	62	83	104	125	146	167	187	208	229	250	271	292	312	333	354	375	396	416	694
180	19	37	56	74	93	111	130	148	167	185	204	222	241	259	278	296	315	333	352	370	617
200	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250	267	283	300	317	333	556
220	15	30	45	61	76	91	106	121	136	151	167	182	197	212	227	242	257	273	288	303	505
240	14	28	42	56	69	83	97	111	125	139	153	167	181	194	208	222	236	250	264	278	463
270	12	25	37	49	62	74	86	99	111	123	136	148	160	173	185	197	210	222	235	247	412
300	11	22	33	44	56	67	78	89	100	111	122	133	144	156	167	178	189	200	211	222	370
390	9	17	26	34	43	51	60	68	77	85	94	103	111	120	128	137	145	154	162	171	285

Tabla 2.18 Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias. Valor para $R4 = 220 \Omega$

R4 [Ω]	220	Vi [V]	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
R1,2,3 [kΩ]	V _o [mV]	Potencia por resistencia a 1000 V [mW]																				
130	28	56	85	113	141	169	197	226	254	282	310	338	366	395	423	451	479	507	536	564	595	
150	24	49	73	98	122	147	171	195	220	244	269	293	318	342	366	391	415	440	464	489	514	541
160	23	46	69	92	115	137	160	183	206	229	252	275	298	321	344	366	389	412	435	458	481	504
180	20	41	61	81	102	122	143	163	183	204	224	244	265	285	305	326	346	367	387	407	427	447
200	18	37	55	73	92	110	128	147	165	183	202	220	238	257	275	293	312	330	348	367	386	405
220	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250	267	283	300	317	333	350	367
240	15	31	46	61	76	92	107	122	137	153	168	183	199	214	229	244	260	275	290	305	320	335
270	14	27	41	54	68	81	95	109	122	136	149	163	176	190	204	217	231	244	258	272	287	302
300	12	24	37	49	61	73	86	98	110	122	134	147	159	171	183	196	208	220	232	244	256	270
390	9	19	28	38	47	56	66	75	85	94	103	113	122	132	141	150	160	169	179	188	205	225

Tabla 2.19 Tabla de valores para divisor de tensión con cuatro resistencias. Valor para $R4 = 560 \Omega$

R4 [Ω]	560	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
Vi [V]																					

R1,2,3 [kΩ]	V _o [mV]	Potencia por resistencia a 1000 V [mW]																			
130	72	143	215	287	358	430	502	574	645	717	789	860	932	1004	1075	1147	1219	1290	1362	1434	855
150	62	124	186	249	311	373	435	497	559	621	684	746	808	870	932	994	1056	1119	1181	1243	741
160	58	117	175	233	291	350	408	466	524	583	641	699	757	816	874	932	991	1049	1107	1165	694
180	52	104	155	207	259	311	363	414	466	518	570	622	673	725	777	829	881	932	984	1036	617
200	47	93	140	186	233	280	326	373	420	466	513	559	606	653	699	746	793	839	886	932	556
220	42	85	127	170	212	254	297	339	381	424	466	509	551	593	636	678	721	763	805	848	505
240	39	78	117	155	194	233	272	311	350	389	427	466	505	544	583	622	661	699	738	777	463
270	35	69	104	138	173	207	242	276	311	345	380	415	449	484	518	553	587	622	656	691	412
300	31	62	93	124	155	187	218	249	280	311	342	373	404	435	466	497	529	560	591	622	370
390	24	48	72	96	120	144	167	191	215	239	263	287	311	335	359	383	407	431	454	478	285
430	22	43	65	87	108	130	152	174	195	217	239	260	282	304	325	347	369	391	412	434	258
470	20	40	60	79	99	119	139	159	179	199	218	238	258	278	298	318	337	357	377	397	236
510	18	37	55	73	91	110	128	146	165	183	201	220	238	256	274	293	311	329	348	366	218
560	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250	267	283	300	317	333	198
620	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	166	181	196	211	226	241	256	271	286	301	179
680	14	27	41	55	69	82	96	110	123	137	151	165	178	192	206	220	233	247	261	274	163
750	12	25	37	50	62	75	87	100	112	124	137	149	162	174	187	199	212	224	236	249	148
820	11	23	34	46	57	68	80	91	102	114	125	137	148	159	171	182	193	205	216	228	136
910	10	21	31	41	51	62	72	82	92	103	113	123	133	144	154	164	174	185	195	205	122

2.2.2. Tabla de valores para divisor de tensión con cinco resistencias

Tabla 2.20 Tabla de valores para divisor de tensión con cinco resistencias. Valor para $R_5 = 560 \Omega$

R5 [Ω]	560	Vi [V]	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
--------	-----	--------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

R1,2,3,4 [kΩ]	V _o [mV]	Potencia por resistencia a 1000 V [mW]																			
160	44	87	131	175	219	262	306	350	393	437	481	525	568	612	656	699	743	787	831	874	391
180	39	78	117	155	194	233	272	311	350	389	427	466	505	544	583	622	661	699	738	777	347
200	35	70	105	140	175	210	245	280	315	350	385	420	455	490	525	560	595	630	665	700	313
220	32	64	95	127	159	191	223	254	286	318	350	382	413	445	477	509	541	572	604	636	284
240	29	58	87	117	146	175	204	233	262	291	321	350	379	408	437	466	496	525	554	583	260
270	26	52	78	104	130	155	181	207	233	259	285	311	337	363	389	415	441	466	492	518	231
300	23	47	70	93	117	140	163	187	210	233	257	280	303	327	350	373	396	420	443	466	208
390	18	36	54	72	90	108	126	144	161	179	197	215	233	251	269	287	305	323	341	359	160
430	16	33	49	65	81	98	114	130	146	163	179	195	212	228	244	260	277	293	309	325	145
470	15	30	45	60	74	89	104	119	134	149	164	179	194	208	223	238	253	268	283	298	133
510	14	27	41	55	69	82	96	110	123	137	151	165	178	192	206	220	233	247	261	274	123
560	12	25	37	50	62	75	87	100	112	125	137	150	162	175	187	200	212	225	237	250	112
620	11	23	34	45	56	68	79	90	102	113	124	135	147	158	169	181	192	203	214	226	101
680	10	21	31	41	51	62	72	82	93	103	113	124	134	144	154	165	175	185	196	206	92
750	9	19	28	37	47	56	65	75	84	93	103	112	121	131	140	149	159	168	177	187	83
820	9	17	26	34	43	51	60	68	77	85	94	102	111	119	128	137	145	154	162	171	76
910	8	15	23	31	38	46	54	62	69	77	85	92	100	108	115	123	131	138	146	154	69

2.3. Capturas de las mediciones vía LabVIEW

En este apartado se muestran diversa capturas realizadas mediante LabVIEW, las cuales prueban el funcionamiento de los medidores de tensión y corriente diseñados en el presente proyecto.

2.3.1. *Medición con cargas monofásicas resistivas*

Las capturas que se mostrarán a continuación en hojas independientes, representan tres ampliaciones en el momento de la activación de diez lámparas de 230 V – 100 W. Pruebas correspondientes al capítulo 5 de la memoria técnica (volumen 1).



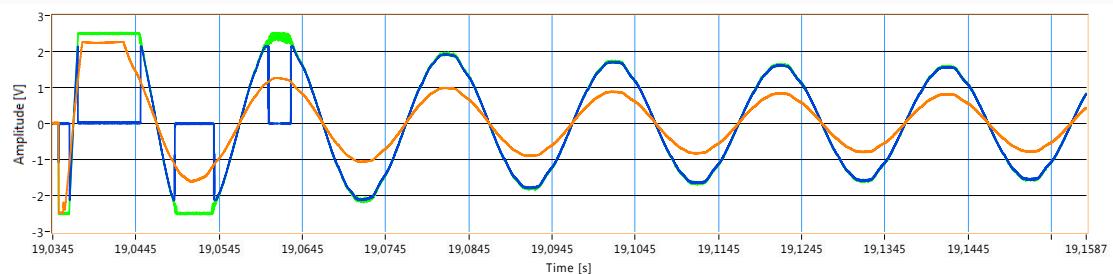
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 17:18

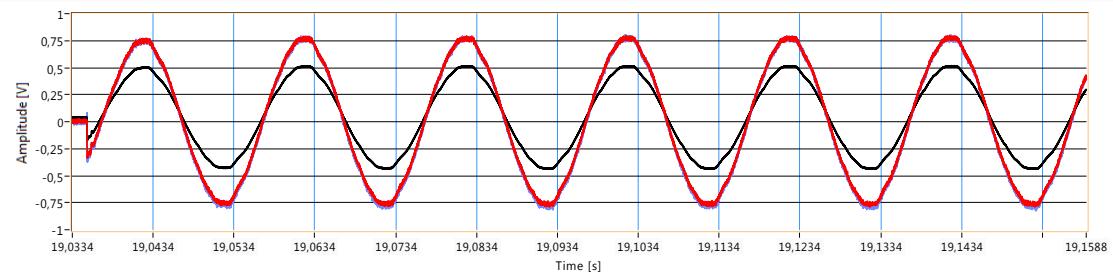
CORRIENTES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA



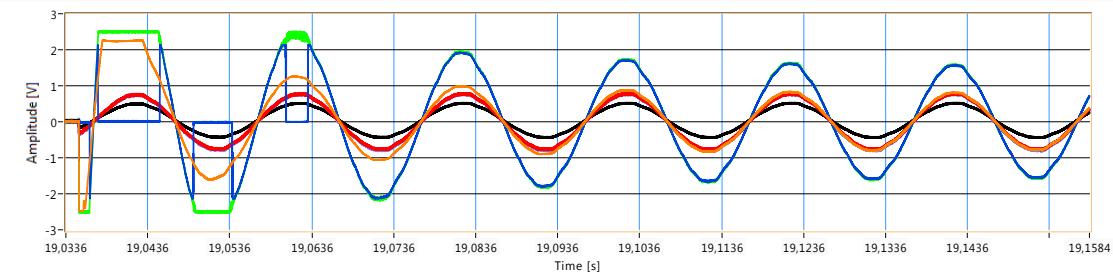
TENSIONES



MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



CORRIENTES Y TENSIONES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA
MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



STOP

Opción de adquisición



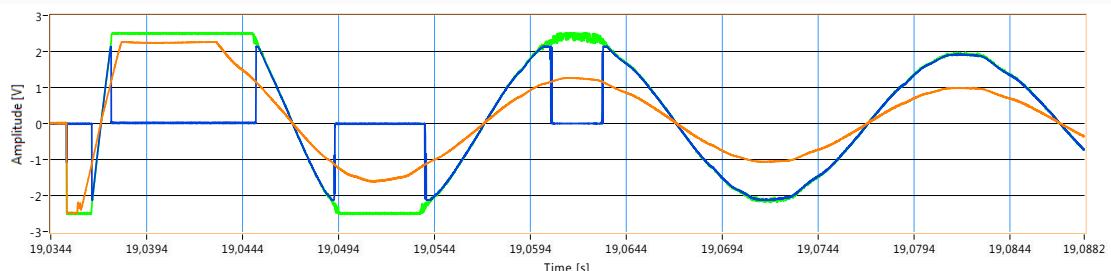
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 17:23

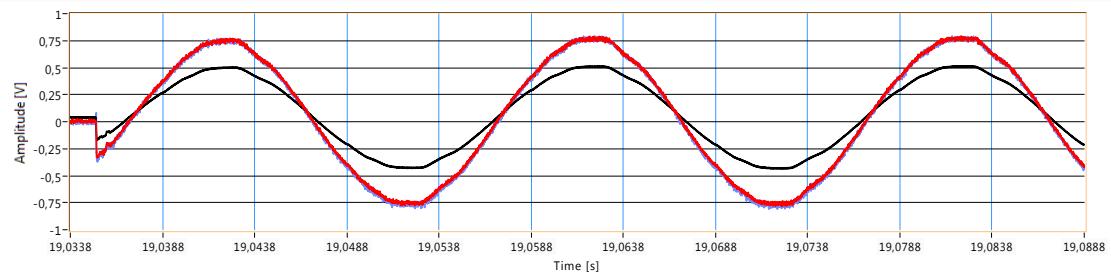
CORRIENTES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA



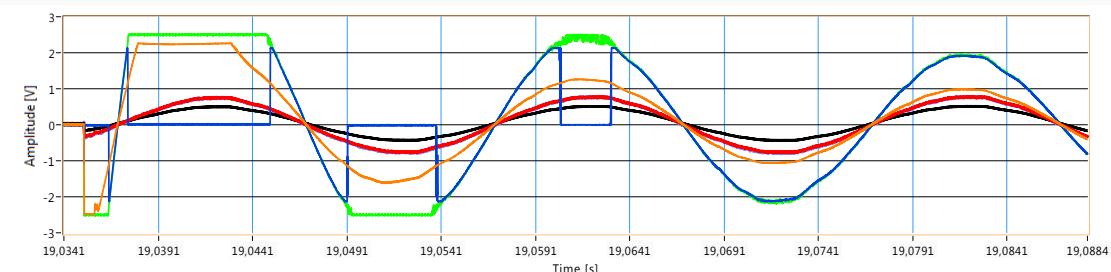
TENSIONES



MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



CORRIENTES Y TENSIONES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA
MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



STOP

3 Opción de adquisición



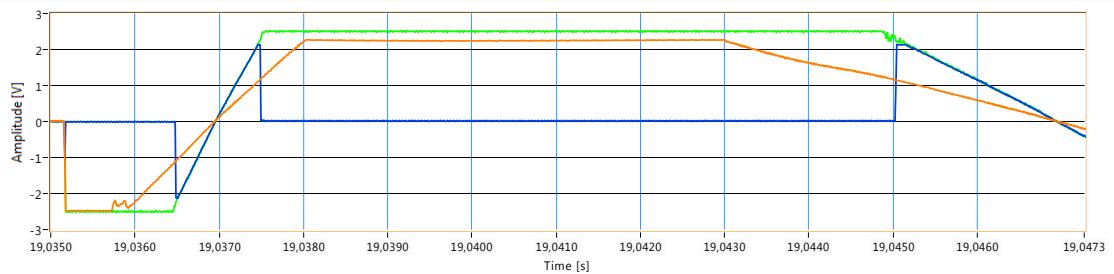
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 17:24

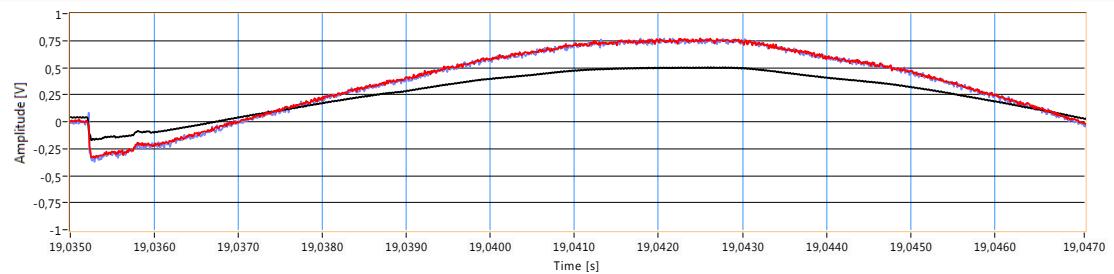
CORRIENTES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA



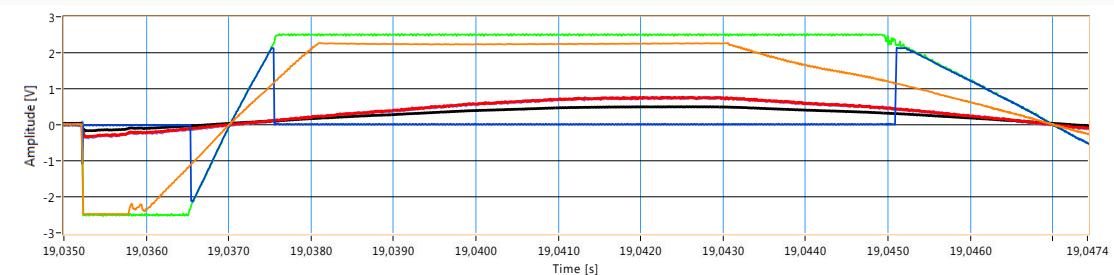
TENSIONES



MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



CORRIENTES Y TENSIONES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA
MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



STOP

Opción de adquisición

2.3.2. Medición con una carga trifásica resistiva

Las capturas que se mostrarán a continuación en hojas independientes, representa tres ampliaciones en el momento de la activación de un carga trifásica compuesta de tres resistencias conectadas en estrella. El modelo de estas resistencias es el RSSD 30x250 con un valor de 330Ω - 280 W. Pruebas correspondientes al capítulo 5 de la memoria técnica (volumen 1).

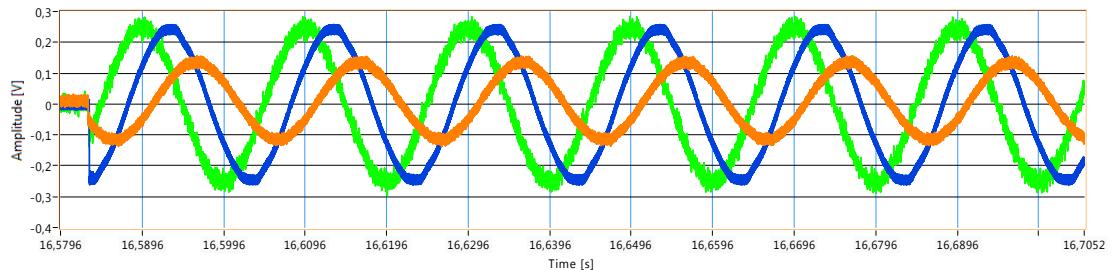
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

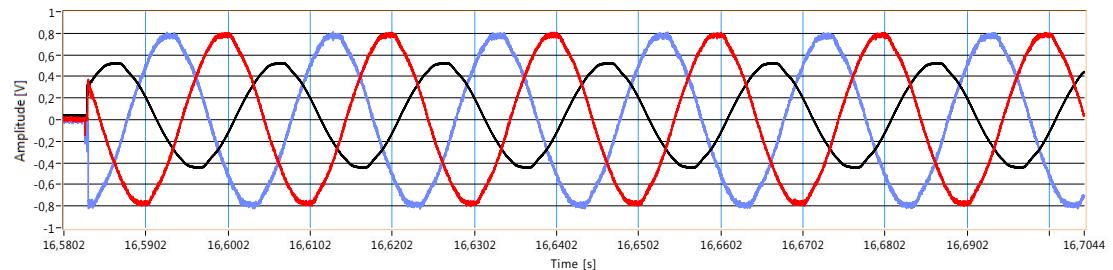
Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 19:58

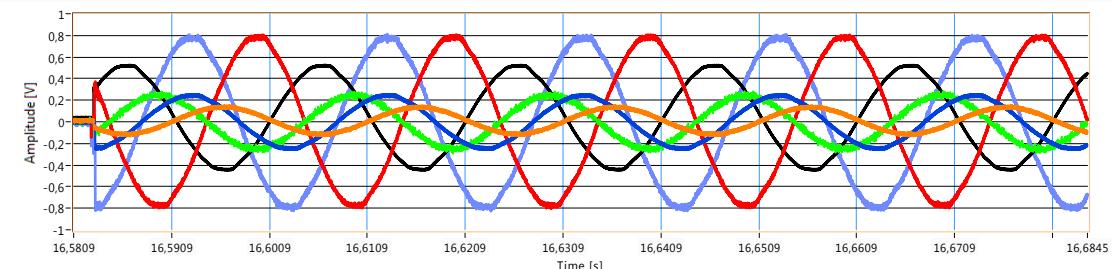
CORRIENTES



TENSIONES



CORRIENTES Y TENSIONES



STOP

Opción de adquisición



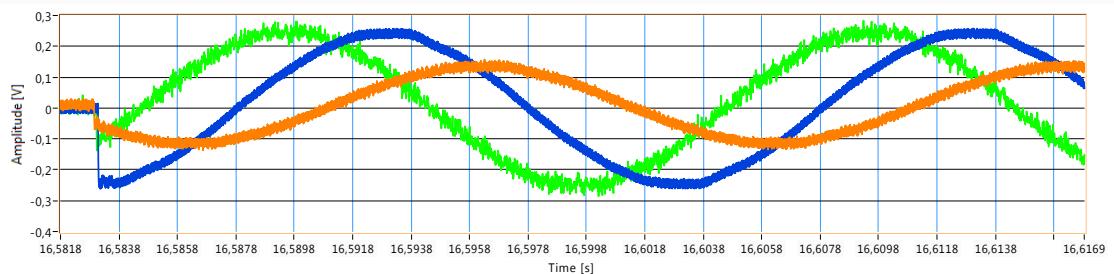
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 20:00

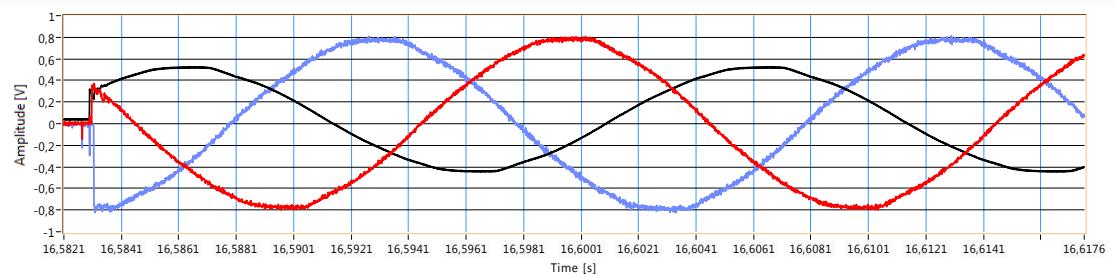
CORRIENTES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA



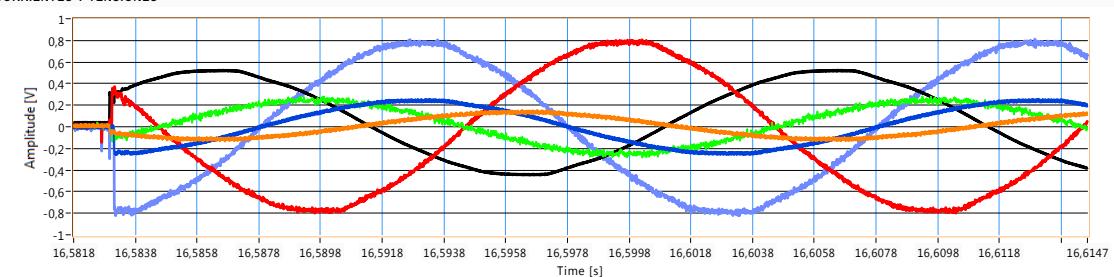
TENSIONES



MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



CORRIENTES Y TENSIONES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA
MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



STOP

Opción de adquisición



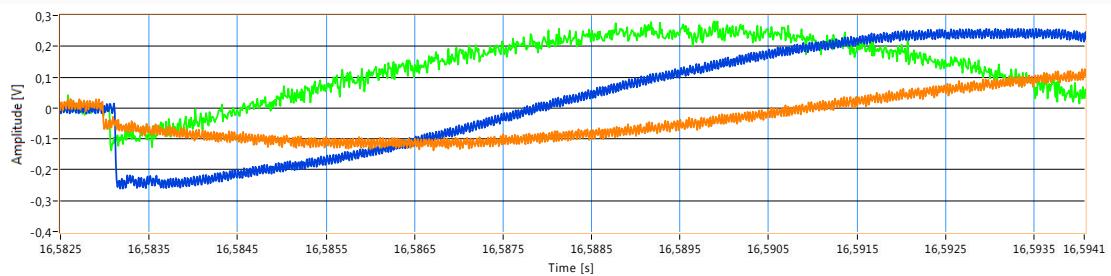
LABVIEW MEDIDORES.vi

C:\Users\Juan\Documents\LabVIEW Data\LABVIEW MEDIDORES\LABVIEW MEDIDORES.vi

Last modified on 29/06/2016 at 17:04

Printed on 29/06/2016 at 20:01

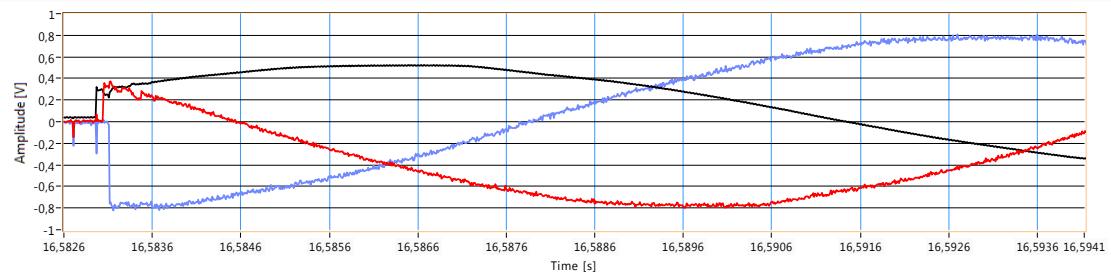
CORRIENTES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA



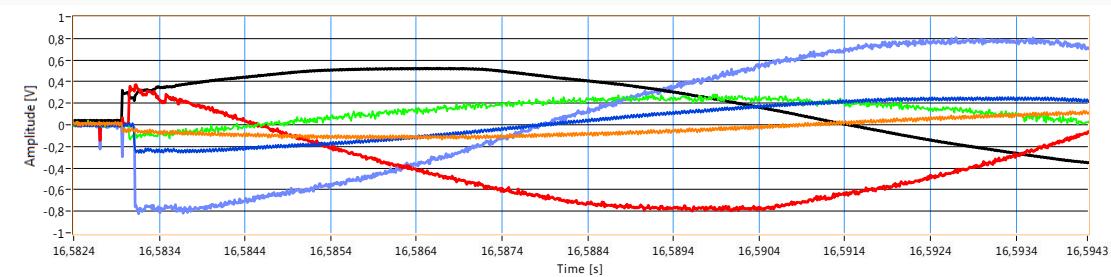
TENSIONES



MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



CORRIENTES Y TENSIONES



MC-LEM
MC-SILICON
MC-TOSHIBA
MT-AVAGO
MT-SILICON
MT-TOSHIBA



STOP

3 Opción de adquisición

2.4. Carátula para cajas de cuatro módulos

Se adjunta un en hoja independiente, el documento que corresponde a las carátulas que se han colocado en el frontal de cada caja. El formato del documento DIN 4 y las carátulas están a escala real.

 **V_{in}**

MEDIDOR DE TENSIÓN AISLADO VERSIÓN 1

 **V_{iso}**

● **NEUTRO**
● **FASE3**
● **FASE2**
● **FASE1**

 **V_{in}**

MEDIDOR DE CORRIENTE AISLADO VERSIÓN 1

V_{iso1}



FASE1

V_{iso2}



FASE2

FASE3

2.5. Información adjunta en el CD

Tabla 2.21 Información adjunta en el CD según nombre de archivos y carpetas

NOMBRE ARCHIVO O CARPETA	DESCRIPCIÓN	
Volumen 1 – Memoria técnica	Primer tomo en formato PDF	
Volumen 2 – Esquemas y documentación	Segundo tomo en formato PDF	
Volumen 3 – Estudio económico y anexos	Tercer tomo en formato PDF	
ANEXOS ADICIONALES	CARÁTULA	Carpeta que contiene archivos de edición para el diseño de la carátula. El archivo se editó con el programa COREL DRAW X3.
	DATASHEETS	Carpeta que contiene datasheets utilizados y consultados durante el proyecto.
	HOJAS DE CÁLCULO	Las hojas de cálculo editadas con Microsoft Excel. Corresponde al cálculo de filtros y el divisor de resistencias.
	LABVIEW	Programa de LabVIEW empleado en las pruebas de descritas en el capítulo 5 de la memoria técnica (volumen 1).
	ORCAD	Simulaciones realizadas a través de ORCCAD.
	PCB Y ESQUEMA	Los archivos fuente de los diseños de los circuitos impresos. Los diseños se realizaron con el programa ALTIUM DESIGN Versión 10.
	VIDEO DEMO	Las carpetas con las iniciales D0x_xxx, se refiere al diseños realizados, en las que cada una de ellas habrá la carpeta GERBERS, entre otras. La carpeta GERBERS contiene la información para realizar los PCB en algún fabricante.

2.6. Diagrama de Gantt

Se adjunta en hoja independiente. Se destaca zona amarilla correspondiente al periodo vacacional.

Diagrama de Gantt

