

Treball Final de Grau

ESTABILITZADOR DE TENSÍO, A PARTIR D'UNA REACTÀNCIA DE NUCLI
SATURABLE.

ANNEX COMPLEMENTARI.

Àlvaro Sànchez Timpani

Grau en Enginyeria Mecatrònica

Tutor/a: Juli Ordeix Rigo

Vic, Juny de 2013

ÍNDEX

ANNEXES

ANNEX 5. DIMENSIONAT DELS TRANSFORMADORS.....	1
ANNEX 6. FITXES DE FABRICACIÓ.....	4
ANNEX 7. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DELS TRANSFORMADORS.....	6
ANNEX 8. PLÀNOL DELS TRANSFORMADORS.....	7
ANNEX 9. ESPECIFICACIONS DEL MÒDUL REGULADOR INVERSOR.....	9
ANNEX 10. ESQUEMA ELÈCTRIC DE L'ESTABILITZADOR.....	10
ANNEX 11. DOCUMENT DE MILLORA CONTÍNUA: STORY BOARD.....	11

ANNEX 5. DIMENSIONAT DELS TRANSFORMADORS

Per calcular els transformadors que utilitzem en el model final d'aquest treball, s'han elaborat uns fulls de càlcul on, entrant els paràmetres de dimensionat, obtenim les dades que caracteritzen el transformador.

Fent referència a l'esquema elèctric del model final presentat a la memòria d'aquest treball, vàrem veure com el conjunt estava format per dos transformadors, TR1 i TR2. El dispositiu TR1 es tractava d'un transformador elevador separador i TR2 representava un transformador auxiliar de 30VA. A continuació veurem el dimensionat de cada transformador.

DIMENSIONAT TRANSFORMADOR ELEVADOR SEPARADOR (TR1).

En el cas del transformador elevador separador hem considerat una potència de 63VA pel transformador, ja que la càrrega que farem servir serà una càrrega resistiva mitjançant una bombeta de 60W. La tensió d'entrada, és a dir la tensió que apliquem al debanat primari del transformador, serà de 150V. Com vàrem veure als assajos de la reactància, aplicant una tensió contínua de 17,5V al debanat de control, obteníem una tensió de sortida de 150V. La tensió de sortida o tensió del secundari del transformador serà a 220V, pel fet de tornar a elevar la tensió útil dins d'un rang desitjat. Escollim un carret de 28 x 34 mm.

Com que la reactància treballa en saturació considerarem una inducció pel transformador de 13 Tesles. Considerarem densitat de corrent màxima per a un rang de corrents baixes, és a dir, 4 A/mm².

A les següents taules podem observar els resultats obtinguts pel dimensionat del transformador elevador separador. Les caselles de color groc pertanyen als paràmetres d'entrada.

Observem que el debanat primari estarà format per 574 espises i el debanat secundari per 876 espises. El diàmetre del fil que farem servir al primari serà de 0,35 mm, tot i que als càlculs obtenim 0,37 mm, aquest no es un valor estandaritzat. En el cas del debanat secundari farem servir un fil conductor de diàmetre 0,30 mm.

CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR		
Potencia aparente del transformador	63	(VA)
Tensión de entrada (primario)	150	(V)
Tensión de salida (secundario)	220	(V)
Rama central	28	(mm)
Empilaje	34	(mm)
Constante según inducción	11757,2	(u)
Inducción	13	(Tesla)

NÚMERO DE ESPIRAS		
Tensión primario	67500	(V)
Número de espiras primario	574	(espiras)

Tensión secundario	99000	(V)
Número de espiras secundario	876	(espiras)

SECCIÓN HILO CONDUCTOR		
Intensidad primario	0,42	(A)
Intensidad secundario	0,29	(A)
Sección hilo conductor primario	0,11	(mm ²)
Sección hilo conductor secundario	0,07	(mm ²)
Diámetro hilo conductor primario	0,37	(mm)
Diámetro hilo conductor secundario	0,30	(mm)
Densidad de corriente primario	4,00	(A/mm ²)
Densidad de corriente secundario	4,00	(A/mm ²)

CAPAS CARRETE		
Número espiras por capa primario	150	(u)
Número espiras por capa secundario	182	(u)
Ancho util del carrete	55	(mm)

Número de capas primario	4	(u)
Número de capas secundario	5	(u)

Altura bobinado primario	1,40	(mm)
Altura bobinado secundario	1,45	(mm)

Per poder prevenir errors i ser més flexibles davant del comportament del conjunt un cop muntat, s'ha decidit fabricar aquest transformador amb diferents tensions d'entrada. És a dir, tant li poden entrar 140, 150 o 160V al primari que el transformador funcionarà de la mateixa manera. També s'ha fet una sortida de 30V per poder fer arribar una tensió de referència al comparador.

DIMENSIONAT TRANSFORMADOR AUXILIAR (TR2).

Pel que fa el transformador auxiliar del conjunt, aquest té la funció de subministrar la tensió del debanat de control per a la reactància, segons el mòdul comparador exigeixi. Per aquest transformador hem considerat una potència aparent de 30VA. La tensió d'entrada ve determinada per la tensió que agafem de l'autotransformador variable de tensió, en aquest cas 220V. La tensió de sortida serà de 24V, ja que aquesta és la tensió que suporta la placa de regulació. Partirem de la base d'un carret de 25 x 30 mm. En aquest cas la inducció serà la mateixa que en la del TR1. Segons els càlculs haurem d'emprar un fil conductor de 0,20 mm de diàmetre al debanat primari i un de 0,50 mm al debanat secundari.

CARACTERÍSTICAS TRANSFORMADOR		
Potencia aparente del transformador	30	(VA)
Tensión de entrada (primario)	220	(V)
Tensión de salida (secundario)	24	(V)
Rama central	25	(mm)
Empilaje	30	(mm)
Constante según inducción	9262,5	(u)
Inducción	13	(Tesla)

NÚMERO DE ESPIRAS		
Tensión primario	99000	(V)
Número de espiras primario	1069	(espiras)

Tensión secundario	15750	(V)
Número de espiras secundario	177	(espiras)

SECCIÓN HILO CONDUCTOR		
Intensidad primario	0,14	(A)
Intensidad secundario	0,86	(A)
Sección hilo conductor primario	0,03	(mm ²)
Sección hilo conductor secundario	0,21	(mm ²)
Diámetro hilo conductor primario	0,21	(mm)
Diámetro hilo conductor secundario	0,52	(mm)
Densidad de corriente primario	4,00	(A/mm ²)
Densidad de corriente secundario	4,00	(A/mm ²)

CAPAS CARRETE		
Número espiras por capa primario	264	(u)
Número espiras por capa secundario	105	(u)
Ancho util del carrete	55	(mm)

Número de capas primario	4	(u)
Número de capas secundario	2	(u)

Altura bobinado primario	0,84	(mm)
Altura bobinado secundario	0,88	(mm)

ANNEX 6. FITXES DE FABRICACIÓ DELS TRANSFORMADORS

A continuació podem veure les fitxes de taller amb les instruccions de fabricació de cada transformador que prèviament hem dimensionat.

FITXA TRANSFORMADOR ELEVADOR SEPARADOR (TR1).

REF.- TRAFO SEPARADOR POTENCIA.- CLIENTE UNIVERSITAT DE VIC CODIGO PLAZO.- PEDIDO.-	CANTIDAD	1
BOBINADO		
CARRETE.- 28 X 34		
espiras sumadas		
OBSERVACIONES.- SALLIDAS TODAS POR DELANTE		
MONTAJE		
CHAPA.- NORMAL 28 MM VARILLA.- M-4 LARGO VARILLAS.- PLETINA TIPO.- ESCUADRA RC-28 EMBORNADO.- BORNES WAGO TOMA DE TIERRA.- OBSERVACIONES.-		
PESO.-		

ANNEX 7. CÀLCUL DE LES PÈRDUES DELS TRANSFORMADORS

Els transformadors són dispositius dimensionats per obtenir un bon rendiment, tot i així hi han pèrdues al nucli (ferro) i als debanats (coure). Aquestes pèrdues es poden quantificar i així poder calcular les pèrdues totals del transformador. A continuació podem veure els resultats obtinguts en els fulls de càlcul elaborats per calcular aquestes pèrdues. Les caselles de color blau són els paràmetres que hem entrat.

PÈRDUES TRANSFORMADOR ELEVADOR SEPARADOR (TR1).

Amb un carret de 28 x 34 mm i 574 espines al primari obtenim una longitud de fil conductor de 71,18 m. Per el debanat secundari amb 876 espines obtenim una longitud de 108,6 m. Abans hem calculat que el diàmetre del fil del debanat primari és de 0,35 mm, al que li correspon una resistència nominal de 0,1727 Ω (especificat pel fabricant). En el cas del debanat secundari fem servir un diàmetre de 0,30 mm amb una resistència nominal de 0,24183 Ω . El pes total del nucli especificat a la fitxa de fabricació és de 1,2 kg. Emprant una xapa del tipus MT obtenim unes pèrdues per kg de 1,3 W (especificat pel fabricant).

VALORES DE RESISTIVIDAD DEL COBRE		
Longitud primario	71,18	(m)
Ohmios por metro de hilo	0,1727	(Ω)
Corriente primario	0,42	(A)
Resistividad total primario	12,292786	($\Omega \cdot m$)
Caída de tensión primario	5,16297012	(V)
Pérdidas en primario	2,168	(W)

Longitud secundario	108,6	(m)
Ohmios por metro de hilo	0,24183	(Ω)
Corriente secundario	0,29	(A)
Resistividad total secundario	26,262738	($\Omega \cdot m$)
Caída de tensión secundario	7,61619402	(V)
Pérdidas en secundario	2,209	(W)

DATOS TRANSFORMADOR		
Peso del núcleo	1,2	(kg)
Pérdidas por kg	1,3	(W)
Pérdidas totales del núcleo	1,56	(W)

PÉRDIDAS TRANSFORMADOR		
Pérdidas totales del transformador	5,937	(W)

PÈRDUES TRANSFORMADOR AUXILIAR (TR2).

La longitud del primari amb 1069 espires és de 117,59 m. La longitud del primari amb 177 espires és de 19,47 m. Utilitzant un carret de 25 x 30 mm i fent servir un fil de 0,20 mm de diàmetre pel debanat primari obtenim una resistència del fil de 0,34824 Ω . Pel que fa el debanat secundari, emprant un fil de 0,50 mm de diàmetre, obtenim una resistència de 0,08706 Ω . El nucli pesa un total de 0,87 kg. Es fa servir el mateix tipus de xapa que en el transformador elevador separador.

VALORES DE RESISTIVIDAD DEL COBRE		
Longitud primario	117,59	(m)
Ohmios por metro de hilo	0,34824	(Ω)
Corriente primario	0,14	(A)
Resistividad total primario	40,9495416	($\Omega \cdot m$)
Caída de tensión primario	5,73293582	(V)
Pérdidas en primario	0,803	(W)

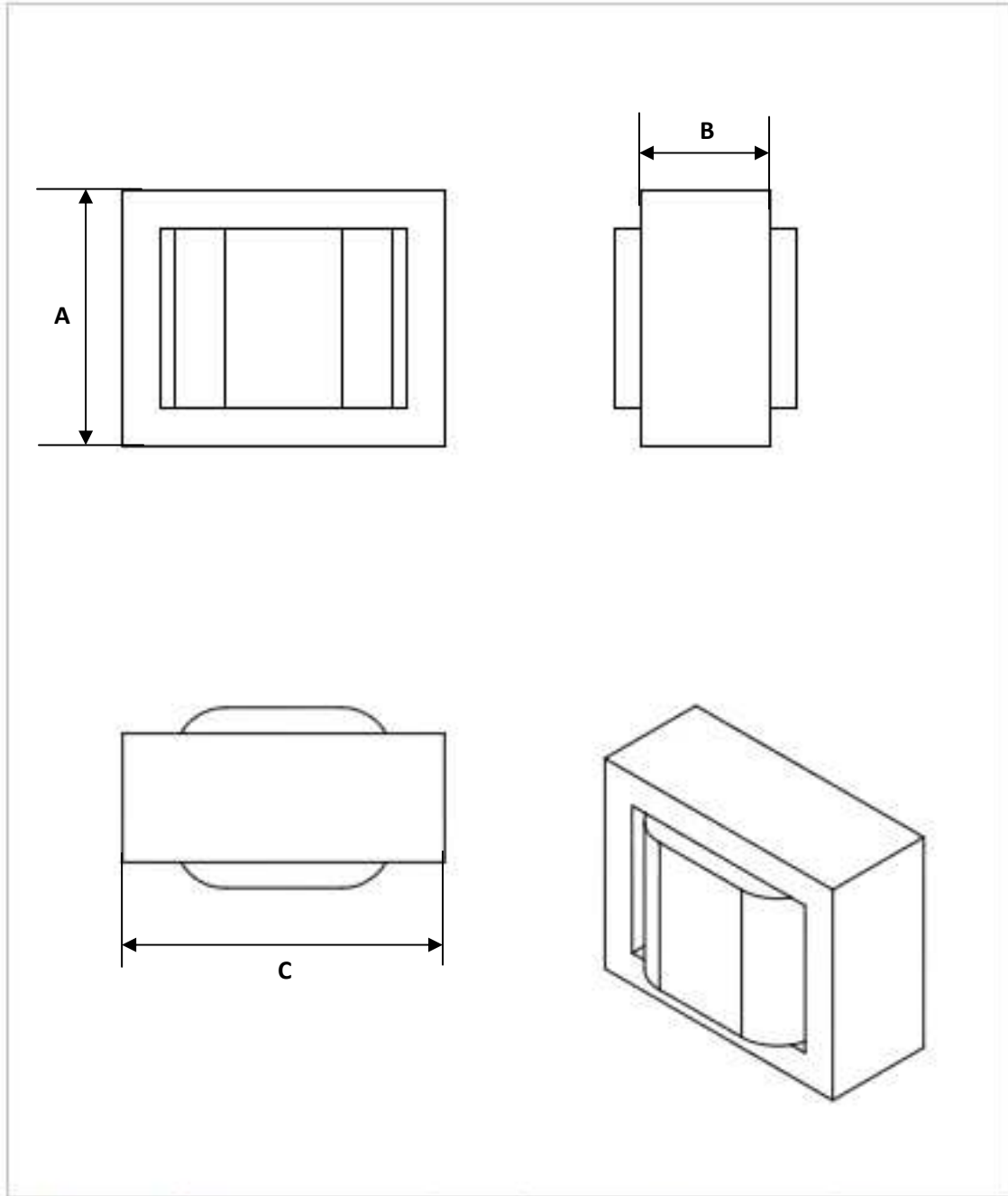
Longitud secundario	19,47	(m)
Ohmios por metro de hilo	0,08706	(Ω)
Corriente secundario	0,86	(A)
Resistividad total secundario	1,6950582	($\Omega \cdot m$)
Caída de tensión secundario	1,45775005	(V)
Pérdidas en secundario	1,254	(W)

DATOS TRANSFORMADOR		
Peso del núcleo	1,2	(kg)
Pérdidas por kg	1,3	(W)
Pérdidas totales del núcleo	1,56	(W)

PÉRDIDAS TRANSFORMADOR		
Pérdidas totales del transformador	3,616	(W)

ANNEX 8. PLÀNOL DELS TRANSFORMADORS

Trans. \ Mida (cm)	A	B	C
TR1	7	3,8	8,5
TR2	6,2	3,2	7,5



Nº DE DISENY I CONTROL: _____ LAD. C/DESA DE ESPERANÇAS 10/11/12 ACABADORS SUPERICIALS: TORNADORS: _____ DRILL: _____ ANILLES: _____		ACABADORS:	NÚMERS I NOMENCLATURES VIVAS		NO CAMBIA LA ESCALA INVENCIÓ:
NOMENCLATURES NÚMERS DRILL VIVA AFERRALS MATE CAIXES	DATA: _____ _____ _____	DATA: _____ _____ _____	MATERIAL: _____ _____ _____	Nº DE DISENY TR_MONOFÀSIC	A4
NO: _____ ESCALA: 1:1		ESCALA: 1:1		HORA: 1:15:00	

ANNEX 9. MÒDUL REGULADOR INVERSOR

La regulació de la tensió de control es fa a través d'un mòdul regulador inversor commutat. Concretament el LM2596. Els dispositius electrònics han sigut subministrats per l'empresa MARVIC *electroindustrial*. A continuació es mostra l'esquema del dispositiu emprat.

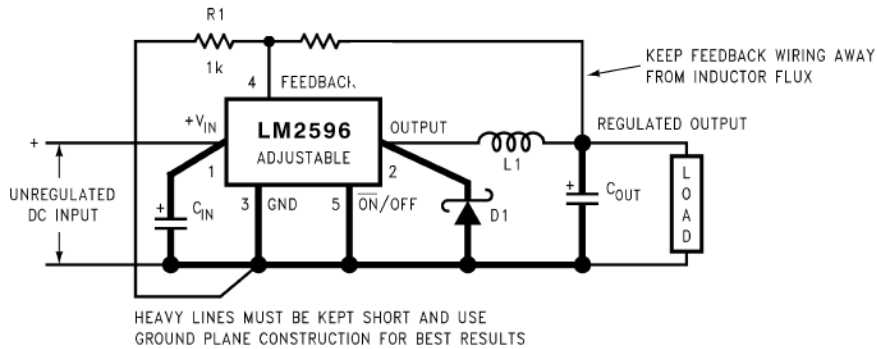


Figura 1 - Aplicació del LM2596

Durant les fases de proves del model final, es van detectar pampallugues a la càrrega que tenim connectada (bombeta de 15W), degut a la realimentació del circuit. Per solucionar-ho s'ha dispostat d'un Opto CNY17. Aquest dispositiu ens permet corregir el retard de la resposta a la sortida.

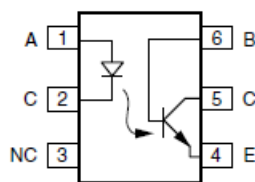
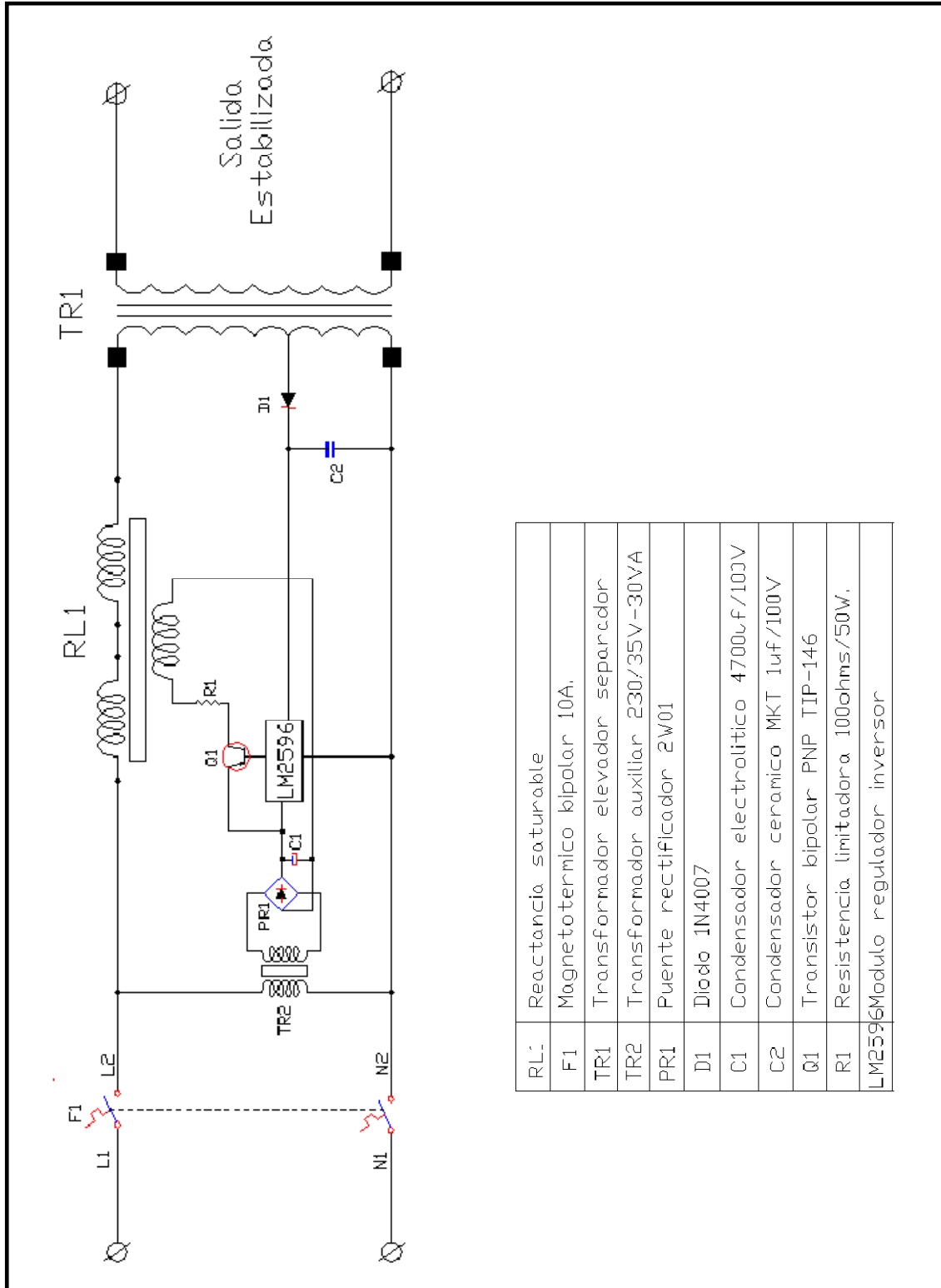


Figura 2 - Opto CNY17

Els resultats obtinguts sobre el conjunt no van ser els esperats. Tot i que s'ha aconseguit establir la tensió, el marge dinàmic és molt curt i no es pot considerar favorable. A partir d'aquí ens plantegem altres tipus de regulació més complexos.

ANNEX 10. ESQUEMA ELÈCTRIC DE L'ESTABILITZADOR



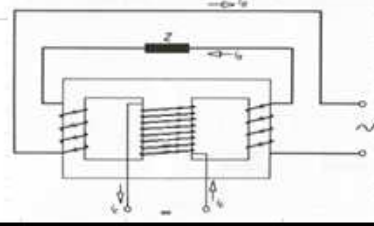
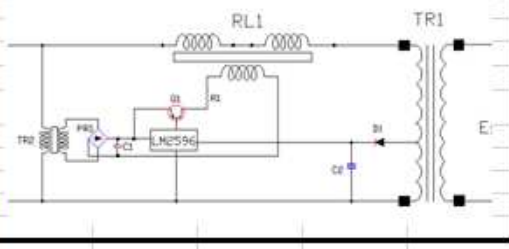

En comparació amb l'esquema elèctric presentat a la memòria del treball, en aquest podem comprovar com el mòdul regulador és diferent. A l'annex anterior hi ha l'especificació tècnica del mòdul emprat. La raó d'aquest canvi és per que l'anterior mòdul no suportava la tensió de control que li subministrava el transformador auxiliar (TR2).



RL:	Reactància saturable
F1	Magnetotèrmic bipolar 10A.
TR1	Transformador elevador separador
TR2	Transformador auxiliar 230/35V-30VA
PR1	Puente rectificador 2W01
D1	Diodo 1N4007
C1	Condensador electrolítico 4700µf/100V
C2	Condensador cerámico MKT 1µf/100V
Q1	Transistor bipolar PNP TIP-146
R1	Resistencia limitadora 100ohms/50W.
LM2596	Modulo regulador inversor

ANNEX 11. DOCUMENT DE MILLORA CONTÍNUA: STORY BOARD

MILLORA CONTINUA	Data inici: 20/02/2013
STORY-BOARD	Data revisió: 02/06/2013
PUNT	ESTABILITZADOR DE TENSIÓ
EQUIP	ALVARO SANCHEZ TIMPANI

<p>1. RAO DE MILLORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - DONADA UNA TENSIÓ D'ENTRADA, ESTABILITZAR-LA A LA SORTIDA DEL DISPOSITIU. - DISPOSITIU FIABLE I ECONÒMIC. 	<p>2. SITUACIO INICIAL PER PARTS</p> <ul style="list-style-type: none"> - DISSENY D'UN PROTOTIPUS. - OPTIMITZAR PARÀMETRES DE FUNCIONAMENT. - IMPLEMENTAR PROTOTIPUS. 	
<p>3. ANALISI</p> <ul style="list-style-type: none"> - AMB UN CORRENT CONTINU DE CONTROL FEM VARIAR LA PERMEABILITAT DEL NUCLI. - DISTORSIÓ HARMÒNICA ELEVADA A LA SORTIDA. - NECESSITEM D'ALTRES ELEMENTS PER ESTABILITZAR TENSIÓ SENSE INTERVENCIÓ DE CAP USUARI. 	<p>4. CONTRAMESURES</p> <ul style="list-style-type: none"> - CANVIAR DISPOSICIÓ DELS DEBANATS. - TRANSFORMADOR A LA SORTIDA AMB PRESA DE 30V. TRAFÓ AUXILIAR AMB SORTIDA 24V. - CANVIAR MÒDUL SEPARADOR PER UN LM2596. 	<p>5. RESULTAT</p> <ul style="list-style-type: none"> - ACONSEGUIM ESTABILITZAR LA TENSIÓ DE SORTIDA (ÚTIL) DINS D'UN RANG DE TENSIONS DE $\pm 20V$. - NECESSITAT DE POCA INTENSITAT PER FER REGULACIÓ. - EL LM2596 SUPORTA BÉ LES TENSIONS. POC MARGE DINÀMIC. - EL SISTEMA REQUEREIX POC MANTENIMENT. (\uparrow FIABILITAT). - BAIX RENDIMENT.
<p>6. NORMALITZACIO</p> 	<p>PLANS EN CURS</p> <ul style="list-style-type: none"> - ESTUDI DELS HARMÒNICS I DISTORSIONS DEL SENYAL DE SORTIDA. - ESTUDI DE COMPETITIVITAT DINS DEL MARC COMERCIAL. - APLICACIONS: <ul style="list-style-type: none"> REGULADOR DE VELOCITAT EN UN MOTOR ELÈCTRIC. PROTECTOR ELECTROLÍTIC. REGULADOR EN FONTS D'ALIMENTACIÓ. 	