



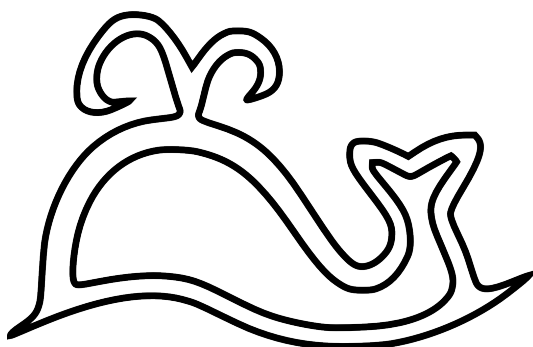
**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Plantilla \LaTeX para elaborar Trabajos Fin de Grado



0. Índice general
1. Memoria
2. Medidas y cálculos
3. Anexos
4. Pliego de condiciones
5. Presupuesto
6. Bibliografía

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 0: Índice general

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:

0. Índice general	0
Índice general	I
Índice de figuras	II
Índice de tablas	III
1. Memoria	1-0
Índice general	1-2
Índice de figuras	1-3
1.1. Sarrera	1-4
1.2. Lizentziak eta aitortpenak	1-6
1.3. Teknikaren egoera eta ebatzien azterketa	1-8
1.4. Atal bat	1-9
1.5. Beste atal bat	1-10
2. Medidas y cálculos	2-0
2.1. Korrante zuzeneko motorra	2-1
3. Anexos	3-0
3.1. Txantiloia osatzen duten fitxategiak	3-1
3.2. Txantiloia-aren oinarritzko erabilera	3-4
3.3. Beste eranskin bat	3-9
4. Pliego de condiciones	4-0
5. Presupuesto	5-0
6. Bibliografía	6-0

1.1. Gajski-Kuhn Y-grafikoan proiektuaren abstrakzio maila.	1-5
1.2. Oinarrizko berrelikatutako kontrol sistema.	1-9
1.3. Modeloa: jarraitua (kontroladorea)	1-9
1.4. LCD kudeatzailea.	1-9

1.1. <i>Iñaki Silanesen txantiloiekin konparaketa.</i>	1-4
--	-----



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 1: Memoria

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:

*“...hor egongo da begira.
Tú no nos diste el euskera,
pero nos diste la vida.
Nos llevaste a la ikastola,
aprendimos enseguida.
Ya es hora de que entiendas
el canto que nos motiva.
Esta txapela es tuya,
ay nire amatrix querida.”*

Xabier Paya
2006ko Bizkaiko Bertsolari Txapelketa

Índice general	1-2
Índice de figuras	1-3
1.1. Sarrera	1-4
1.2. Lizentziak eta aitortpenak	1-6
1.3. Teknikaren egoera eta ebatzien azterketa	1-8
1.4. Atal bat	1-9
1.5. Beste atal bat	1-10

1.1. Gajski-Kuhn Y-grafikoan proiektuaren abstrakzio maila.	1-5
1.2. Oinarrizko berrelikatutako kontrol sistema.	1-9
1.3. Modeloa: jarraitua (kontroladorea)	1-9
1.4. LCD kudeatzailea.	1-9

2007 urtean zehar *Iñaki Silanesek*, Universidad del País Vasco / Euskal Herriko Unibertsitateko¹ ITSAS² Software Libre Taldeko kideak, L^AT_EX³ eta OpenDocument⁴ formatuetan Unibertsitatean gaztelaraz, euskaraz zein ingelesez Karrera Amaierako Proiektuak zein Doktorego Tesiak aurkezteko txantiloiak eskaintzeko helburuarekin *Plantillas para Proyecto de Fin de Carrera* lan taldea⁵ osatu zuen.

2010 urtean *Digna González* eta *Unai Martinezek* lan talde berrian⁶ *Iñaki Silanesen* lana L^AT_EX erabiltzeko hainbat argibide, erreferentzia, aurkezpen eta abarrekin bateratu zuten eta material bera baliatuz zenbait ikastaro eman.

Idazleak, Bilboko Industria Ingeniaritza Teknikoko Unibertsitate Eskolan⁷ Karrera Amaierako Proiektua euskaraz idazteko orduan eskuragarri zeuden txantiloiek premia⁸ guztiak asetzen ez zituztenez, aipatutako lan taldeetan bildutakoak oinarri, eskuartearen duzun txantilo berria egin du. 1.1 taulak *Iñaki Silanesek* eskainitakoekiko ezberdintasun nagusiak biltzen ditu.

	Hizkuntza	Formatua	Klasea	
Iñaki Silanes	EU ES EN	L ^A T _E X OpenDocument	<i>itsas_pfc.cls</i>	<i>book</i> oinarri
Unai Martinez	EU	L ^A T _E X	<i>report</i>	<i>config</i> fitxategietan moldatuta

Tabla 1.1: Iñaki Silanesen txantiloiekin konparaketa.

Horietaz gain, hurrengo berrikuntzak ditu honek:

- Kapitulu, atal, azpiatal, azpiazpiatal, irudi eta taulak zenbakitu eta izendatzean zenbakia azaltzen da lehenengo, puntu ordinala ondoren eta hitza azkenik.
- *babelek basque* aukeratzean ezatzen duen data komandoaren ordeaz *gaur* sortu da.
- *Kapituluen* izen gisa *Dokumentu* ezarri da.
- BI-IITUEko web gunean soilik DOC formatuan eskuragarri dauden txantiloiak erabili dira *Kapitulu/Dokumentuen* portadak diseinatzeko.
- Atalen goiburuak aldatu dira.
- Ikurren Zerrenda gehitu da.
- BI-IITUEko arautegiak eskatu bezala, *UNE 157001-2002* araua erreferentzia izanik banatu da edukia. Hala ere, txantilo honek ez du araua betetzen. Karrera Amaierako Proiektuen helburu nagusia hezkuntza eta ikastea izanik, edukia aurkitzea eta dokumentuen banakako azterketa errazteko diseinuan zenbait erabaki ezberdin hartu dira:
 - Dokumentuen ordena aldatu da eta zenbait ezabatu.
 - Portadak ez daude zenbakituta.
 - Orrialde, irudi, taula eta ekuazioen zenbakitzea kapitulu bakoitzean berrabiatzen da.
 - Zenbakitzea 0an hasten da.
 - Aurkibideen orrialdeak zenbaki erromatarrez daude adierazita.
 - Eranskinen dokumentuan atalak alfabetoz izendatzen dira.

¹www.ehu.es

²itsas.ehu.es

³en.wikipedia.org/wiki/LaTeX

⁴en.wikipedia.org/wiki/OpenDocument

⁵itsas.ehu.es/workgroups/plantillas_proyecto_fin_de_carrera

⁶itsas.ehu.es/workgroups/latex

⁷www.industria-ingeniaritza-tekniko-bilbao.ehu.es

⁸www.industria-ingeniaritza-tekniko-bilbao.ehu.es/p229-content/eu/contenidos/normativa/euiti_bi_pfc/eu_nor_gral/normativa_gral_fin_carrera.html

- Goiburu eta orri oinen edukiak tokiz aldatuta daude eta dokumentu, atal zein azpiatalen arabera berritzen dira.

Hau dela eta, araua betetzeko *config* karpetako fitxategietan moldaketak egin behar ditu txantiloien erabiltzaileak.

Txantiloia erabiltzeko argibideak (fitxategien antolaketa, moldaketen izaera, etab.) 3.1 eranskinean eta 3.2 eranskinean aurkitu daitezke.

Edozein kasutan, emaitza zuzena izan dadin hainbat aldiz konpilatu behar da lana, hurrengo ordena jarraituz:

PDFLaTeX + BibTeX + PDFLaTeX + PDFLaTeX

Atal eta azpiataletan aldaketa asko egitean, tarte fitxategiak edo fitxategi laguntzaileak (*.aux*, *.mtc*, *.mlf*, *.mkt*, etab.) ezabatzea komeni da, aurreko katea exekutatu baino lehen.

Adibide den txosten honetan zehar, garapenean zehar erabilitako zenbait baliabide tartekatuko dira, ideiak hartzeko balioko dutelako itxaropenez. 1.1 irudiak adierazten duen grafikoa, esaterako. Irudi guztien kodea txantiloien iturrietan dago, *TikZ/PGF*⁹ paketeak baliatuz egin baitira.

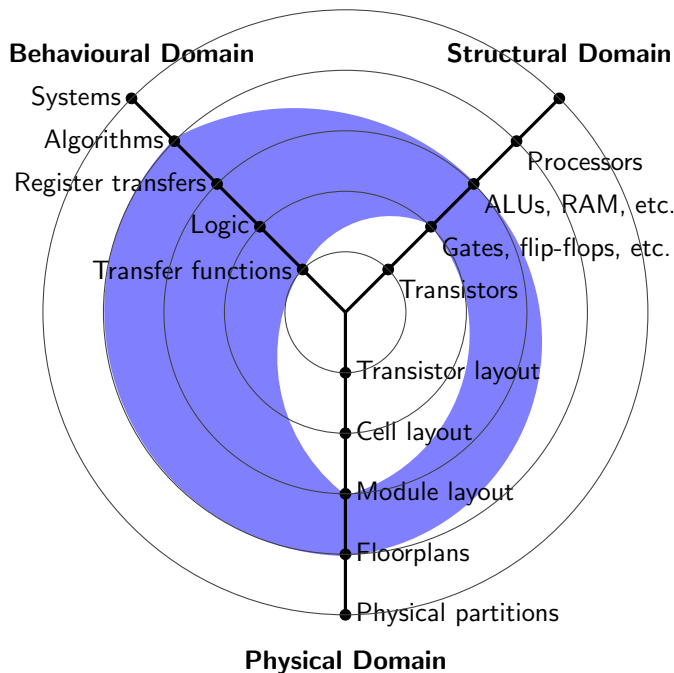


Figura 1.1: Gajski-Kuhn Y-grafikoa proiektuaren abstrakzio maila.

⁹texample.net/tikz/examples

1.2

Lizentziak eta aitortpenak

Txantiloï hau hurrengo lizentziaren arabera eskaintzen da:

Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 (CC BY-SA 3.0)

- Egin ditzakezunak:

Banatzea Kopiatu, banatu eta hedatzea

Moldatzea Lana egokitzea eta eratorriak egitea

lana merkataritza helburuekin erabiltzea

- Hurrengoak bete bitartean:

Aitortzea Lanaren iturria aitortu behar da, *Unai Martinez Corral* eta *ITSASi* erreferentzia eginenez, eta itsas.ehu.es/workgroups/latex orrialdea aipatuz (baina lan eratorriek edo lanaren erabilerekin hauen babesaren dutela adierazi barik).

Berdin partekatzea Lan hau moldatu edo egokituz gero, edo lan eratorririk sortzekotan, egindakoa banatzeko honetan erabilitako lizentzia berdina erabili behar da.

creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/legalcode.eu

Aipatutako ITSASen lan taldeetako baliabideez gain, jarraian zerrendatutakoak erabili dira:

- **TeXmaker** (xm1math.net/texmaker) *Pascal Brachet*
- **BibTeX** (bibtex.org) *Oren Patashnik, Leslie Lamport, Oren Patashnik*
- **L^AT_EX** paketeak (ctan.org/pkg/):

import *Donald Arseneau*

inputenc *Alan Jeffrey, Frank Mittelbach*

babel *Javier Bezos, Johannes L. Braams*

geometry *Hideo Umei*

graphicx *David Carlisle*

natbib *Patrick W. Daly, Arthur Ogawa*

caption *Axel Sommerfeldt*

indentfirst *Davis Carlisle*

multirow *Piet van Oostrum, Jerry Leichter*

amsmath *The American Mathematical Society*

eurofont *Rowland McDonnell*

xcolor *Uwe Kern*

listings *Brooks Moses, Carsten Heinz*

tikz,pgfplots *Till Tantau, Christian Feuersänger*

tikz-timing *Martin Scharrer*

url *Donald Arseneau*

hyperref *Heiko Oberdiek, Sebastian Rahtz*

etoolbox *Philipp Lehman*

minitoc *Jean-Pierre Drucbert*

eso-pic *Rolf Niepraschk*

fancyhdr *Piet van Oostrum*

■ **QtikZ** (hackenberger.at/blog/ktikz-editor-for-the-tikz-language) *Florian Hackenberger*

■ TikZ irudiak (texample.net/tikz/examples/):

Gajski-Kuhn Y-chart *Ivan Griffin*

Control system principles *Kjell Magne Fauske*

Timing diagram with the tikz-timing package *Martin Scharrer*

Figura 1.2: Oinarrizko berrelikatutako kontrol sistema.

Ohiko berrelikatutako kontrol sistema 1.2 irudian agertzen da adierazita.

$$\frac{0,94}{0,116s + 1} \quad (1.1)$$

Posizio kontrola egiteko xedez, plantaren transferentzia funtzioari irabazia ($K = 0,83$) eta integrazio funtzioa ($\frac{1}{s}$) biderkatu zaizkio, (1.2) erabili da planta gisa.

$$\frac{0,94}{0,116s + 1} \cdot 0,83 \cdot \frac{1}{s} = \frac{0,7802}{s(0,116s + 1)} \quad (1.2)$$

Proporzionala

Kontroladorearen sarrera den erreferentzia (r) eta plantaren irteeraren (y) arteko errore seinalea (e) handitu egiten du irteeran (u).

$$u(t) = K_p \cdot e(t) \quad \frac{U(s)}{E(s)} = K_d$$

Integratzailea

Errore seinalea integratu eta konstante batez biderkatzen du. *Automatic reset* ere esaten zaio funtzio honi.

$$u(t) = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad \frac{U(s)}{E(s)} = \frac{K_i}{s}$$

Deribatzailea

Errore seinalea deribatzen du eta konstante batez biderkatu. *Anticipatory control*, *rate action* edo *pre-act* adierazpideak ditu.

$$u(t) = K_d \frac{de(t)}{dt} \quad \frac{U(s)}{E(s)} = K_d \cdot s$$

Figura 1.3: Azterketarako erabilitako PID kontroladorearen modelo jarraitua.

Figura 1.4: LCD kudeatzailea.



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 2: Medidas y cálculos

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:

2.1.1. Identifikazioa

2.1.2. Laginketa maiztasuna ezartzea



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 3:

Anexos

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:

Txantiloia osatzen duten fitxategiak

Txantiloia osatzen duten fitxategien egitura azaltzen da atal honetan, kokatzeko ezinbestekoak direnak adieraziz. Azterketa zehatzagorako ikus [3.2 eranskina](#) edo jo aitorpenetan adierazitako [iturrietara](#).

main.tex

Txantiloriaren fitxategi nagusia, *document* deklaratu eta beste guztiak kargatzen dituen.

dedicatory.tex

Memoriaren portadaren hurrengo orrialde hutsean adierazten den eskaintza.

intro.tex

Memoriaren lehenengo atalaren edukia, *Sarrera*.

license.tex

Memoriaren bigarren atalaren edukia, *Lizentzia eta aitorpenak*.

state.tex

Memoriaren hirugarren atalaren edukia, *Teknikaren egoera*.

sty_titlepg.tex

Portada nagusiaren edukia.

sty_head.tex

Portada guztien goiburuaren diseinua.

sty_who.tex

Portada guztien oinaren diseinua.

symbols.tex

Ikurren Zerrendaren edukia.

bibliography.bib

Erreferentzia bibliografikoak *BibTeX*en arabera.

images/

logo.png

Portada nagusian erdian agertzen den logoa.

ehu.png

Portaden goiburuan ezkerrean agertzen den logoa.

euiti.png

Portaden goiburuan eskuinean agertzen den logoa.

ychart.tikz

Ereduzko Y-grafikoa TikZ bitartez deskribatua.

config/

config.tex

Konfigurazio fitxategi nagusia, kargatzen denean lehena eta pakete guztiak kargatzeaz gain hainbat komando (ber)ezartzen dituen.

config_basque.tex

Nahiz eta *babel* paketea erabili, euskaraz hainbat gauza formatu egokian adierazi daitezen moldaketak.

config_hdr.tex

Portaden atzeko planoko diseinua (laukizuzena) eta atalaren arabera goiburu eta oinen edukia moldatzea.

config_index.tex

minitoc paketeak eskainitako funtzioetan oinarrituta *DOTs* eta *DOMtIs* komandoak sortzea eta aurkibideen marjinak doitzea.

config_titles.tex

Kapitulu, atal eta azpiatalak aldatzean izenburu berriak eskuratu eta aldagai ezagunetan gor-detzea.

secta/**secta_main.tex**

Ereduzko atal baten fitxategi nagusia.

images/**mod_closedloop.tikz**

Ereduzko irudi bat.

mod_cont_lum.tikz

Ereduzko irudia ekuazio batekin batera.

s3etiny_lcd.tikz

Beste irudi bat.

sectb/**sectb_main.tex**

Ereduzko beste atal baten fitxategi nagusia

sectb_first.tex

Atalaren lehenengo edukiak dituen fitxategia.

sectb_last.tex

Atalaren azkeneko edukiak dituen fitxategia.

anie_vhdl_sat.vhd

listings paketea baliatuz aurkeztutako ereduazko VHDL kodea.

anie_vhdl_pid.vhd

listings paketea baliatuz aurkeztutako ereduazko VHDL kodea.

images/**mod_box.tikz**

Ereduzko irudia TikZ eta kolore ezberdinak erabilita.

vhdl_sat.tikz

Beste bat.

anie_pwm.tikz

Beste bat (PWM sortzailea).

anie_hbridge.tikz

Beste bat (FSM).

measures/**measures_main.tex**

Neurketa eta kalkuluak dokumentuaren fitxategi nagusia.

att/**att_main.tex**

Eranskinak dokumentuaren fitxategi nagusia.

atta.tex

Lehenengo eranskinaren edukia.

attb.tex

Bigarren eranskinaren edukia.

attc.vhd

Hirugarren eranskinaren edukia.

m/

Hirugarren eranskinaren iturriak, *Matlab scriptak*.

tune.m
save_bw.m
save_step.m
save_ts.m

cond/

cond_main.tex
Baldintzen agiria dokumentuko fitxategi nagusia.
cond_adm.tex
Baldintza administratiboak atalaren edukia.
cond_tec.vhd
Baldintza teknikoak atalaren edukia.
cond_eco.vhd
Baldintza ekonomikoak atalaren edukia.
cond_comp.tex
Osagaiak eta ezaugarriak atalaren edukia.

Txantiloiairen oinarrizko erabilera

Txantiloiairen erabilera zuzena da, hau da, dauden fitxategietan edukia beste edozein L^AT_EX dokumentu egin bezala idaztearekin nahikoa dugu. Erabilitako paketeek ezarri litzaketen mugak izan behar ditugu kontuan, eta berriren bat kargatzekotan ordenari erreparatu behar diogu.

Bete beharreko baldintza bakarra dago: goiburuetan azpiatalak ondo adierazi daitezen *titlesubsection* erabili behar da *subsection* ordez¹.

Kodea garbi mantendu eta itxurari dagozkionak ahal den heinean banaturik mantentzeko hainbat fitxategi daude *config* karpetan eta *main.tex* fitxategian zenbait komando berri agertzen dira. Jarraian hauek azalduko dira, kapitulu zein atalak moldatu, gehitu zein kentzeko prozedura adierazteko.

main.tex

```
\documentclass[a4paper,titlepage,10pt,oneside]{report}
```

report klasea dugu oinarri, alde bakarrekoa, DIN A4 formatuarekin. *article* erabili nahi izatekotan, *minitoc* paketeari dagozkion *(do)minitoc*, *(do)minilof* eta *(do)minilot* aginduen kudeaketa aldatu beharko litzateke (ikus *config.tex* eta *config_index.tex*), paketearen dokumentazioan adierazitakoen arabera. Pakete hori erabiltzen ez bada, aldaketa zuzena da.

Orriaren tamainari dagokionez, aldatzekotan kapitulu eta atalen orrietan distantziak berrikusi beharko lirateke (ikus *config_titles.tex*). Letraren tamaina aldatzean ere baliteke aldaketa txikiak somatzea.

```
\usepackage{import}
\inputfrom{./config/}{config.tex}
```

Azpikarpetatan dauden fitxategiak kargatu eta hauetan kokapen erlatiboak erabili ahal izateko *import* paketea kargatu da lehenik, eta honekin *config* karpeta barruko konfigurazio fitxategi nagusia.

```
\begin{document}
```

```
\DOPresetDOTitlepg
```

Dokumentua hasi eta berehala *config.tex* fitxategian definituta dagoen *DOPresetDOTitlepg* komandoak euskaraz aurkezpena zuzenena izan dadin beharreko komandoak exekutatzan ditu, zenbakitzearen eta gaien aurkibidearen sakontasuna ezartzen ditu, kapituluaren zenbakitzea zeroan abiarazten du, *minitoc* eskatutakoak exekutatzan ditu, portada aurkezten du eta orrialde berri batean hasteko prestatzen du dokumentua.

```
\chapter{Aurkibide orokorra} \DOTls
```

Lehenengo kapitulua, zerogarrena, *Aurkibide orokorra* dugu. *config_index.tex* fitxategian definitutako *DOTls* komandoak orrien zenbakitzea erromatarrera aldatu eta *tableofcontents*, *listoffigures* eta *listoftables* exekutatzan ditu. Sekzio bezala gehitzen ditu aurkibidera, eta baten batek orri bat baino gehiago izatekotan goiburuak bat etor daitezen ezartzen ditu. Azkenik, berriz ere aldatzen du orrien zenbakitzea arabiarreara eta 1 balioa esleitzen dio.

```
\chapter{Memoria}
\pagestyle{empty}\input{dedicatory}\pagestyle{body}
\DOTm{DOTmtoc\DOTmlof\DOTmlot\DOTmls}
```

¹ GNU/Linuxen *grep* erabilia zuzenean egin dezagu bihurketa.

Memoriaren hasiera adierazi eta berehala, goiburu eta oinik ez dituen estiloa ezartzen da eskaintza aurkezteko, *config_hdr.tex* fitxategian definitutako eta orokorrean erabiliko den *body* estilora bueltatu baino lehen.

DOmtls komandoak, *DOtlsek* egin antzera zenbakitzea eta goiburuak moldatuz, kapituluko gaien aurkibidea (*DOmtoc*), irudien zerrenda (*DOmlof*), taulen zerrenda (*DOmlof*) edota ikurren zerrenda (*DOmlos*) aurkezten ditu. Lehenengo hirurak sortzeko *minitoc* packageak eskaintakoak erabiltzen diren bitartean, ikurren zerrendak zuzenean *symbols.tex* fitxategiko edukia kargatzen du.

```
\include{intro}
\include{license}\label{lic}
\include{state}
```

Memoriaren atalak dituzten fitxategiak zuzenean *include* edo *input* bitartez kargatzen dira. Lehenengo *main.tex* fitxategian baino ezin daiteke erabili, beste fitxategi guztietan *input* erabiltzen da.

```
\subincludefrom{./secta/}{secta_main}
\subincludefrom{./sectb/}{sectb_main}
```

Hainbat fitxategi dituzten atalak karpeta banatueta gordetzen dira eta *main.tex*en fitxategi bakarra kargatzen da. Honek atal aldaketa txikiak eginez horiek banatu eta bakarrik konpilatzea ahalbidetzen du, eta egitura aldatu barik hainbat atal gehitzea.

```
\chapter{Neurketak eta kalkuluak} \DOmtls{\DOmtoc}
\subincludefrom{./measures/}{measures_main}
```

```
\chapter{Eranskinak} \DOmtls{\DOmtoc}
\attref
\subincludefrom{./att/}{att_main}
\ordref
```

```
\chapter{Baldintzen agiria} \DOmtls{\DOmtoc}
\subincludefrom{./cond/}{cond_main}
```

```
\chapter{Aurrekontua}
```

Azaldutako tresna berdinak erabilia kargatzen dira hurrengo kapituluak. Ikus daitekeenez hauetan gaien aurkibidea aurkezten da soilik. *Eranskinak* dokumentuaren edukia kargatu baino lehen adierazitako *attref* komandoak atalen zenbakitzea alfabetora aldatzen du (ikus *config_index.tex*). Dokumentuaren bukaeran berriz ere bueltatzen da hasierako aurreko konfiguraziora (*ordref*, ikus *config_basque.tex*).

```
\nocite{*}
\chapter{Bibliografia}
\bibliographystyle{ieeetr}
\fancyhead[L]{\slshape \nouppercase{\bibname}}
\bibliography{bibliography}
```

Erreferentzia guztiak (estekatutakoak eta estekatu gabekoak) aurkezteko *nocite** deitu ostean, *Bibliografia* kapituluak hasi, estiloa aukeratu, orrialde bat baino gehiago izatekotan itxura egokia aurkezteko goiburua moldatu eta *bibliography.bib* fitxategia kargatzen du.

```
\end{document}
```

config/config.tex

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
```

Karaktereen kodeketa adierazteko.

```
\usepackage[spanish,basque]{babel}
\selectlanguage{basque}
```

Tituluak batez ere, eta beste hainbat aukera, lokalizatzeko. Gaztelera kargatzen da izen propioak erabiltzean \tilde{n} eta azentu-markekin arazorik ez izateko.

```
\usepackage[left=3.5cm, right=1.5cm, top=2.5cm, bottom=2.5cm]{geometry}
```

Normak adierazitako marjinak ezartzeko.

```
\usepackage{graphicx}
```

Irudiak txertatzeko.

```
\usepackage[numbers]{natbib}
```

Erreferentzia bibliografikoak testuan adieraztean $[X]$ itxuraz adierazi daitezten.

```
\usepackage[font=scriptsize,format=plain,labelfont=bf,textfont=it,
justification=centerlast]{caption}
```

Irudi eta taulen oinen itxura moldatzeko.

```
\usepackage{indentfirst}
```

babel paketeak gaztelera paragrafo bakoitzaren lehenengo lerroari ezkerreko marjina handiagoa jartzen dio, baina euskaraz ez. Honek egitera bortxatzen du, baina kontuz ibili beharko dugu irudiak eta taulak erdiratzerakoan.

```
\usepackage{multirow}
```

Tauletan zutabe edo lerro anitz hartzen dituzten gelaxkak erabiltzeko.

```
\usepackage{eurofont}
```

€ sinboloa erabiltzeko.

```
\usepackage[usenames,dvipsnames]{xcolor}
\colorlet{urlcolor}{purple!65!black}
\colorlet{ilcolor}{violet!65!black}
```

Esteketan, irudietan eta grafikoetan koloreak definitzeko aukera ugari izateko.

```
\usepackage{listings}
\lstset{
  language=VHDL,
  basicstyle=\color{Blue}\footnotesize\ttfamily,
  commentstyle=\color{CadetBlue},
  stringstyle=,
  identifierstyle=\color{Black},
  backgroundcolor=\color{black!10!white},
  columns=fixed,
  extendedchars=true,
  breaklines=true,
  numbers=none
}
```

Lengoaia ezberdinetan idatzitako kodea dokumentuan txertatzeko. Eredu gisa erabili den VHDL kodea aurkezteko ausazko aurkezpenaren hautaketa.

```
\usepackage{tikz,pgfplots}
\usetikzlibrary{shapes,arrows}
\usepackage{tikz-timing}
```

Irudiak, grafikoak eta kronogramak egiteko.

```
\usepackage[hyphens]{url}
\usepackage[
  bookmarks=true,
  unicode=true,
  pdftitle={Karrera Amaierako Proiektuak idazteko LaTeX txantiloia},
  pdfsubject={},
  pdfauthor={Unai Martinez Corral},
  linktoc=all,
  colorlinks=true,
  linkcolor=ilcolor,
  urlcolor=urlcolor,
  citecolor=Blue,
  plainpages=false,
]{hyperref}
```

Dokumentuko erreferentziak estekatzeko eta irteerako PDF fitxategiaren propietateak ezartzeko.

```
\parskip=2mm
```

Paragrafoen arteko tartea ezartzea.

```
\usepackage{amsmath}
\numberwithin{figure}{chapter}
\numberwithin{table}{chapter}
\numberwithin{equation}{chapter}
```

Irudi, taula eta ekuazioen zenbakitzea kapitulu bakoitzean berrabiatzeko.

```
\usepackage{etoolbox}
```

Komandoei dei egitean exekutatu baino lehen bitarteko ekintzak burutzeko.

```
\input{config_titles}
\input{config_hdr}
\input{config_basque}
\input{config_index}
```

Funtzio zehatzen konfigurazioa: portadak eta atalek goiburuak, bestelako goiburu eta oinak, euskaraz erabiltzeko hobekuntzak eta aurkibideak aurkeztea.

```
\usepackage[basque,loose]{minitoc}
%\usepackage{mtcoff}
\setcounter{minitocdepth}{4}
\setlength{\mtcindent}{0pt}
\renewcommand{\mtcfont}{\small\rm}
\renewcommand{\mtcSfont}{\small\bf}
\nomtrule \nomlfrule \nomltrule
```

Kapitulu bakoitzean aurkibideak eta zerrendak aurkeztea ahalbidetzen duen paketea kargatzea eta hainbat parametro ezartzea. Hauen artean garrantzitsuena *setcounterminitocdepth* dugu, aurkibideek aurkeztuko duten sakontasuna adierazten baitu: 0-kapitulua, 1-atala, 2-azpiatala, 3-azpiazpiatala edo 4-paragrafoa. Besteek letra mota ezartzen dute eta zerrenden inguruko lerroak ezabatzen dituzte.

```
\newcommand{\D0presetD0titlepg}{  
\ordref  
\setcounter{secnumdepth}{3}  
\setcounter{tocdepth}{1}  
\addtocounter{chapter}{-1}  
\dominitoc[e]  
\dominilof[e]  
\dominilot[e]  
\input{sty_titlepg}  
\clearpage\pagestyle{body}  
}
```

Dokumentua hasi eta berehala *config-basque.tex* fitxategian definitutako *ordref* komandoak euskaraz elementuen izenak ondo adierazi daitezen moldaketak burutzen ditu.

Atalak zenbakitzeko erabiliko den sakontasuna adierazten da ondoren (3-azpiazpiatala), eta aurkibide nagusiak aurkeztuko duena (1-atala). Kapituluaren zenbakitzea zeroan hasteko izendatuari bat kentzen zaio.

*minitoc*ek eskatutako komandoak adierazten dira, izenbururik gabe aurkezteko parametroarekin (*/e*). *config-index.tex* fitxategian ikus daitekeenez izenburuak banaturik sortzen dira, lan osoaren estiloa mantentzeko.

Portada aurkezten da azkenik, eta berehala orrialde huts berri batean estilo orokorra ezarri.

3.3

Beste eranskin bat

tune.m

```
P=6;
I=0.125;
D=0.25;
Tf=.01;
Ts=0.011;
sat=12;
sTs=Ts/3;
```

save_bw.m

```
% sTs -> Scope Sample Time
% Min Simulation Time sTs*samples
% bw.dat

clear;
tune;

sTs=Ts/3;
samples = [325,300];
freq_range = [0.01,15];
names={'y' 'u' 'mag' 'deg' '.dat'};
models={'cont','discrete','contdfilt'};

labels=strcat('freq');
in = frest.Sinestream('Frequency', linspace(freq_range(1),freq_range(2),samples(2)), 'FreqUnits','Hz');

towrite=0;

for n=1:3
    mdl=char(strcat('PID_',models(n)));

    sysest=0; simout=0; mag=0; phase=0; freq=0;

    [sysest,simout] = frestimate(mdl,getlinio(mdl),in);
    [mag,phase,freq]=bode(sysest);

    for m=1:2
        labels=strcat(labels,'\t',names(2+m),'_',models(n));
    end

    towrite(1:samples(2),(2*n),1)=20*log10(mag(1,1,1:samples(2)));
    towrite(1:samples(2),(2*n)+1,1)=phase(1,1,1:samples(2));
end

towrite(1:samples(2),1)=freq(1:samples(2))/(2*pi);

filetowrite = fopen(char(strcat('bw',names(5))), 'wt');
fprintf(filetowrite, char(labels));
fclose(filetowrite);
dlmwrite(char(strcat('bw',names(5))), towrite, '-append', 'delimiter', '\t', 'precision', '%.3f', 'roffset', 1);
```

save_ts.m

```
% sTs -> Scope Sample Time
% Min Simulation Time sTs*samples
% ts.dat

clear;
tune;

sTs=.01;
mdl='PID_discrete';
names={'y' 'u' 'cont'};
```

```

samples = [300];
Tp=1.1;
mul=[2,5,10,30,50,100];

labels=strcat('t','\t','ref');
for m=1:2
    labels=strcat(labels,'\t',names(m),'_',names(3));
end

towrite=0;

for n=1:6
    Ts=Tp/mul(n);

    y=0; u=0; data=0;

    sim mdl;
    data.y=y;
    data.u=u;

    for m=1:2
        labels=strcat(labels,'\t',names(m),'_',sprintf('%i',mul(n)));
    end

    towrite(1:samples,2*n+3)=data.y.signals.values(1:samples,2);
    towrite(1:samples,2*n+4)=data.u.signals.values(1:samples);
end

towrite(1:samples,1)=data.y.time(1:samples);
towrite(1:samples,2)=data.y.signals.values(1:samples);

mdl=char(strcat('PID_',names(3)));

y=0; u=0; data=0;

sim(mdl);
data.y=y;
data.u=u;
towrite(1:samples,3)=data.y.signals.values(1:samples,2);
towrite(1:samples,4)=data.u.signals.values(1:samples);

filetowrite = fopen(char('ts.dat'),'wt');
fprintf(filetowrite,char(labels));
fclose(filetowrite);
dlmwrite(char('ts.dat'),towrite,'-append','delimiter','\t','precision','%3f','roffset',1);

```

save_step.m

```

% sTs -> Scope Sample Time
% Min Simulation Time sTs*samples
% step.dat

clear;
tune;

sTs=.005;
samples = [300];
names={'y' 'u' '.dat'};
models={'cont','discrete','contdfilt','fp'};

labels=strcat('t','\t','ref');
towrite=0;
for n=1:4
    mdl=char(strcat('PID_',models(n)));
    y=0; u=0; data=0;
    sim(mdl);
    data.y=y;
    data.u=u;

    for m=1:2
        labels=strcat(labels,'\t',names(m),'_',models(n));
    end
end

```

```
towrite(1:samples(1),(2*(n+1))-1)=data.y.signals.values(1:samples(1),2);
towrite(1:samples(1),2*(n+1))=data.u.signals.values(1:samples(1));
end

towrite(1:samples(1),1)=data.y.time(1:samples(1));
towrite(1:samples(1),2)=data.y.signals.values(1:samples(1));

filetowrite = fopen(char(strcat('step',names(3))), 'wt');
fprintf(filetowrite, char(labels));
fclose(filetowrite);
dlmwrite(char(strcat('step',names(3))),towrite, '-append', 'delimiter ','\t', 'precision
', '%.3f', 'roffset', 1);
```



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 4: Pliego de condiciones

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 5: Presupuesto

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA
INDUSTRIAL DE BILBAO**

GRADO EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

TRABAJO FIN DE GRADO



Documento 6: Bibliografía

DATOS DEL ALUMNO

Zorion Gamboa Puente
zgamboa001@ikasle.ehu.eus
72406709-H

FDO.:
FECHA: 5 de junio de 2015

DATOS DEL DIRECTOR

Joseba A. Sáinz de Murieta Mangado
joseba.sainzdemurieta@ehu.eus
Ingeniería de Sistemas y Automática

FDO.:
FECHA:

- [06] *Spartan-3e starter kit board, user guide*, Xilinx, Inc., mar. de 2006.
- [MM09] U. Martinez Corral y A. Martin Uribarri, *Ordenagailu-haizagailuak kontrolatu eta ikusteko sistema (ohkis)*, Eragingailu Logiko Programagarriak Ditutzen Sistema Digitalak - Bilboko IITUE - UPV/EHU, jun. de 2009.
- [PG09] P. Pique y W. Grega, "Speed analysis of a digital controller in time critical applications", *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, vol. 3, págs. 57-61, 2009.
- [SS11] M. Santina y A. R. Stubberud, "The control handbook, control system fundamentals", en, 2.^a ed. CRC Press, imprint of Taylor & Francis Group, LLC, 2011, cap. 15. Sample-Rate Selection, Edited by W.S. Levine.
- [Vis06] A. Visioli, *Practical PID Control*, ép. Advances in industrial control (AIC). Springer-Verlag London Limited, 2006, Edited by M.J. Grimble and M.A. Johnson.