

Implantació d'un nou pla d'estudis d'electricitat industrial i automatismes a un centre de formació professional a Conakry mitjançant el desenvolupament de nous laboratoris i la formació de professors i personal tècnic.

Pág. 1

RESUM

La present memòria explica la feina realitzada per dos alumnes de l'ETSEIB-UPC en un centre de formació professional a Conakry (capital de Guinea). Aquesta feina es va dur a terme entre octubre del 2006 i juliol del 2007 en un centre que pertany a La Salle.

La feina dels projectistes continua el treball realitzat per quatre estudiants de l'ETSEIB-UPC que hi van treballar amb anterioritat. La idea de fer aquest projecte a Conakry sorgeix de l'ONGD ETNIA que té com a objectiu fomentar l'ensenyament tècnic a l'Àfrica. És aquesta organització qui es posa en contacte amb La Salle i amb el Departament d'Enginyeria Elèctrica i el CITCEA-UPC, demanant-ne la seva col·laboració.

La feina dels autors es va centrar en l'especialitat d'electricitat industrial impartida al centre i va consistir en la preparació de diferent material didàctic, en la formació d'alguns professors i en la preparació de cursos per a empreses. Una de les tasques més importants va ser la confecció de diverses plataformes didàctiques amb les seves corresponents pràctiques. Aquestes pràctiques a part de ser les que s'inclouen al nou pla d'estudis es feien servir per a la formació dels professors. Es poden dividir en tres grans grups: lògica cablejada, autòmats industrials i variadors de freqüència.

L'especialitat d'electricitat industrial feia anys que existia al centre, però se l'ha volgut dotar de nou material i continguts així com donar-li un altre enfoc per a actualitzar els continguts de l'assignatura.

Aquesta memòria presenta la feina realitzada separant-la en dues parts. Una part que es podria qualificar com a social on s'inclou informació de la situació actual del país, del funcionament del centre, de l'abast i objectius del projecte, del funcionament de les classes impartides...etc i una altra part on es tracta la part més purament tècnica de la feina, on s'expliquen les plataformes que s'han fet.





SUMARI

1. INTRODUCCIÓ	5
1.1. Objectius i abast.....	5
1.2. Associacions implicades	7
2. MARC GENERAL	11
2.1. Situació geogràfica.....	11
2.2. Economia i recursos del país.....	13
2.3. Població.....	15
2.4. Història recent	16
2.5. Política.....	17
2.6. Educació.....	19
3. ENSENYAMENT I TECNOLOGIA A GUINEA	21
4. FASE DE FORMACIÓ DE PERSONAL QUALIFICAT	23
4.1. Treball previ.....	23
4.2. Funcionament del centre	25
4.3. Treball realitzat a Conakry	26
4.3.1. Classes impartides	27
4.3.2. Cursos professionals	30
4.3.3. Organització de pràctiques i laboratoris.....	32
4.3.4. Seguiment de la primera fase del projecte	34
4.3.5. Manteniment elèctric del centre	34
5. PLATAFORMES DESENVOLUPADES	36
5.1. Lògica cablejada	36
5.1.1. Plataformes desenvolupades.....	36
5.1.2. Pràctiques realitzades	39
5.2. Autòmat industrial WAGO.....	42
5.2.1. Característiques de l'autòmat.....	43
5.2.2. Característiques del software.....	47
5.2.3. Plataformes realitzades	48
5.2.4. Pràctiques realitzades	59



5.3.	Autòmat industrial TSX Micro	62
5.3.1.	Característiques de l'autòmat	62
5.3.2.	Característiques del software	64
5.3.3.	Plataformes desenvolupades	65
5.3.4.	Pràctiques realitzades	66
5.4.	Variadors de freqüència	67
5.4.1.	Pràctiques realitzades	69
6.	PRESSUPOST	71
7.	IMPACTE AMBIENTAL	78
8.	CONCLUSIONS	79
9.	AGRAÏMENTS	82
10.	BIBLIOGRAFIA	84

ANNEXOS

ANNEX A: Pràctiques realitzades

ANNEX B: Cursos professionals

ANNEX C: Esquemes de connexions

ANNEX D: Arxius de suport teòric

ANNEX E: Manuals d'utilització

ANNEX F: Exàmens fets als professors

ANNEX G: Currículum dels professors

ANNEX H: Taules del pressupost

ANNEX I: Reportatge fotogràfic



1. INTRODUCCIÓ

1.1. Objectius i abast

La present memòria tracta d'un projecte de cooperació realitzat en un centre de formació professional de Conakry, la capital de la República de Guinea, a l'Àfrica occidental.

Degut a les condicions de vida i a l'emigració massiva de població africana cap a Europa que s'està duent a terme durant els darrers anys, els projectistes pensen en la importància que té avui en dia la cooperació amb països en vies de desenvolupament. D'aquesta manera, pensen que una de les formes de poder frenar aquest èxode és fent que puguin tenir una vida digna als seus països d'origen, i per a aconseguir això creuen que una de les eines més importants és l'educació. És així com neix la motivació per a realitzar aquest projecte durant vuit mesos a la República de Guinea.

Tot i això, l'origen del projecte ve degut a que l'ONGD ETNIA (Ensenyament i TecNologia a l'Àfrica) es va posar en contacte amb La Salle per a dur a terme un projecte de cooperació. Aquesta institució va facilitar a ETNIA el contacte del director del centre de formació professional de la Salle a Conakry (Pedro María Astigarraga). Juntament amb el CITCEA-UPC, van acordar de realitzar un projecte que començava per modernitzar tant els coneixements tècnics que s'impartien com el material del centre; per acabar creant, al cap d'uns anys, un parc tecnològic on empreses locals i estrangeres hi podrien invertir, creant nous llocs de treball.

L'any 2006, quatre estudiants d'enginyeria industrial de la UPC (Paloma Panero, Víctor Naharro, Íñigo Echeverria i Elena Martínez) sota la supervisió de professors de l'ETSEIB (Escola Tècnica Superior d'Enginyers Industrials de Barcelona) i de Javier Larios (membre de l'ONGD ETNIA) van adequar un nou pla d'estudis a les especialitats d'electrònica i d'electricitat i van crear un laboratori pilot per a fer pràctiques amb el material tècnic portat des de Barcelona.



El present projecte tracta de la continuació de la feina que van fer els anteriors quatre estudiants. S'han creat noves pràctiques i formant a professors nadius en electricitat industrial i automatismes en consonància amb els nous coneixements impartits als professors i adequant nous laboratoris on sigui possible dur a terme les pràctiques creades. Aquesta feina sempre s'ha fet sota el consell i la supervisió, des de Barcelona, d'Oriol Gomis (professor al Departament d'Enginyeria Elèctrica de la UPC i membre del CITCEA) i, des de Conakry, de Javier Larios (membre d'ETNIA).

Els objectius del projecte són, bàsicament:

- **La formació de professors nadius en electricitat industrial i automatismes.** S'han format professors del centre en les matèries esmentades durant un període de vuit mesos per tal que, a partir de l'any següent, puguin formar als alumnes del centre de l'especialitat d'electricitat industrial.
- **La redacció de noves pràctiques amb les que es pugui treballar amb els nous coneixements i material adquirits.** S'han redactat noves pràctiques que s'han dut a terme amb els professors en formació, i que aquests posteriorment realitzaran amb els alumnes del centre. Les pràctiques es poden dividir en tres camps diferents: lògica cablejada, autòmats industrials i variadors de freqüència.
- **La creació d'un laboratori d'electricitat industrial i un d'autòmats industrials.** S'han creat diferents plataformes que es situaran en nous laboratoris del centre on s'impartiran les pràctiques creades en el present projecte.
- **La formació de personal tècnic d'empreses amb fàbriques situades a la República de Guinea.** S'han creat dos cursos diferents per a treballadors de fàbriques del país: un curs sobre la utilització de variadors de freqüència i un altre sobre la programació d'autòmats industrials.

Amb aquest projecte, el que es pretén aconseguir és que els alumnes del centre que cursin l'especialitat d'electricitat industrial surtin preparats per a les necessitats que pot tenir avui en dia una fàbrica o empresa situada al país. S'ha treballat molt en l'aspecte pràctic de les assignatures. Fins al moment, la majoria d'assignatures tenien un caire massa teòric, evitant que els alumnes poguessin aprofundir en la part pràctica. La filosofia del projecte ha estat la de dotar a aquestes assignatures d'una part pràctica ben fonamentada per tal que els alumnes acabin els seus estudis al centre capacitats per a posar-se a treballar en empreses



de forma immediata. D'aquesta manera, també s'han millorat aspectes de coneixements que ja s'impartien gràcies a la utilització de material modern que s'ha dut des de Barcelona, tot adequant noves pràctiques per a poder explotar al màxim possible el nou material adquirit.

Fins ara, a tota la República de Guinea no hi havia cap centre de formació on s'ensenyés a utilitzar un autòmat industrial, el que fa que aquest tema sigui de capital importància dins del projecte. Malgrat no haver-hi personal autòcton qualificat en l'àmbit dels autòmats programables, en algunes de les empreses del país se n'utilitzen, el que fa que sempre hagin de dependre de personal estranger per a programar-los i fer-ne el manteniment. D'aquí la importància que pren el projecte, ja que gràcies a ell es podrien crear nous llocs de treball per a gent del país que estaria qualificada per realitzar una feina que abans no podien fer.

La memòria està estructurada de la següent manera. Primer es fa una explicació general de la situació del país. Acte seguit s'explica el projecte general que s'està duent a terme a Guinea, del qual el present projecte en forma part. Després es passa concretament a la feina realitzada pels projectistes sense entrar en terreny tècnic, que és el que s'explica en detall al capítol següent. Per finalitzar es fa un càlcul del pressupost i de l'impacte ambiental acabant amb les conclusions extretes després de fer tota la feina. Als annexos s'hi poden trobar tots els arxius redactats per als professors, ja siguin pràctiques, cursos professionals o arxius de suport teòric. També s'explica més en detall algun punt de la memòria així com un petit reportatge fotogràfic del projecte.

1.2. Associacions implicades

Les entitats i empreses detallades a continuació són les que han fet possible la realització d'aquest projecte:

ETNIA (Ensenyament i TecNologia a l'Àfrica)



ETNIA és una entitat orientada a fomentar la docència i la tecnologia a l'Àfrica. Aquest projecte neix en un entorn universitari fruit de la col·laboració d'estudiants i professors universitaris, amb l'objectiu de potenciar coneixements i tecnologia als països africans en vies de desenvolupament. ETNIA adquireix un compromís de professionalitat i responsabilitat per a coordinar tant escoles com centres de producció que afavoreixin el desenvolupament dels pobles africans. Tot això es du a terme aprofitant les característiques i eines de les que disposen: la seva formació professional, tècnica i humana.

ETNIA està formada per dues parts diferenciades: la part social o ONGD (Organització No Governamental de Desenvolupament) i la part empresarial SCP (Societat Civil Privada). Aquesta part és la que proporciona els medis econòmics per a la realització de projectes a l'Àfrica. Actualment els seus principals objectius són formar tècnics capaços de gestionar i mantenir les empreses africanes i disposar de parcs tecnològics a diferents centres de formació professional a l'Àfrica per a millorar les relacions entre les empreses autòctones i els centres de formació possibilitant també inversions d'empreses estrangeres.

CITCEA (Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments)



El CITCEA-UPC és un centre d'innovació tecnològica que pertany a la UPC (Universitat Politècnica de Catalunya) i està especialitzat en equips elèctrics i electrònics, aplicacions mecatròniques, control de màquines elèctriques, energies renovables i gestió de la xarxa elèctrica. Du a terme una intensa activitat de formació dirigida a particulars i empreses amb el màster en mecatrònica, cursos professionals, cursos de postgrau, formació a mida per a empreses i formació *on-line*. El CITCEA forma part de la Xarxa de Centres de Suports a la Innovació Tecnològica (XIT) de la Generalitat de Catalunya i col·labora amb altres centres de la xarxa, formant equips multidisciplinaris per a cobrir totes les necessitats de I+D de les empreses.



El CITCEA ha col·laborat àmpliament amb el projecte formant als projectistes. D'aquesta manera, s'ha assegurat que els realitzadors del projecte tenen els coneixements necessaris per a dur a terme la feina que se'ls ha proposat. També ha dut a terme la supervisió del treball realitzat pels projectistes durant els vuit mesos d'estància a Conakry. D'altra banda, ha col·laborat en la donació de material per a renovar les instal·lacions del centre de formació professional de La Salle a Conakry.

CCD-UPC (Centre de Cooperació per al Desenvolupament)



Centre de Cooperació per al Desenvolupament
Universitat Politècnica de Catalunya

El CCD és una entitat sense ànim de lucre, que neix al 1992 com iniciativa del Consell Social de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Aquest centre està plenament integrat a la UPC, des d'on s'impulsa i es dóna suport a iniciatives de cooperació on poden participar tots els membres de la comunitat universitària.

El CCD ha col·laborat amb el projecte subvencionant els bitllets d'avió i els visats dels dos projectistes.

La Salle



La Salle és una institució religiosa que es dedica a l'educació, implantada a gairebé un centenar de països. Els centres de La Salle reben el seu nom de Saint Jean Baptiste de la Salle qui, a finals del s. XVII es va associar amb uns mestres per a mantenir escoles



dedicades als nens pobres. Amb ells va fundar el “Instituto de los Hermanos de las Escuelas Cristianas”.

La Salle ha col·laborat amb el projecte possibilitant als projectistes formar als professors i alumnes del seu centre de formació professional de Conakry.



2. MARC GENERAL

2.1. Situació geogràfica

La República de Guinea està situada a la costa oest d'Àfrica. Segons les dades de [23], a mitja distància entre l'Ecuador i el tròpic de Càncer, entre els paral·lels 7è i 13è i té una extensió de 245,857 km². Està limitada a l'oest per l'oceà Atlàntic, que banya 320 km de costa, al nord-oest per Guinea-Bissau, al nord per Senegal, al nord-est per Mali, a l'est per Costa d'Ivori i al sud per Sierra Leona i Liberia. A la Fig. 2.1 es situa la República de Guinea a l'Àfrica. A la Fig. 2.12 es detalla la ubicació dels nuclis urbans més importants del país ressaltant Conakry, la seva capital i indret on s'ha dut a terme el projecte.



Fig. 2.1 Situació geogràfica de la República de Guinea al continent africà





Fig. 2.2 Detall dels principals nuclis urbans de la República

El país es divideix en quatre regions naturals molt contrastades, anomenades segons la seva posició respecte al mar. La Basse Guinée està situada a l'oest i al sud-oest del país. Està delimitada per l'Atlàntic i dominada a l'est per una cadena muntanyosa, el massís de Fouta Djalon. En aquesta regió és on es troba la capital del país, Conakry, amb el 34% de la població total del país.

La Moyenne Guinée, al nord, fa frontera amb Senegal i arriba fins a Fouta Djalon ocupa el 25% de la superfície del país i conté el 25% de la seva població.

La Haute Guinée està situada al nord-est del país. Aquí és on es rep l'aigua del Níger i els seus afluents (Tinkisso, Mafou, Nianda, Milo, Fié i Sankarani). Representa el 40% de la superfície total del país i el menor percentatge de població, el 20%.



Per últim hi ha la regió de la Guinée Forestière, que està coberta pràcticament en la seva totalitat per selva. Ocupa el 20% de la superfície total del país i té el 21% de la població.

Per la seva situació geogràfica, la República de Guinea està dividida en dues zones climàtiques: la zona tropical a la major part del territori i la zona subequatorial al sud-est del país. El clima, de tipus tropical, està marcat per dues estacions, la seca i la de pluges.

A la Fig. 2.3 es pot veure com estan situades les diferents regions al país:

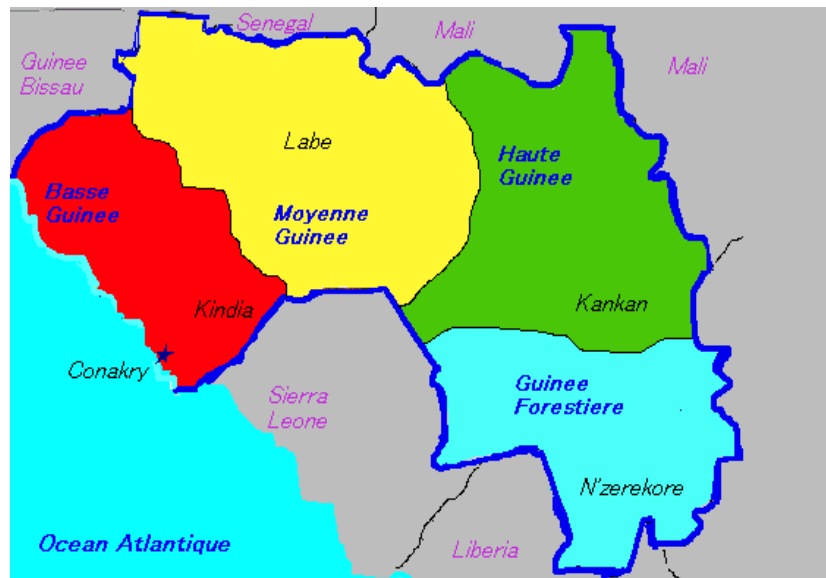


Fig. 2.3 Situació de les quatre regions de la República de Guinea

2.2. Economia i recursos del país

La moneda del país és el franc guineà (FG). Degut a la inflació i a la mala gestió de l'economia del país, el franc guineà es devalua quasi diàriament. Cal apuntar que la moneda a tota l'Àfrica de l'Oest francòfona, excepte a la República de Guinea, és el franc CFA. Aquesta moneda és molt més forta i estable, ja que el canvi respecte a l'Euro és sempre fix.



Segons les dades de [23], tot i que la situació econòmica del país va millorar amb el govern de Lansana Conté, actual cap de l'estat, la República de Guinea representa una de les poblacions més pobres del món. Segons el IDH (Índex de Desenvolupament Humà) de l'informe del desenvolupament humà del PNUD (Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament) del 2006, la República de Guinea ocupa la posició 160 tenint només 17 països per darrere. El creixement anual mig s'ha establert en un 2,5% i el rati d'inflació és d'un 29%, tot i que la variació d'aquestes dades és continuada.

Durant tota l'estància dels projectistes, la inflació ha variat desorbitadament. Una mostra no n'és solament la devaluació de la moneda, sinó també la variació del preu del litre de carburant, que no va deixar d'augmentar durant els primers quatre mesos d'estància dels projectistes. Més d'un 40% de la població guineana viu per sota de la línia límit de pobresa.

Un altre gran problema que té el país és la corrupció. Segons l'organització Transparència Internacional, la República de Guinea és el país més corrupte de tota l'Àfrica i el quart més corrupte del món [22]. Aquest fet no fa més que dissuadir als països desenvolupats a fer-hi inversions.

La República de Guinea és un país amb molt potencial, dotat d'importants fonts mineres com la bauxita (mineral utilitzat a la producció de l'alumini). Aquest país és el segon productor de bauxita a nivell mundial, amb un 30% en reserves. També disposa d'altres minerals com ferro, jaciments d'or concentrats, diamants, coure, manganès i urani; encara que aquests últims no han estat explotats encara. La composició de la població per sectors és la següent: agricultura 23,7%, indústria 36,1% i serveis 40,2%. [23]

El país té una forta dependència del petroli, degut a que la totalitat del transport i gran part de l'obtenció d'electricitat es fa mitjançant benzina o gasoil. Tot i això, el preu d'un litre de benzina no dista massa del que es paga a Espanya. Un litre de benzina costa uns 0,75€, el que fa que un treballador amb un sou mensual mig (250.000FG/mes, menys de 25€) no pugui pagar el dipòsit sencer d'un automòbil en un mes.



El port de Conakry representa la porta d'entrada i sortida del comerç internacional. Els hidrocarburs representen el 26% de les importacions totals, i la bauxita representa el 67% de les exportacions locals. A la Fig. 2.4 es pot veure el port comercial de Conakry.



Fig. 2.4 Port comercial de Conakry

La República de Guinea és considerada la font d'aigua de l'Àfrica de l'Oest degut a que durant l'estació de pluges, de juny a setembre, pot arribar a ploure fins a uns 3.600l/m^2 . [16]

2.3. Població

S'estima, segons [23], que la República de Guinea té una població de 9,6 milions d'habitants, amb un 2,6% de taxa de creixement anual, on el 44% de la població té menys de 15 anys, sent l'edat mitja de la població de 17,7 anys. L'esperança de vida és de 49,5 anys i la taxa de mortalitat infantil és de 90 morts per cada 1000 naixements d'infants vius, amb una mitja de 5,79 fills per dona.

El 65% de la població es troba en zones rurals, mentre que la resta viu a les ciutats. La densitat de població és, de mitja, de $38,2\text{ hab/km}^2$. Com a la major part dels països costers



africans, un moviment de població de l'interior cap a les zones costaneres ha conduït a una urbanització molt ràpida i descontrolada. Per exemple Conakry allotja al voltant de 3,5 milions d'habitants.

Les quatre regions naturals de la República de Guinea tenen característiques etnològiques i lingüístiques específiques i compten amb 30 grups ètnics diferents d'entre els que destaquen: els *peulhs*, els *malinkés* i els *soussous*. Al voltant del 85% de la població és musulmana, del 3 al 5% és cristiana i la resta són animistes.

La llengua oficial del país és el francès des de 1985, tot i que coexisteixen amb altres, d'entre les que destaquen: el *pular*, el *malinké* i el *soussou*.

2.4. Història recent

El 17 de desembre de 1891 comença la colonització francesa al país. Seixanta anys més tard, al 1958, durant el referèndum franc-africà proposat pel general francès Charles de Gaulle, Ahmed Sékou Touré (líder unionista i principal impulsor de la independència guineana) va declarar que Guinea preferia "llibertat amb pobresa que prosperitat sota l'esclavitud". D'aquesta manera, Guinea es va convertir en la primera colònia francesa independent del país gal. Aquest fet ha marcat als guineans d'una forma molt significativa.

Posteriorment, al novembre del mateix any, Ahmed Sékou Touré es va convertir en el primer president de la República de Guinea. Sense el recolzament econòmic que donava França, Touré va decantar les seves relacions internacionals a la URSS, Iugoslàvia i Cuba, encara que no per massa temps. El govern va continuar amb una línia socialista, començant al 1967 amb una campanya de revolució basada en el model xinès amb granges a càrrec de l'estat, però va ser un desastre. Més d'un milió de guineans van emigrar als països veïns.

Al 1970, amb la invasió portuguesa, Ahmed Sékou Touré va radicalitzar la seva postura resultant cruel amb els seus oponents polítics. Onades de detinguts, presoners condemnats a mort i tortures. Al 1976, Ahmed Sékou Touré va culpar a la població *peulh* d'atemptar contra el govern i milers d'ells es van haver d'exiliar.



Ahmed Sékou Touré va morir al 1984. Dies més tard, un cop d'estat de l'armada fa que Diarra Traoré es converteixi en primer ministre i Lansana Conté en el president de la República de Guinea.

Al 1993, Lansana Conté és escollit a les eleccions presidencials "pluralistes". Al 1998 és reescollit per un període de 5 anys. Al 2001 es va realitzar un referèndum que va augmentar el període de mandat presidencial de 5 a 7 anys i es va suprimir la limitació lligada a l'edat o al número de mandats. Actualment la salut del president és molt delicada.

Al gener del 2007, durant l'estància dels projectistes, els sindicats del país van convocar una vaga general per a demanar el nomenament d'un primer ministre que pogués dur a terme les funcions del president ja que, degut al seu mal estat de salut, aquest no podia governar tot sol un país que anava cada cop més cap a la decadència; a part, es demanava la reducció del preu del sac d'arròs (principal aliment) i del carburant. Després d'aproximadament un mes de vaga, Lansana Conté nomena a un primer ministre que la població i els sindicats rebutgen fet que porta a grans movilitzacions ciutadanes; degut a aquest fet el president declara estat de setge a tot el país, donant plens poders als militars els quals abusen de la seva autoritat robant, violant i assassinant els ciutadans del país. Després de deu dies, Lansana Conté nomena com a nou primer ministre a Lansana Kouyaté i s'acaba la vaga general. [25], [26]

Els últims anys, la República de Guinea s'ha vist enormement perjudicada pels conflictes bèl·lics dels seus països veïns, Liberia i Sierra Leona, veient-se obligada a acollir milers de refugiats que pesen sobre l'economia del país.

2.5. Política

Guinea és una república on el seu president, Lansana Conté, té les atribucions següents: nomenar o expulsar els membres del govern, la possibilitat de dirigir-se a la nació, el dret de dissoldre l'Assemblea Nacional, dirigir la diplomàcia guineana i negociar els acords i



compromisos internacionals. És el cap suprem de l'armada i nomena tots els empleats civils i militars. També disposa del poder per a una revisió constitucional, i en períodes de crisi, de poders excepcionals.

El partit del president Lansana Conté és el "Partie de l'Unité et du Progrès" (PUP) compta amb el recolzament de part dels *soussous* i els *guerzes*, com d'altres petits grups de la part selvàtica. El grup opositor més fort és el "Rassemblement du Peuple de Guinée" (RPG) i la "Union pour la Nouvelle Republique" (UNR) suportada sobretot pels *peulhs*.

En general, la política de la República de Guinea es caracteritza per la seva inestabilitat. Només l'any 2006 van haver-hi dues vagues generals degudes a que els funcionaris volien un augment del sou i que el preu de la benzina no deixava d'augmentar. Com ja s'ha comentat, durant l'estància dels projectistes es va viure una altra vaga general d'un mes i mig de durada on s'ha aconseguit nomenar un primer ministre que pren alguns dels poders del president. Aquesta última vaga s'ha saldat amb més de 200 morts i diversos abusos per part de militars. A la Fig. 2.5 es pot veure una fotografia presa a la porta del centre el dia més mogut de la vaga general. La policia ha pres un dels manifestants i l'introdueixen dins del vehicle mentre se li propina una pallissa.



Fig. 2.5 Fotografia dels incidents



2.6. Educació

L'educació a la República de Guinea es regeix segons el programa francès. Els nens comencen la seva educació no obligatòria a la "maternelle", que és l'equivalent al parvulari, que comprèn dels 4 als 6 anys. A partir dels 7 anys i fins als 12 comença l'educació primària des del primer curs fins al sisè. Del setè curs al desè es considera educació secundària o "college".

Un cop finalitzada l'educació primària i secundària, es realitza el primer examen oficial, el BEPC (Brevet d'Études Premier Cycle) que dóna opció a cursar estudis de tipus professional o continuar els estudis al "Lycée".

Els estudis al "Lycée", l'equivalent al Batxillerat, consten de dos cursos que, un cop acabats, permeten accedir a un altre examen oficial, el BAC1 (Baccalauréat 1ère partie). Si es vol ingressar a la universitat pública s'ha de cursar el "terminal" i realitzar un segon examen BAC2 (Baccalauréat 2ème partie). Si la prova del BAC2 és superada amb èxit, l'alumne ha de realitzar l'examen d'accés a la universitat.

Si l'alumne passa aquesta última prova, l'accés a la universitat és possible. S'opta per l'ús del terme "possible" perquè a la República de Guinea la superació de l'examen és necessària però moltes vegades insuficient. Si pel contrari la nota exigida no és superada, existeix la possibilitat de fer un altre examen per a entrar a la universitat privada, repetir l'examen l'any següent o, com amb molts altres tràmits oficials, és possible superar-lo amb ajut econòmic.

Si després d'haver superat l'examen BAC2 l'alumne requereix de reconeixement d'estudis professionals de grau superior a nivell oficial, pot realitzar l'examen BTS (Brevet de Technicien Supérieur).

Quan es passa la prova del BEPC l'alumne pot optar per una formació professional enlloc d'anar al "Lycée". En aquest cas realitza un segon examen regit per "Le Service Examens et Concours" del "Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle" per accedir a un centre de formació professional d'estudis de grau mig. Tres anys després realitza l'examen BEP (Brevet d'Études Professionnelles) o CAP (Certificade d'Aptitudes



Professionnelles) on es reconeixen a nivell oficial els seus estudis de formació professional de grau mig.

Un cop superada la prova, si l'alumne vol accedir als estudis professionals de grau superior haurà de superar les proves BAC1 i BAC2. Finalitzats els estudis de grau superior, l'alumne es presenta a l'examen oficial BTS que els atorga el reconeixement d'haver cursat estudis professionals de grau superior i els permet l'accés directe a la universitat pública.



3. ENSENYAMENT I TECNOLOGIA A GUINEA

La feina feta pels projectistes forma part d'un projecte més ampli ideat per l'associació ETNIA en col·laboració amb El Departament d'Enginyeria Elèctrica de l'ETSEIB. En aquest apartat es presenta de forma resumida l'abast de l'esmentat projecte.

El seu objectiu és el de crear una xarxa de centres de formació i parcs tecnològics a Guinea que col·laborin entre ells i amb Europa, per a millorar les condicions de vida del país. El projecte s'ha dividit en una fase prèvia i cinc fases, d'una duració aproximada d'un any cada una. A continuació es descriuen les diferents etapes.

Fase prèvia: s'inicia al gener del 2005 i es dona per acabada el setembre del mateix any. Durant aquesta fase ETNIA i La Salle es van posar d'acord en que la primera seria qui coordinés i executés l'ampliació i potenciació del centre professional de La Salle a Conakry. El resultat més important d'aquesta fase ha consistit en concretar els objectius del projecte. Entre aquests objectius es troben els de potenciar les especialitats d'Electricitat Industrial i crear la de Manteniment Electrònic i Informàtic.

Primera fase: desenvolupada des de setembre del 2005 fins a juny del 2006. La seva finalitat ha estat la de dissenyar una versió preliminar dels plans d'estudi, laboratoris i material docent pel primer curs. S'ha aconseguit acondicionant el centre, muntant laboratoris pilot i formant a professors nadius.

Segona fase: desenvolupada des de juny del 2006 fins a juny del 2007. Aquesta és en la que han participat els projectistes i la que es detalla en la present memòria. El seu objectiu ha estat el de preparar material docent així com la formació dels professors per a segon i tercer curs a l'hora que es posava en marxa el primer curs de les noves especialitats.



Tercera fase: des de juny del 2007 fins a juny del 2008. Es posa en marxa el segon curs i s'inicia el treball per a poder crear parcs tecnològics que permetin als alumnes desenvolupar les seves habilitats professionals.

Quarta fase: compresa des del juny del 2008 fins a juny del 2009. En aquesta s'inicia l'últim curs de les noves especialitats i es concreta la creació del parc tecnològic fomentant vincles del centre de formació amb altres centres i empreses tant africanes com europees.

Cinquena fase: des de juny del 2009 fins a juny del 2010 on es posa en marxa i es consolida el parc tecnològic en el qual els alumnes que hagin finalitzat o estiguin finalitzant els seus estudis podran desenvolupar la seva activitat professional. Es fomentarà la creació d'associacions i cooperatives d'alumnes que ofereixin productes i serveis d'acord amb les necessitats del seu entorn. Paral·lelament es concretaran convenis de col·laboració amb empreses ja establertes.



4. FASE DE FORMACIÓ DE PERSONAL QUALIFICAT

4.1. Treball previ

La idea inicial del projecte comença quan els actuals projectistes es posen en contacte amb els quatre alumnes, i amics, de l'ETSEIB encarregats de dur a terme la primera fase del projecte a Conakry. Després de parlar tots junts, contagien als actuals projectistes les ganes de fer el projecte de fi de carrera a la República de Guinea.

Quan ho tenen clar, es posen en contacte amb el CITCEA i amb ETNIA per tal de dur a terme el treball necessari per a continuar la feina que farien a Conakry els quatre alumnes de l'ETSEIB.

D'aquesta manera, i després d'algunes reunions amb personal de les dues organitzacions, es va acotar el treball que s'hauria de dur a terme en aquesta fase de formació de personal qualificat. És aquí on es va decidir que els actuals projectistes haurien de formar als professors del centre de formació professional de Conakry bàsicament en les matèries següents:

- Lògica cablejada
- Autòmats programables
- Variadors de freqüència

Era necessari preparar als projectistes amb una bona formació en aquests tres camps en un temps màxim de sis mesos. És així com es va optar per començar fent les pràctiques de l'assignatura optativa de "taller elèctric" de la carrera d'enginyeria industrial de l'ETSEIB. Les pràctiques van estar sempre supervisades pel tutor del projecte, professor de l'escola i membre del CITCEA Oriol Gomis. Gràcies a aquest treball, els projectistes es van formar en el camp de la lògica cablejada i van fer una primera introducció als autòmats programables.



Alhora, els projectistes van assistir al curs “*curso básico en instalaciones eléctricas*” impartit pel CITCEA. D’aquesta manera es va aconseguir assegurar que els projectistes tenien clares les bases de l’electrotècnia. El curs va tenir una durada de 20 hores repartides en classes de quatre hores durant cinc dies.

Quan es va acabar amb aquesta feina, els projectistes van passar a aprofundir en els coneixements dels autòmats programables. Van començar a treballar amb una plataforma d’automatització industrial dissenyada per al control de diverses estacions amb accionaments mecatrònics. L’Oriol Gomis era qui anava dirigint i supervisant els programes a dissenyar per part dels projectistes. A la Fig. 4.1 es pot veure la citada plataforma.



Fig. 4.1 Plataforma d’automatització industrial de l’ETSEIB

Un cop dominada la utilització de la plataforma d’automatització, es va passar a formar als projectistes en la utilització dels variadors de freqüència, treball dut a terme també per Oriol Gomis.

A part, també era necessari adquirir un bon nivell de francès, degut a que les classes s’haurien d’impartir en aquest idioma. Sis mesos abans de marxar cap a Conakry, els dos



projectistes no sabien parlar el francès. Al moment de marxar, ja havien superat amb èxit tres cursos a l'Institut Francès de Barcelona.

4.2. Funcionament del centre

El primer al que es van haver d'habituar els dos projectistes és al funcionament del centre de formació professional (CFP) de la Salle a Conakry.

El CFP de la Salle és un centre de formació professional privat. Es troba dins el recinte de l'arquebisbat al barri de *Kaloum*, situat al centre de Conakry. Està dirigit pels Germans Cristians de la Salle i és un centre obert a qualsevol tipus de religió. A la Fig. 4.2 es pot veure l'edifici on estan disposades la majoria d'aules i laboratoris.



Fig. 4.2 Edifici sud del CFP de la Salle a Conakry

Un cop arribats, el director del centre, Pedro María Astigarraga, va cedir una de les aules als projectistes per a que la utilitzessin com a despatx. És aquí on s'ha realitzat tota la feina que no té a veure amb la impartició de classes, que s'ha fet als laboratoris de l'escola preparats per a tal efecte. A la Fig. 4.3 es pot veure una fotografia de l'aula utilitzada com a despatx.





Fig. 4.3 Aula utilitzada com a despatx

El centre exigeix, als alumnes que vulguin ingressar, el BEPC o el BAC1. Tanmateix, es realitza una prova pròpia a tots els alumnes que vulguin inscriure's-hi, per tal de conèixer el seu nivell acadèmic i el seu perfil. En el cas que les peticions excedeixin les places existents, es realitza una selecció final en funció dels resultats d'aquest últim examen.

Al CFP de la Salle s'imparteixen classes corresponents a quatre especialitats: Comptabilitat i Gestió (CG), Secretariat Administratiu Bilingüe (SAP), Manteniment Electrònic i Informàtic (MEI) i Electricitat Industrial (EI). Els projectistes han format als professors corresponents a aquesta última especialitat. Totes les especialitats tenen un màxim de 24 alumnes per classe.

Al centre s'imparteixen classes durant el matí, fent un horari de 8 a 14:30 amb 30 minuts d'esbarjo entre 11 i 11:30. És degut a aquest horari que els projectistes han hagut de realitzar per la tarda les classes als professors.

4.3. Treball realitzat a Conakry

Abans d'anar cap a la República de Guinea, els projectistes havien de tenir molt clara la feina que hi havien de dur a terme. Aquesta feina es pot resumir en els següents punts:

-
-



-
- Formar als professors del centre de l'especialitat d'electricitat industrial en les matèries esmentades (lògica cablejada, autòmats programables i variadors de freqüència).
- Formar o ampliar els coneixements a personal tècnic guineà d'empreses amb fàbriques situades a la República de Guinea mitjançant cursos professionals.
- Redactar noves pràctiques amb les que els professors formats puguin impartir classes de les noves matèries que se'ls ha ensenyat.
- Crear i adequar un nou laboratori d'electricitat industrial i un d'autòmats industrials on es puguin realitzar les pràctiques redactades.

Coneixent els horaris del centre, aquesta feina es va dividir de la següent manera: els matins de 9 a 14:30 es dedicaven a la redacció de les pràctiques i al muntatge de plataformes didàctiques per als laboratoris. És per la tarda que, de 15:45 a 17:30 s'impartien les classes als professors de dimarts a dijous, deixant el dilluns com a dia optatiu de classe per a repetir alguna pràctica o per a reforçar alguns coneixements. Els laboratoris s'han creat al final de l'estància dels projectistes, de forma que ja se sabia de quin material es disposava i quin s'havia d'adquirir.

4.3.1. Classes impartides

S'han impartit classes a tres professors de l'especialitat d'electricitat industrial del centre. Aquests tres professors són: Jean Bernard Panival, Namory Condé i Fofana Bangoura. A l'Annex G s'explica el perfil de cada un dels professors:

Com ja s'ha comentat, les classes s'han impartit les tardes de dimarts a dijous obligatòriament deixant el dilluns com a dia opcional.

El professor Jean Bernard és el que partia amb més coneixements i és el que ha avançat de forma més satisfactòria. Tot i això els projectistes s'han trobat que als tres alumnes els interessava molt adquirir nous coneixements, sobretot en l'àrea dels autòmats.





Fig. 4.4 Els dos projectistes i els tres professors del centre

Les primeres dificultats amb les que es van trobar els projectistes van ser de caire socio-cultural, i és que els professors es presentaven com a mínim un quart d'hora tard a les classes, tot i trobar-se sempre a l'aula de professors del centre (una aula es troba a menys de dos minuts caminant de l'altra). Es parla de problema socio-cultural perquè a la República de Guinea és molt normal la impuntualitat. Aquest problema es va anar solucionant a mida que s'avançaven les pràctiques, fent-los pensar en que els projectistes estaven un temps limitat a Conakry i que en aquell temps ells, els professors, havien d'aprendre tot el que fos possible.

Fins l'últim dia abans de les vacances de Nadal es va acabar amb les pràctiques de lògica cablejada. Això deixava uns sis mesos per aprofundir en els autòmats i els variadors de freqüència. Es va comentar als professors que a la tornada de les vacances se'ls faria un examen, que constava de dues parts, relatiu a totes les pràctiques que s'havien impartit fins al moment; i que no podrien passar a treballar amb els autòmats fins que no l'aprovesin. A l'Annex F es poden trobar tots els exàmens que s'han fet als professors.



Però el dia 10 de gener, tot just represes les classes després de les vacances de Nadal, els sindicats van anunciar que començaria la vaga general de la que s'ha parlat en altres punts de la present memòria. Això va fer que l'escola tanqués, i per conseqüència, que només haguessin fet la primera part de l'examen dos dels professors (Jean Bernard Panival i Namory Condé). El dia 27 de gener es va suspendre la vaga i els mateixos dos professors van poder acabar les dues parts de l'examen. Però uns deu dies després, el govern va anunciar l'estat de setge del que s'ha parlat. D'aquesta manera, el dia 19 de febrer, els projectistes van tornar a Barcelona per recomanació de la diplomàtica espanyola destinada a Guinea, per la tranquil·litat de les seves famílies i per la pròpia seguretat.

No va ser fins al 8 de març que els projectistes van tornar a Conakry per reprendre la feina que estaven fent després de dos mesos totalment infructuosos. Aquest fet va evitar també que dos professors del Departament d'Enginyeria Elèctrica, Oriol Gomis i Daniel Montesinos, poguessin venir a Conakry per a supervisar la feina feta fins al moment i posar en marxa els cursos professionals que s'havien preparat.

El tercer professor, Fofana Bangoura, no va fer l'examen fins a mitjans de març degut a que no s'havia presentat a classes fins aleshores. A aquest professor se li va cridar l'atenció demanant-li serietat en l'assistència a les pràctiques i donant-li un ultimàtum, ja que s'havia saltat massa classes consecutives sense un bon motiu aparent. A finals de març ja no va tornar a aparèixer més per les classes, i se'l va descartar del projecte.

Els autòmats va ser un tema molt més difícil que aprenguessin bé, ja que els professors no estan habituats a treballar davant d'un ordinador, i els manca la soltura necessària per a poder manejar-los amb facilitat. Tot i això, i amb qüestió de molt temps, s'han anat habituant a l'ús de l'ordinador i dels programes necessaris per a fer funcionar els diferents autòmats utilitzats.

S'ha intentat que aprenguessin bé els principis de funcionament d'un autòmat, com ara saber distingir què és una entrada i què és una sortida i què significa que sigui analògica o digital. Un cop van tenir això clar, es va aprofundir molt en que coneguessin bé els diferents blocs funcionals que ofereixen els programes *Codesys* i *PL7PRO*.



Se'ls ha fet aprendre tres llenguatges de programació: diagrama de contactes, *grafcet* i text estructurat. D'aquests, el que més els ha costat ha estat el text estructurat; també és amb el que més han treballat.

Es pot dir amb tota seguretat que els dos professors són capaços de llegir i entendre un programa ja fet. També poden realitzar per sí sols un programa senzill, però a la que es complica necessiten ajuda per a acabar-lo íntegrament.

El 14 de juny els professors van començar a treballar amb els variadors de freqüència. Aquest tema els tornava a ser més fàcil i no els va costar entendre el que se'ls ensenyava. Bàsicament se'ls ha demanat que aprenguin a introduir els paràmetres més importants als variadors i a que els sàpiguen connectar a un autòmat per a controlar-los.

4.3.2. Cursos professionals

Durant el mes de febrer, coincidint amb la visita de dos professors de l'ETSEIB, s'havien d'impartir dos cursos professionals per a empreses, un d'autòmats i un de variadors de freqüència. Degut als problemes polítics soferts durant aquest període, no es van poder dur a terme els cursos, havent-los d'aplaçar per a més endavant. El contingut dels cursos es pot trobar a l'Annex B.

Un cop represa la normalitat, es va contactar amb la única empresa que va mostrar interès pels cursos, *Ciments de Guinée*. Se'ls va convidar al centre per a mostrar-los específicament què és el que s'ensenyaria i amb quin material es comptava per a dur-los a terme. Després de la visita va semblar que encara estaven més interessats en rebre els cursos i van convidar als projectistes a visitar la fàbrica per tal de veure les seves necessitats i intentar introduir-les als cursos. A la Fig. 4.5 es poden veure els dos projectistes, el director del centre i l'encarregat de mostrar la fàbrica mentre explica el procés d'omplerta dels sacs de ciment.





Fig. 4.5 Visita als Ciments de Guinée

Un cop finalitzada la visita, es va procedir a discutir el preu dels cursos. Els responsables de l'empresa van dir que es posarien en contacte amb el director del centre. Es va parlar de fer el curs la primera quinzena de juny.

Quan va passar un temps prudencial sense que donessin senyals de vida, els projectistes van tornar a enviar mails recordant l'afer dels cursos, però aquests no van rebre cap resposta.

En definitiva, els cursos van ser preparats, però mai s'han arribat a dur a terme.



4.3.3. Organització de pràctiques i laboratoris

Els projectistes es van trobar redactades les pràctiques del primer curs d'electricitat industrial i alguna de segon. Aquests van procedir a acabar les pràctiques de segon i a realitzar totes les de tercer. A l'apartat següent de la memòria es detalla en què consisteix cada pràctica.

Pel que fa al segon curs d'electricitat industrial, s'ha aconseguit tenir material suficient per a que puguin fer les pràctiques tots els alumnes en grups de dues persones.

El laboratori de segon s'ha complementat amb unes taules per a cada grup on es poden fer amb comoditat les pràctiques de lògica cablejada. També s'ha connectat un transformador trifàsic amb sortides a cada taula per a poder treballar amb major seguretat. Les característiques de les taules i del transformador venen especificades al capítol següent de la present memòria.

L'organització del tercer curs ha estat més complicada degut a que no es compta amb el material suficient per l'elevat preu dels autòmats. S'utilitzen dos autòmats diferents, el *WAGO* i el *TSX MICRO*. El centre compta amb un *WAGO* i dos *TSX MICRO*. S'ha optat per dividir la classe de dotze persones en sis grups de dos. Quatre grups treballaran alhora amb l'autòmat *WAGO* i els altres dos ho faran al mateix temps amb el *TSX MICRO* i els variadors de freqüència.

A part, al tercer curs també s'ha d'impartir electrònica de potència on es donaran les mateixes pràctiques que es donaven fins al moment. També s'ha inclòs l'estudi dels grups electrògens, tot i que encara no hi ha cap pràctica redactada sobre el tema.

Com que els coneixements corresponents al tercer curs són nous per als professors, s'han redactat diferents arxius de suport teòric per tal que puguin explicar als alumnes la teoria relacionada amb cada pràctica abans de realitzar-la. Aquests es poden trobar a l'Annex D.

Degut a que aquest any no hi ha cap alumne cursant el segon curs d'electricitat industrial, no s'impartirà el tercer curs fins d'aquí a dos anys. Aquest fet dóna temps suficient per a preparar pràctiques sobre grups electrògens durant l'any vinent. La planificació temporal del tercer curs d'electricitat industrial ve detallada a la Taula. 4.1.



		SET	OCT	NOV	DES	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI
ELECTRONICA DE POTENCIA	G1+G2									
	G3+G4									
	G5+G6									
GRUPS ELECTROGENS	G1+G2									
	G3+G4									
	G5+G6									
WAGO	G1+G2									
	G3+G4									
	G5+G6									
MICRO	G1+G2									
	G3+G4									
	G5+G6									

Taula. 4.1 Organització del tercer curs d'electricitat industrial

El laboratori de tercer s'ha equipat amb sis ordinadors, quatre connectats a l'autòmat WAGO i dos als autòmats TSX MICRO. L'autòmat WAGO està amb connexions fixes a una plataforma amb diferents accionaments mecatrònics. Les característiques d'aquesta plataforma venen explicades a l'apartat següent de la memòria. Per contra, s'ha destinat l'autòmat TSX MICRO a l'aprenentatge de com realitzar connexions de diferents aparells a l'autòmat; permetent que els alumnes coneguin les diferents entrades i sortides que ofereix l'autòmat finalitzant amb la connexió de diferents variadors de freqüència.



4.3.4. Seguiment de la primera fase del projecte

Durant tota l'estància dels projectistes, s'ha optat per fer un dia a la setmana un seguiment de la primera fase del projecte que van realitzar els anteriors quatre alumnes de la UPC.

L'objectiu és veure si el professor encarregat de donar les pràctiques de primer curs d'electricitat industrial que es van preparar, ha entès bé el seu contingut i és capaç d'explicar-lo correctament i entenedorament. D'aquesta manera, si hi ha algun aspecte que es pugui millorar sobre la marxa es comenta amb el professor i es prova de canviar-ho.

Ha estat important realitzar aquesta feina, ja que era el primer any de posta en marxa del projecte i és el millor moment per a polir possibles errors que es cometin a l'hora de distribuir les pràctiques o a l'hora d'explicar-les.

El mateix dia, els projectistes assistien a una pràctica de tercer d'electricitat industrial. Això es feia per a veure el nivell que es dona al darrer any d'estudis i amb quins coneixements reals arriben els alumnes a aquest curs. Així, tot això s'ha tingut en compte a l'hora de redactar les noves pràctiques per a aquest curs.

El resultat d'aquest treball ha estat satisfactori, degut a que s'ha vist que el professor encarregat de donar les pràctiques tant de primer com de tercer curs (Jean Bernard Panival Mansaré) ha estat capaç d'instaurar el nou pla d'estudis amb les noves pràctiques sense massa problemes. Així mateix, els alumnes de tercer entenen bé les explicacions del professor i acaben els estudis amb bons coneixements sobre electricitat industrial.

4.3.5. Manteniment elèctric del centre

Els projectistes es van trobar amb una feina, fora del projecte, amb la que no havien pensat des de Barcelona, i és la d'arreglar petits problemes a la instal·lació elèctrica del centre que han anat sorgint durant tota l'estància a Conakry.



La dificultat més gran al principi és que el centre no disposa d'un esquema de la seva instal·lació elèctrica. Per això els projectistes van començar per dissenyar-ne un a base d'anar veient què controlava cada interruptor magnetotèrmic del centre. Ha estat difícil ja que la instal·lació que hi ha no és com les que els projectistes havien vist fins al moment. Es tracta d'una distribució caòtica on, per exemple, els diferencials estan aigües amunt dels magnetotèrmics, no existeix cap tipus de selectivitat o hi arriben línies de corrent diferents. A la Fig. 4.6 es pot veure un quadre elèctric del centre.

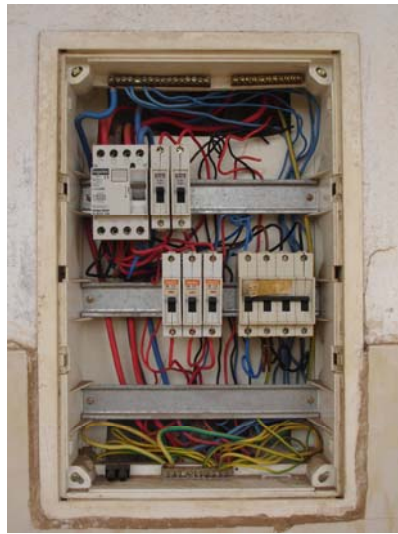


Fig. 4.6 Quadre elèctric

Els problemes més freqüents s'han donat a les preses d'electricitat dels laboratoris d'electrònica i electricitat existents. També s'han hagut de reparar llums fluorescents que hi ha a l'exterior de l'escola, així com petits problemes amb interruptors magnetotèrmics i diferencials.



5. PLATAFORMES DESENVOLUPADES

En aquest punt s'expliquen els aspectes tècnics de la feina que s'ha dut a terme al centre de Conakry. S'ha subdividit l'apartat en tres grups: Lògica cablejada, autòmats industrials i variadors de freqüència.

S'ha fet un resum del contingut de les pràctiques que s'han redactat. A més, hi ha explicacions tècniques de les plataformes que s'han desenvolupat per a poder dur a terme les pràctiques.

5.1. Lògica cablejada

5.1.1. Plataformes desenvolupades

Per a l'aprenentatge de la lògica cablejada, el primer del que es van haver d'assegurar els projectistes va ser de l'existència de preses de trifàsic a alguna aula del centre. Com van comprovar, l'escola disposa de dues sales amb preses de trifàsic de 400V.

Conegut això, es va creure que el primer que s'havia d'explicar, abans de fer servir les preses a 400V, eren les nocions bàsiques de seguretat. Es va redactar un informe per a sensibilitzar als professors sobre els perills que pot comportar treballar amb aquesta tensió. El citat informe s'adjunta a l'Annex D.

Quan els projectistes portaven dos mesos a Conakry, va arribar un transformador provinent de Barcelona que permetia treballar amb les preses de trifàsic a 220V. Això donava la possibilitat de poder treballar amb major seguretat quan no fessin falta els 400V, a part de permetre l'ús de tot el material dut des de Barcelona per al centre de Conakry; ja que, per exemple, es van portar motors d'inducció que treballen a 220V (sense la possibilitat de connectar-lo en estrella per a treballar a 400V). Les característiques del transformador es troben a la Taula. 5.1:



Característiques	
Tensió del primari	400V trifàsic
Tensió del secundari	220V trifàsic
Intensitat del secundari	12'6 A
Potència secundari	5 kVA

Taula. 5.1 Característiques del transformador instal·lat

El transformador es va connectar i es va deixar fix a una de les aules. Aquesta aula és on es faran les pràctiques corresponents a la lògica cablejada. La instal·lació d'aquest, inclou interruptors magnetotèrmics per a donar major seguretat en el seu ús. L'esquema de la connexió del transformador s'inclou a l'Annex C.

Es va creure important la fabricació d'una taula on es poguessin fer les pràctiques amb ordre i amb una major facilitat. Al principi se'n va fer només una per a veure si els era útil als professors. Quan es va comprovar que els anava bé, es va passar a fer la fabricació de nou taules més per a equipar el laboratori que utilitzaran els professors amb els seus alumnes.

Aquesta taula inclou el material d'ús comú en totes les pràctiques de lògica cablejada. Aquest material és: un interruptor magnetotèrmic trifàsic i un de monofàsic, una capsa que conté polsadors, llums, un selector i un polsador d'emergència. Tots aquests dispositius estan connectats a unes bornes numerades per a facilitar el muntatge de les pràctiques i disminuir el risc d'equivocació. A més, també disposa de quatre trams de carril DIN per a fixar els components elèctrics utilitzats a les pràctiques. A la Fig. 5.1 es pot veure l'esquema de connexions de la taula, i a la Fig. 5.2 hi ha una fotografia de la taula acabada i a la Fig. 5.23 una de la taula amb el muntatge d'una de les pràctiques:



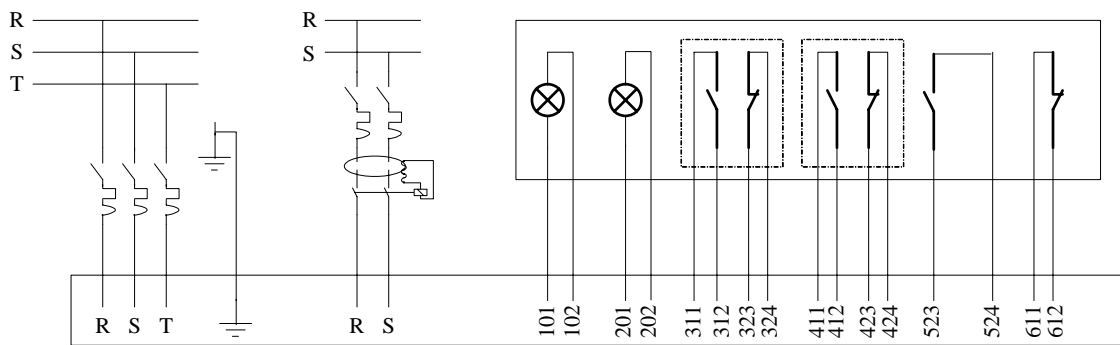


Fig. 5.1 Esquema de connexions de la taula de pràctiques

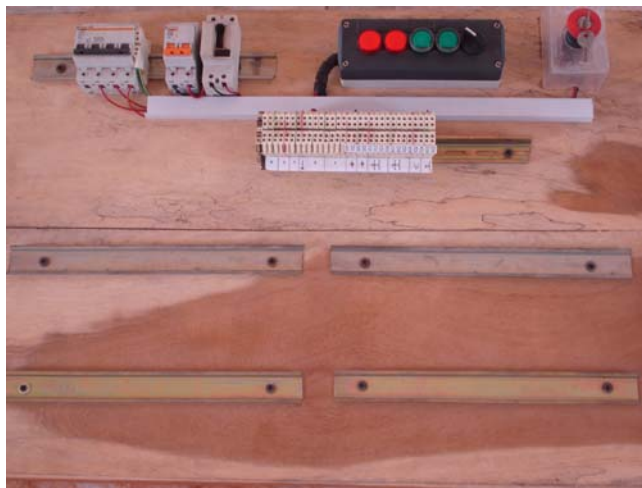


Fig. 5.2 Taula de pràctiques acabada

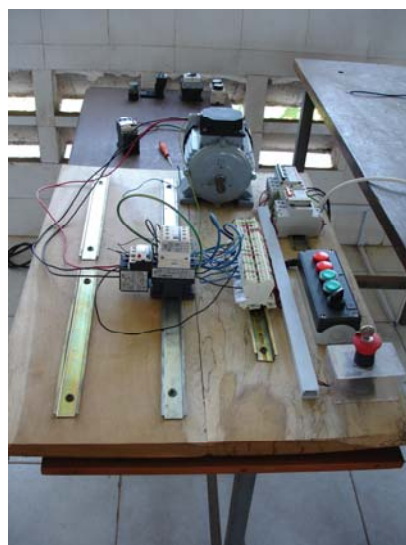


Fig. 5.3 Muntatge sobre la taula de pràctiques



Es va redactar un llibret on s'expliquen les connexions realitzades a la taula, quina ha de ser la seva correcta utilització i algunes normes de seguretat que s'haurien de seguir quan s'està fent servir. Aquest arxiu es troba a l'Annex C de la present memòria.

Un altre muntatge realitzat és la maqueta d'una porta de garatge. Aquesta maqueta es va trobar al centre a mig construir. Els projectistes van acabar-ne el muntatge per a poder-la utilitzar a la última pràctica de lògica cablejada. La porta s'obre i es tanca gràcies a un motor de corrent continu, és per això que s'ha hagut de construir una font d'alimentació lineal.

S'han hagut de fer dues fonts degut a que es necessita que el motor pugui girar en els dos sentits, podent donar tensions positives per a un sentit i negatives per a l'altre. A la Fig. 5.4 es mostra una fotografia de la maqueta:



Fig. 5.4 Maqueta d'una porta de garatge

5.1.2. Pràctiques realitzades

A l'hora de redactar les pràctiques es va seguir sempre un esquema fix. Totes les pràctiques tenen un títol que fa referència al tipus de pràctica que és. Acte seguit es descriuen els objectius i el material necessari per a la seva realització.

Després ve una introducció teòrica sobre el tema central de la pràctica. Tot seguit es fan preguntes teòriques referents a les explicacions que s'han fet a la pràctica i, més tard, es



passa a les preguntes pràctiques, on sempre s'inclou com a mínim un muntatge a fer sobre la taula de pràctiques realitzada pels projectistes.

Abans de fer qualsevol muntatge, se'ls diu que han de realitzar un esquema d'aquest i, tot seguit, escriure-hi a sobre la numeració que correspon a la taula i al material elèctric per tal de que el posterior muntatge sigui més ràpid de fer i hi hagi menys risc de cometre alguna errada. També s'adverteix, a totes les pràctiques, que abans de connectar el muntatge a la xarxa elèctrica el professor ha de verificar les connexions realitzades.

S'han redactat un total de deu pràctiques de lògica cablejada que es poden trobar a l'Annex A, basades en [17] i [18]. Els objectius principals de totes aquestes pràctiques són que els alumnes, quan les hagin realitzat, coneguin el funcionament dels relés, els contactors, els temporitzadors i els relés tèrmics. A part també es dona molta importància al funcionament dels motors d'inducció i les diferents formes d'arrencar-los.

D'aquestes pràctiques, a la primera es fa un recordatori de les diferències entre connexions en sèrie i paral·lel i s'expliquen com funcionen els contactes normalment oberts i normalment tancats.

A la segona pràctica s'entra directament a aprendre el funcionament d'un relé. S'introdueix un dels esquemes més importants per a la resta de pràctiques, el de marxa-aturada amb dos polsadors i un relé. A l'hora de realitzar les pràctiques amb els professors se'ls ha insistit molt en aquest esquema, ja que es repeteix a tota la resta de les pràctiques. La pràctica s'acaba ampliant aquest esquema amb més polsadors, de manera que n'hi hagi varis per a posar el sistema en marxa i varis per a aturar-lo. D'aquesta manera, s'assegura que han entès bé la diferència entre connexió en sèrie i connexió en paral·lel (ja que els polsadors d'aturada s'han de connectar sempre en sèrie i els de marxa sempre en paral·lel).

A la tercera pràctica s'introdueix el contactor. Es tracta d'un muntatge per a fer l'esquema de marxa-aturada però amb un sol polsador. L'objectiu és que els alumnes siguin capaços d'entendre un esquema que comporta certa dificultat, degut a que consta de dos relés i un contactor. Així, se'ls demana que abans de fer el muntatge siguin capaços de veure ells mateixos com evoluciona tot l'esquema quan es prem el polsador.



Per la següent, l'objectiu principal és que els alumnes aprenguin com funcionen els temporitzadors a la connexió i a la desconexió. Per a fer-ho, se'ls proposa fer el muntatge d'un esquema que controla la intermitència d'un pilot lluminós.

A la pràctica número cinc s'introdueix el motor d'inducció. Es tracta que sàpiguen el seu funcionament bàsic, que coneguin les característiques d'un motor mirant la seva placa i que vegin la diferència entre connexió estrella i connexió triangle. En aquesta pràctica s'ensenya també la funció i utilització d'un relé tèrmic. El muntatge final és fer un arrencament directe d'un motor d'inducció protegit per un relé tèrmic.

L'objectiu de la sisena pràctica és conèixer com invertir el sentit de gir d'un motor d'inducció. Un cop es coneix, se'ls fa fer un muntatge de tal manera que quan es prem un polsador el motor s'arranqui en un sentit de gir, quan es prem un altre polsador el motor s'atura i quan es prem un tercer polsador el motor s'arranca en sentit contrari a l'anterior. Se'ls parla de la importància d'aturar el motor abans de canviar el sentit de gir degut a que, si es fes directament, existiria el risc d'espatllar-lo.

La setena pràctica té els mateixos conceptes que l'anterior. La diferència és que aquesta vegada, la inversió de gir es pot fer directament sense haver d'aturar abans el motor, ja que això es fa automàticament quan es prem el polsador per a canviar el sentit de gir. En aquesta pràctica entren tots els conceptes apresos fins al moment ja que al muntatge hi ha tant relés com contactors, temporitzadors, relé tèrmic i un motor d'inducció al que se li ha de poder invertir el sentit de gir.

La pràctica número vuit tracta de l'arrencament estrella-triangle d'un motor d'inducció. L'objectiu principal és que s'entengui la funció d'aquest tipus d'arrencament i que sàpiguen fer-ne el muntatge.

La pràctica següent gira en torn a aprendre el funcionament d'un arrencador progressiu per a motors d'inducció, més concretament de l'Altistart 01 de Telemecanique.



I, per últim, la pràctica número deu tracta de fer l'esquema per a controlar la maqueta de la porta de garatge que s'ha mostrat anteriorment.

A la Fig 5.5 es pot veure l'esquema d'inversió de gir automatitzada de la pràctica set:

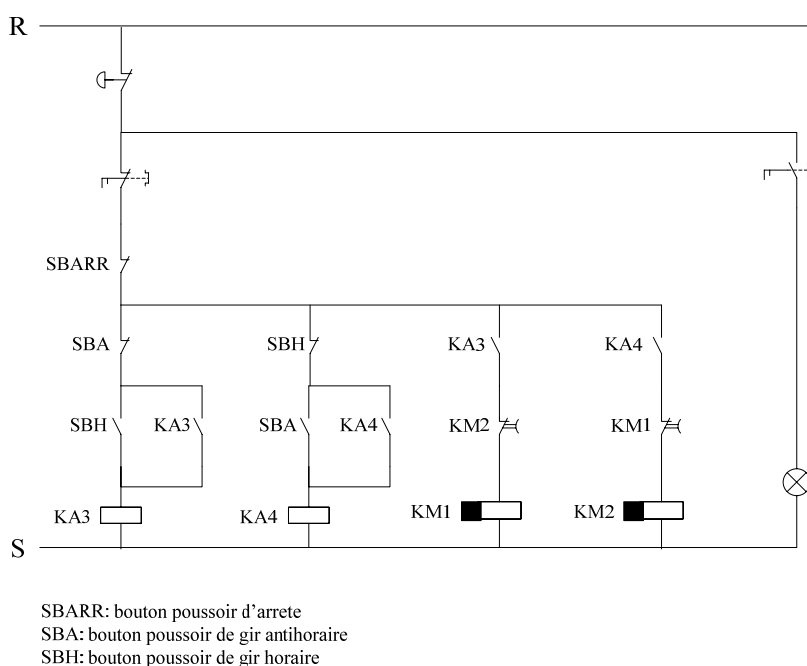


Fig. 5.5 Esquema de la pràctica 7

5.2. Autòmat industrial WAGO

Un autòmat programable industrial és un equip electrònic amb memòria programable, dissenyat per a controlar, en temps real i en ambient industrial, processos seqüencials mitjançant entrades i sortides analògiques i digitals.

La seva funció bàsica és respondre a les necessitats de la part de control dels sistemes automatitzats. Treballa basant-se en la informació rebuda pels captadors i el programa lògic intern, actuant sobre els accionaments de la instal·lació.



S'ha basat l'aprenentatge d'aquest tema en dos autòmats diferents, el *WAGO I/O System 750* de *WAGO* i el *TSX MICRO* de *Telemecanique*.

5.2.1. Característiques de l'autòmat

El *Wago I/O System 750* està caracteritzat sobretot per la flexibilitat que ofereix en la configuració d'entrades i sortides. Es poden agregar tants mòduls com es desitgi d'entrades i sortides, analògiques o digitals, fins a un total de 64 mòduls per mòdul de control.

La configuració de la que es disposa de l'autòmat està composta per dos mòduls de control lògic programable (vuit entrades digitals, vuit sortides digitals) i dos mòduls de control analògic (dues entrades analògiques i dues sortides analògiques) amb el complement del mòdul ENI (*Ethernet Network Interface*) que el dota de connectivitat *Ethernet*. A la Fig. 5.6 es pot observar l'autòmat *Wago I/O System 750*.

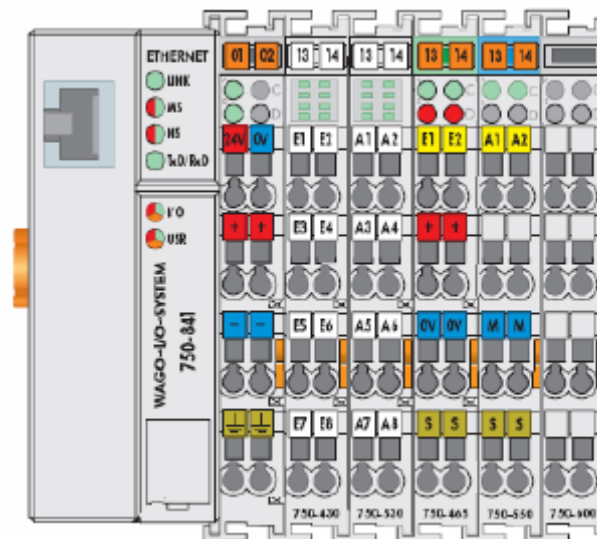


Fig. 5.6 Autòmat programable *Wago I/O Systems 750*

A continuació, es fa una explicació detallada de cada un dels mòduls que componen l'autòmat [19].



Mòdul de bus de camp programable – ETHERNET TCP/IP

El mòdul de bus camp 750-841, permet la connexió del *Wago I/O System 750* com esclau a un bus de camp *Ethernet*. És compatible amb tots els mòduls de I/O de la sèrie *System 750*.

Les dades del mòdul analògic són enviades via paraules (*words*) i /o *bytes* i les dades digitals són enviades bit a bit. Aquest mòdul de bus de camp és adequat per a dades de 10 Mbit/s i 100 Mbit/s.

A la Taula. 5.2 es poden observar les característiques del mòdul, i a la Fig. 5.7 se'n pot veure un dibuix on es senyalen les seves diferents parts.

Dades del sistema	
Número màxim de nodes	Limitat per especificació de Ethernet
Medi de transmissió	Twisted Pair S-UTP 100½ cat. 5
Connexió del mòdul de bus de camp	RJ 45
Màxima longitud de línia de bus	100m entre estació i 750-841 (màxima longitud de xarxa limitada per especificació Ethernet)
Velocitat de transmissió	10 / 100 Mbits/s
IEC 61131-3	IL, LD, FBD, ST, FC
Dades tècniques	
Màxim número de mòduls d'E/S per node	64 amb extensió de bus 250
Memòria de programa	512 Kbytes
Memòria de dades	128 Kbytes
Memòria no volàtil	24 Kbytes
Subministrament de tensió	24 V CC
Corrent màxima d'entrada	500 mA a 24 V
Consum de corrent intern	300 mA a 5 V
Corrent total dels mòduls d'E/S	1700 mA a 5 V
Aïllament	500 V sistema/alimentació
Tensió via contactes del pont de potència	24 V CC
Corrent via contactes del pont de potència	10 A CC

Taula. 5.2 Informació tècnica del mòdul 750-841- Ethernet TCP/IP



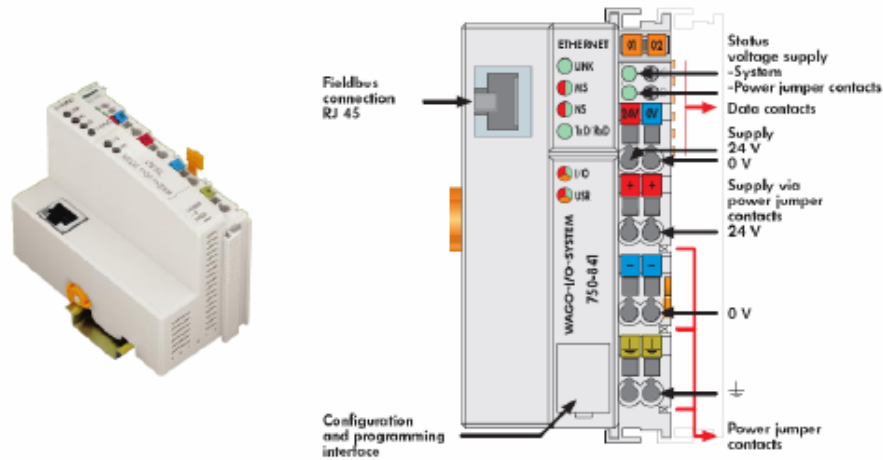


Fig. 5.7 Mòdul 750-841- Ethernet TCP/IP

Mòdul d'entrades digitals (DI) – 8 canals

El mòdul d'entrada digital consta de vuit entrades digitals independents. A la Taula. 5.3 es mostren les seves característiques:

Dades del sistema	
Referència	750-431
Número d'entrades	8
Consum de corrent	17 mA (interna)
Tensió de senyal (0)	-3 V a +5 V CC
Tensió de senyal (1)	15 V a 30 V CC
Filtre d'entrada	0,2 ms
Subministrament de	2,8 mA (normal) (costat del camp)
Ample de bit intern	8 bits

Taula. 5.3 Informació tècnica del mòdul 750-431

Mòdul de sortides digitals (DO) – 8 canals

El mòdul de sortides digitals consta de vuit sortides digitals independents. A la Taula. 5.4 es mostren les seves característiques:



Dades del sistema	
Referència	750-530
Número de sortides	8
Consum de corrent	25 mA (interna)
Tipus de càrrega	Resistiva, inductiva, làmpades
Corrent de sortida	0,5 A (protecció curtcircuits)
Consum de corrent	15 mA/mòdul + càrrega (costat de camp)
Ample de bit intern	8 bits

Taula. 5.4 Informació tècnica del mòdul 750-530

Mòdul d'entrada analògica (AI) – 2 canals

El mòdul d'entrada analògica pot subministrar potència al dispositiu de camp, rebre les senyals analògiques transmeses i transmetre-les al bus de camp. Disposa de 2 entrades analògiques. A la Taula. 5.5 es mostren les seves característiques:

Dades del sistema	
Referència	750-466
Número d'entrades	2
Subministrament de tensió	A través tensió del sistema (CC/CC)
Consum de corrent	75 mA
Tensió màxima d'entrada	35 V
Entrades de senyals	0–10 V, 4–20 mA
Resistència interna	130 o 133 k Ω (versions de 10 V)
Resistència d'entrada	120 Ω a 20 mA
Resolució	12 bits
Temps de conversió	2 ms (normal)
Ample de bit intern	Dades 2 x 16 bits. Control/estat 2 x 8 bits

Taula. 5.5 Informació tècnica del mòdul 750-466



Mòdul de sortida analògica (AO) – 2 canals

El mòdul de sortida analògica crea una senyal estàndard de 0-10 V, 4-20 mA. Els canals de sortida tenen un potencial de terra comú. Disposa de 2 sortides analògiques. A la Taula. 5.6 es mostren les seves característiques:

Dades del sistema	
Referència	750-550
Número de sortides	2
Subministrament de tensió	A través tensió del sistema (CC/CC)
Consum de corrent	65 mA (interna)
Senyals de sortida	0–10 V, 4–20 mA
Impedància de càrrega	>5 k Ω
Resolució	12 bits
Ample de bit intern	Dades 2 x 16 bits control/estat 2 x 8 bits

Taula. 5.6 Informació tècnica del mòdul 750-550

Mòdul de tancament

Un cop instal·lat el node de bus de camp amb els mòduls d'E/S seleccionats, el mòdul de tancament s'insereix al conjunt. Aquest mòdul tanca el circuit intern de dades i garanteix un flux de dades correcte. La seva referència és 750-660.

5.2.2. Característiques del software

El *software* utilitzat per a programar l'autòmat *Wago* és el *CoDeSys V2.3*. [27]





Fig. 5.8 Logo i informació del programa CoDeSys

CoDeSys suporta els cinc llenguatges de programació de l'estàndard IEC 61131-3 (diagrama de contactes LD, llista d'instruccions IL, diagrames de blocs funcionals FBD, text estructurat ST i graficet SFC). També combina el poder de llenguatges de programació avançats com C o Pascal amb el maneigament fàcil y les funcions operacionals dels sistemes de programació del PLC.

També permet la integració de la visualització a l'entorn del PLC, on és possible accedir ràpidament a tots els estats del PLC i de les variables. D'aquesta manera, l'aprenentatge i la visualització del procés es faciliten notablement.

A més, el programa ofereix la opció de fer una simulació completa *offline*, és a dir, que hi ha la possibilitat de veure si el programa funciona correctament sense la necessitat d'estar connectat a l'autòmat.

5.2.3. Plataformes realitzades

S'ha elaborat una plataforma amb diferents accionaments mecatrònics destinada a ser utilitzada amb l'autòmat WAGO. La finalitat és aconseguir un model simple i visual on es pugui treballar amb diferents aplicacions i que permeti als alumnes aprendre a programar



l'autòmat. Igualment, la plataforma permet que els alumnes aprenguin a accionar diferents tipus de motors i es familiaritzin amb l'ús de sensors de proximitat.

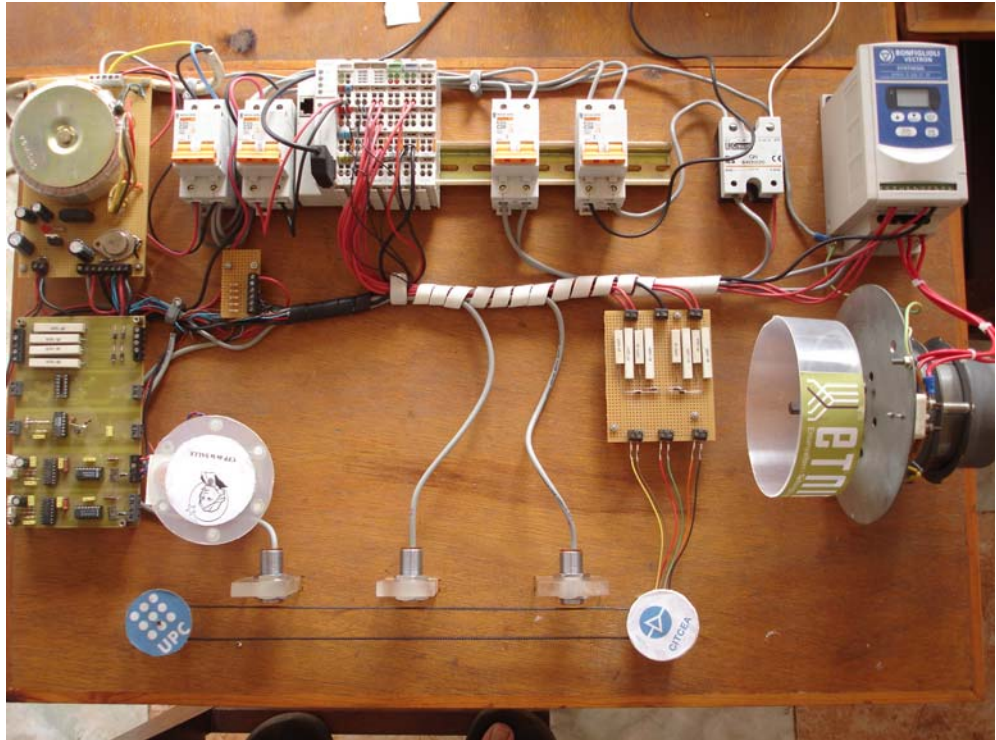


Fig. 5.9 Plataforma per l'autòmat Wago

S'ha dividit la plataforma en diferents estacions, que s'explicaran detallades en els següents punts. Aquestes estacions són: cinta corredora accionada per un motor pas a pas (MPP), motor de corrent contínua (MCC), motor d'inducció amb variador de freqüència (MI) i il·luminació nocturna (IN).

A la Fig. 5.10 es pot veure un esquema de les estacions didàctiques de la plataforma:



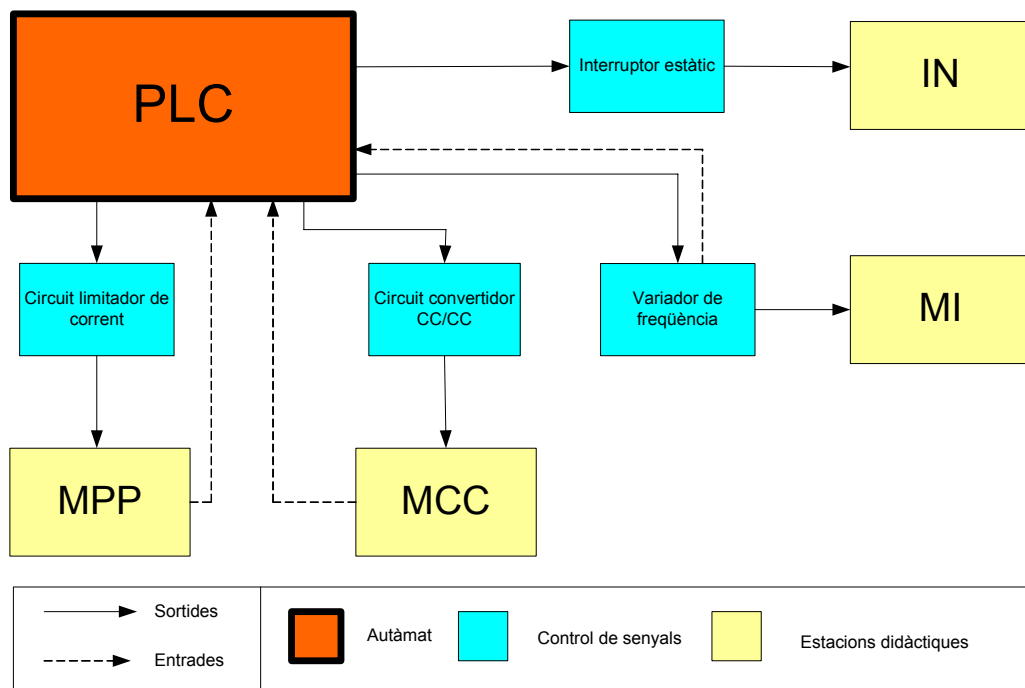


Fig. 5.10 Esquema de blocs de les estacions didàctiques de la plataforma

Per a poder alimentar tots els components del sistema, s'ha construït una font de tensió lineal que dona de sortida 12 i 24V a 1A.



Fig. 5.11 Font d'alimentació



Estació motor pas a pas (MPP)

Aquesta estació de la plataforma està constituïda per un motor pas a pas que acciona una cinta corredora que disposa d'un element metàl·lic. Tres captadors inductius detecten la posició de l'element metàl·lic en el recorregut de la cinta.

La finalitat d'aquesta estació és que l'alumne sigui capaç de controlar el moviment d'un motor pas a pas per accionar la cinta en ambdós sentits i diferents velocitats aplicant un control de posició.

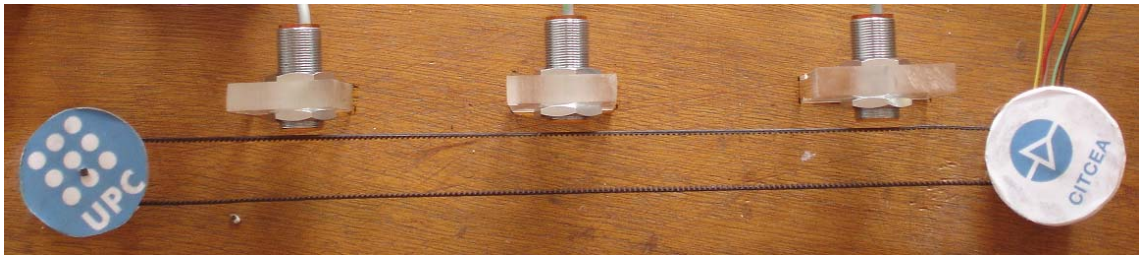


Fig. 5.12 Estació motor pas a pas

Característiques dels components

- Motor pas a pas

El motor pas a pas utilitzat en aquesta estació és un *Minebea PM35L* [20]. Consta de sis cables de connexió, quatre d'ells connectats interiorment, cada un a una bobina.



Fig. 5.13 Minebea PM35L



Minebea PM35L	
Número de passos per rotació	48 (7.5° / pas)
Drive method	2-2 fase
Drive circuit	Unipolar a tensió constant
Tensió de funcionament	24 V
Intensitat màxima	500 mA
Resistència del bobinat	100 Ω
Temperatura operacional	-10 a 50 °C

Taula. 5.7 Característiques del motor Minebea PM35L

- Sensors inductius

L'estació didàctica consta de tres sensors de proximitat inductius del tipus NPN de la marca *Crouzet*. Els tres sensors estan alimentats a 24V i cada un d'ells està connectat a una entrada digital de l'autòmat [21].



Fig. 5.14 Sensor inductiu

Esquema de connexions

A continuació, a la Fig. 5.15, es mostra com es connecten a l'autòmat els diferents elements de l'estació didàctica del motor pas a pas.



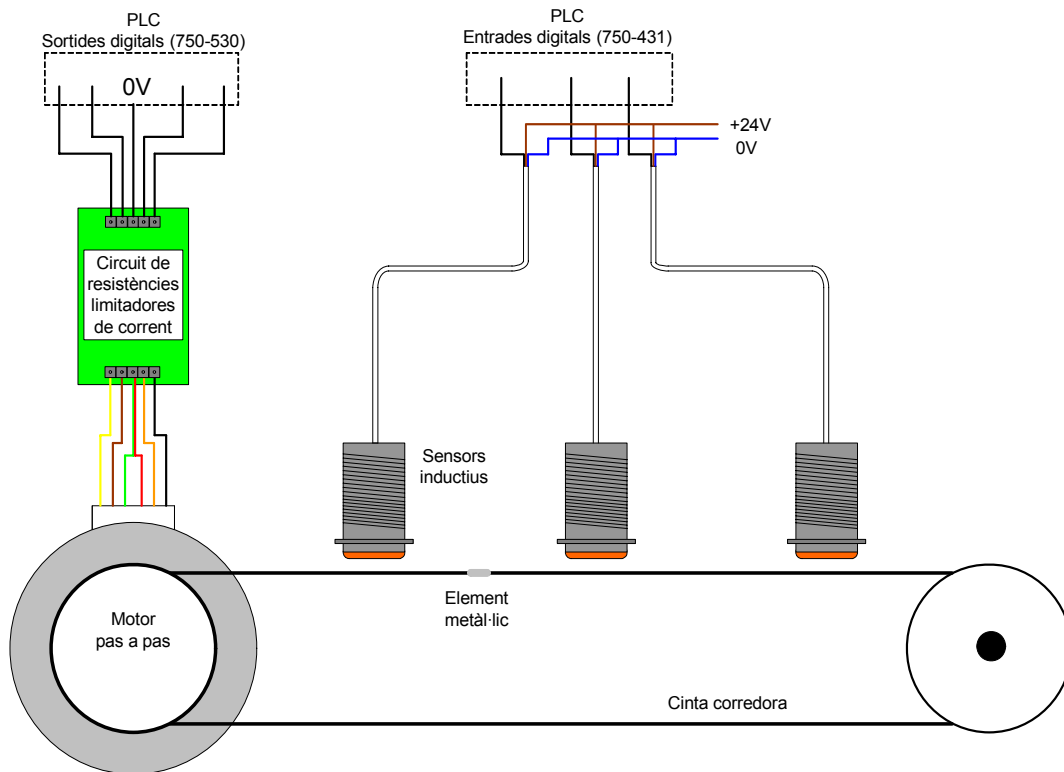


Fig. 5.15 Esquema de connexions de l'estació didàctica MPP

Cada una de les quatre bobines del motor pas a pas s'alimenta des d'una sortida digital de l'autòmat a través d'una resistència limitadora de corrent i un diode de via lliure per a evitar sobretensions de commutació de les càrregues inductives.

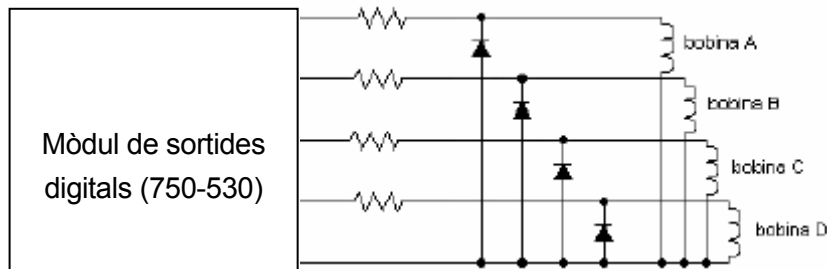


Fig. 5.16 Esquema del circuit limitador de corrent



Estació motor de contínua (MCC)

L'element principal d'aquesta estació és un motor de corrent contínua que té acoblada una corona amb sis elements metàl·lics que funciona com un encòder de baixa resolució. Un sensor inductiu detecta un total de sis polsos per volta.

La finalitat d'aquesta estació és que l'alumne conegui com moure un motor de corrent continu i sigui capaç de variar-ne la seva velocitat.

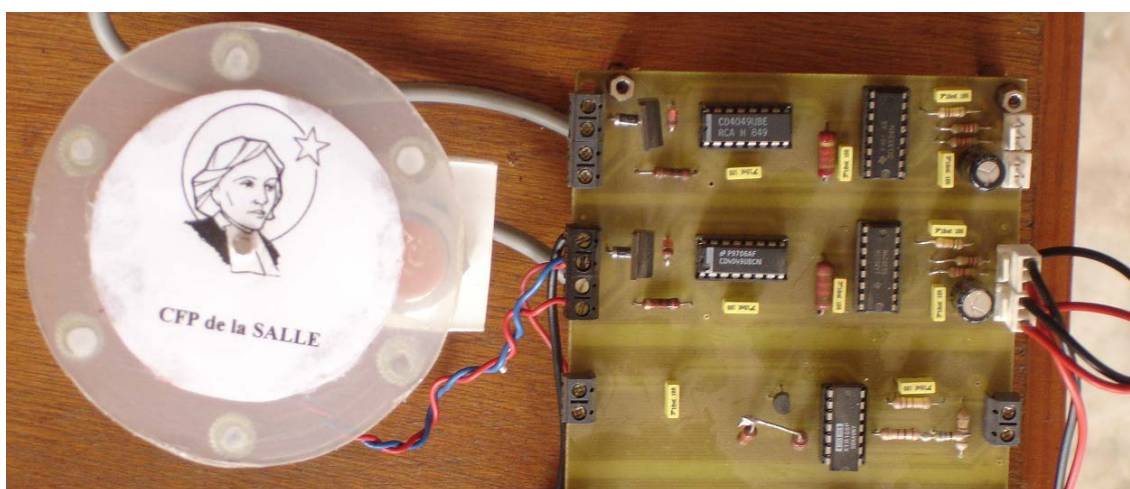


Fig. 5.17 Estació motor de contínua

Característiques dels components

- Motor de contínua



Fig. 5.18 Motor de contínua

Característiques	
Tensió d'alimentació	24V
Potència útil	0,9W

Taula. 5.8 Característiques del motor de CC



Esquema de connexions

A la Fig. 5.19 es mostren les connexions de l'estació didàctica MCC a l'autòmat

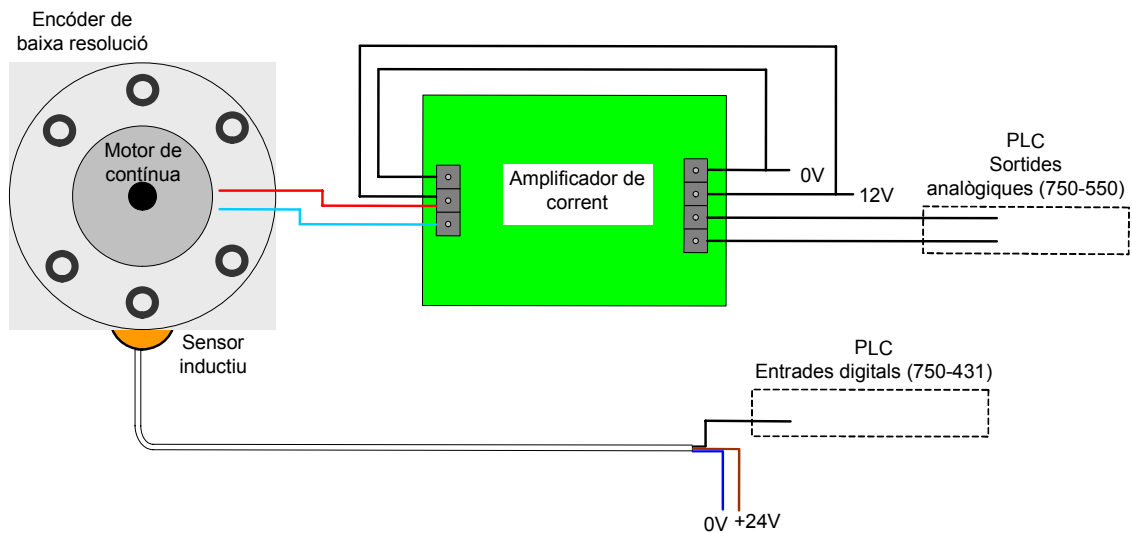


Fig. 5.19 Esquema de connexions de l'estació didàctica MCC

Entre la sortida analògica de l'autòmat i el motor de corrent cal introduir un circuit electrònic que s'encarrega d'amplificar la corrent de sortida de l'autòmat, ja que aquesta no és suficientment elevada com per a poder moure el motor de corrent continu.

Estació motor d'inducció (MI)

Amb aquesta estació de la plataforma es pretén controlar un motor d'inducció trifàsic mitjançant un variador de freqüència comercial. L'objectiu principal és que l'alumne sigui capaç de controlar la velocitat i el sentit de gir del motor d'inducció des de l'autòmat.



Característiques dels components

- Motor d'inducció

Característiques	
Tensió d'alimentació	220 V trifàsics
Intensitat nominal	0,26 A
Potència	100 W

Taula. 5.9 Característiques del motor d'inducció

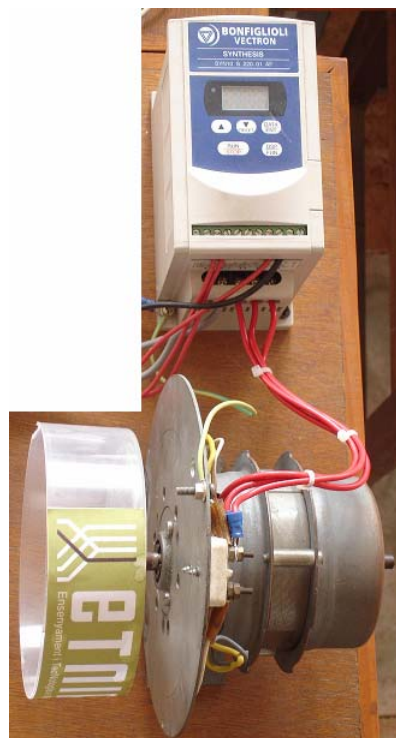


Fig.5.20 Estació motor d'inducció

- Variador de freqüència

El variador utilitzat és un Bonfiglioli Vectron Synthesis amb entrada monofàsica i sortida trifàsica. A la Taula. 5.10 hi ha les seves especificacions tècniques [30].

Característiques	
Potència nominal del motor	0,2 kW
Corrent de sortida	1,4A
Capacitat	0,53 kVA
Tensió màxima entrada	Monofàsic 200-240V
Tensió màxima sortida	Trifàsic 200-240V (proporcional a la tensió d'entrada)

Taula. 5.10 Especificacions del variador de freqüència



Esquema de connexions

A continuació es mostra l'esquema de potència de la connexió entre el variador de freqüència i el motor.

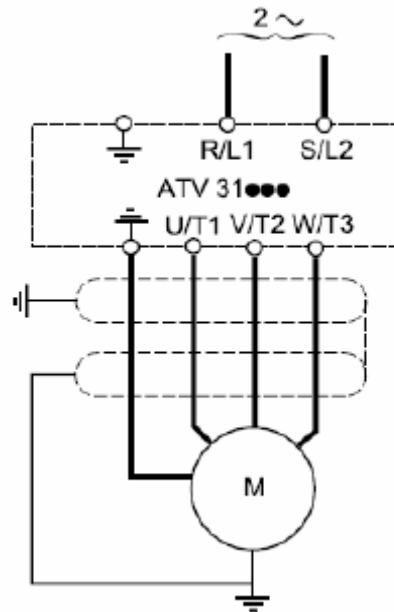


Fig. 5.21 esquema de potència de les connexions entre variador i motor

La Fig. 5.22 mostra un diagrama de blocs de la connexió entre l'autòmat, el variador i el motor.

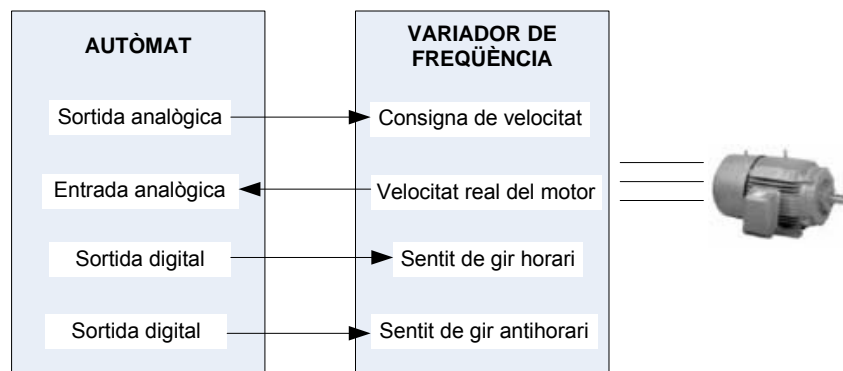


Fig. 5.22 Diagrama de blocs de l'accionament del motor d'inducció



L'esquema de connexions entre l'autòmat, el variador i el motor ve mostrat per la Fig. 5.23

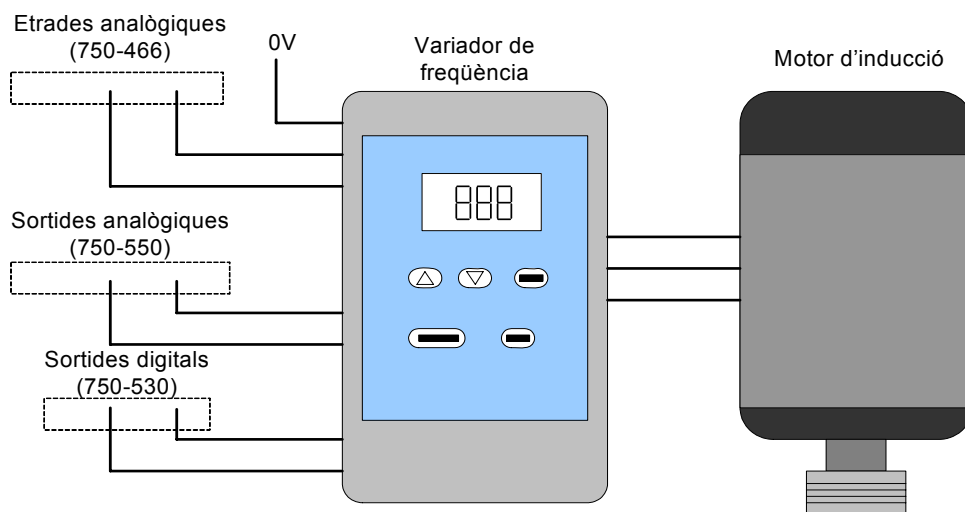


Fig. 5.23 Esquema de connexions de l'estació didàctica MI

Estació il·luminació nocturna (IN)

Aquesta estació està formada bàsicament per una làmpada d'il·luminació. Té la finalitat d'il·luminar la plataforma quan la llum externa no és suficient. D'aquesta manera es pot tenir el muntatge dins d'una aula on no cal que s'entri cada vegada per encendre el llum.

Esquema de connexions

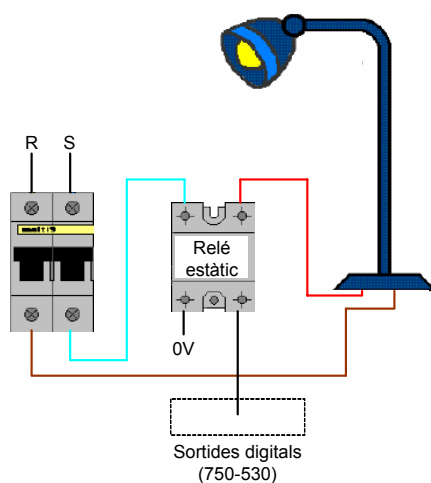


Fig. 5.24 Esquema de connexions de l'estació didàctica IN



5.2.4. Pràctiques realitzades

Abans de redactar cap pràctica, es va trobar oportú fer un petit manual d'iniciació a la utilització del programa *Codesys V2.3* que es pot trobar a l'Annex E. D'aquesta manera, quan els alumnes tinguin algun dubte poden consultar primer a la guia per a solucionar-lo per ells mateixos sense necessitat del professor. Com que les pràctiques les impartirà un sol professor, el fet de disposar de l'ajuda de la guia pot fer que pugui estar més a sobre dels alumnes que els costi més. Aquestes pràctiques es poden trobar a l'Annex A.

Les sis primeres pràctiques tracten sobre la iniciació a la programació amb el *Codesys* en els llenguatges següents: LD, CFC, SFC i ST. De cada llenguatge s'introdueixen també els blocs funcionals dels que disposa el programa: temporitzadors, comptadors i generadors d'impulsos. També se'ls fa fer visualitzacions des d'on es pot controlar el programa i veure l'estat de les seves variables. De tots els programes primer se'ls fa fer un de simple per a anar-lo complicant i millorant a mida que avancen a la pràctica.

Un cop fetes les cinc primeres pràctiques, on se suposa que ja coneixen com programar en els diferents llenguatges, es passa a treballar amb la plataforma d'estacions didàctiques.

El primer que se'ls fa fer és que aprenguin a encendre el llum de l'estació d'il·luminació nocturna (IN).

La primera pràctica de la plataforma està dedicada a l'estació del motor pas a pas (MPP). S'ha redactat un full de teoria per al professor, que es pot trobar a l'Annex D, sobre els motors pas a pas i les seves seqüències de funcionament. Els objectius d'aquesta pràctica són que sàpiguen moure un motor pas a pas en ambdós sentits de gir i a diferents velocitats amb les diferents seqüències de moviment que se'ls ha ensenyat.

La segona pràctica tracta també sobre l'estació didàctica MPP. En aquest punt se'ls diu que han de ser capaços de fer una seqüència de moviment de la cinta corredora entre els diferents sensors que componen l'estació MPP.



A la pràctica següent es mostra l'estació didàctica del motor de corrent continu (MCC). Com en el cas del motor pas a pas, també s'ha redactat per al professor un full d'explicació teòrica sobre aquest tipus de motors. Els objectius són que els alumnes siguin capaços de moure el motor a diferents velocitats i aturar-lo uns segons quan el sensor hagi detectat un número determinat de components metàl·lics de la corona que gira solidària a l'eix del motor. Un cop passats els segons fixats, el motor s'ha de tornar a engegar per a tornar a fer la mateixa seqüència.

Tot seguit, se'ls fa treballar alhora amb les dues estacions utilitzades. Es demana als alumnes de fer una seqüència on prenguin part els dos motors fets servir fins al moment. Es tracta d'utilitzar el motor pas a pas per a accionar la cinta corredora fins a un dels sensors, un cop arribada allà el motor pas a pas s'atura i s'engega el motor de contínua que compta un número determinat de components metàl·lics de la corona i s'atura, deixant pas a que el motor pas a pas canviï el seu sentit de gir i desplaci la corretja cap a un altre dels sensors, per a tornar a utilitzar el motor de contínua de la mateixa manera i completar la seqüència de funcionament.

Arribats a aquest punt, els alumnes ja dominen les estacions MPP i MCC, així com la IN. És el moment d'introduir l'estació didàctica del motor d'inducció (MI). En aquesta pràctica, es demana que engeguin el motor d'inducció a una velocitat determinada durant uns segons. Passat aquest temps l'han d'aturar i tornar-lo a engegar en sentit contrari durant els mateixos segons, per acabar la seqüència tornant-lo a aturar per després començar una altra vegada des del principi. Fet això, es demana fer una seqüència amb el motor pas a pas i el d'inducció, de forma molt semblant a la pràctica anterior però canviant el motor de contínua pel d'inducció.

Totes aquestes pràctiques estan pensades per a que els alumnes vagin fent sense un límit de temps. És a dir, no se'ls demana que al final de cada classe acabin amb una pràctica ja que aquestes són llargues i cada grup pot trigar un temps molt diferent en realitzar-les. A la pàgina següent es pot veure el programa que es demana dissenyar a la penúltima pràctica:



1.- *Faire un programme qui démarre le moteur asynchrone à 10000 points dans un sens et après 5 secondes s'arrête pendant 3 secondes et redémarre en sens contraire pendant 5 secondes puis commence la séquence une autre fois.*

2.- *La séquence à faire est la suivante :*

- *Le moteur pas à pas se déplace jusqu'au détecteur à gauche.*
- *Le moteur pas à pas s'arrête.*
- *Le moteur asynchrone démarre pendant 5 secondes.*
- *Le moteur asynchrone s'arrête.*
- *Le moteur pas à pas démarre avec le sens de rotation changé.*
- *Le moteur pas à pas se déplace jusqu'au détecteur à midi.*
- *Le moteur pas à pas s'arrête.*
- *Le moteur asynchrone démarre pendant 5 secondes.*
- *Le moteur asynchrone s'arrête.*
- *Le moteur pas à pas démarre avec le sens de rotation changé.*
- *Le moteur pas à pas se déplace jusqu'au détecteur à gauche.*
- *La séquence commence une autre fois.*



5.3. Autòmat industrial TSX Micro

5.3.1. Característiques de l'autòmat

L'autòmat *TSX MICRO 3722* disposa de les característiques generals exposades a la Taula. 5.11 [29].

Funcions		
	Nombre màx E/S TON	256
	Acobladors de comunicació	1
	Rellotge-calendari	Si
	Analògica integrada	Si
	Comptatge integrat 500 Hz	Si
	Comptatge integrat 10 Hz	Si
Memòria interna		
	RAM interna amb salvaguarda	20 Kpal
	Programa 100% Booleà	7,9 Kinst
	Dades	2 Kpal
	Constants	128 pal
	Flash EPROM integrada	16 Kpal
Blocs funcionals		
	Temporitzadors	64
	Comptadors	32
Alimentació		
	Tensió nominal	100-240 VCA
	Corrent absorbit	0,7A a 100V 0,3A a 240V

Taula. 5.11 Característiques de l'autòmat TSX MICRO 3722

L'espai de memòria interna està compost de dos espais diferents:

- Una memòria RAM interna que s'utilitza pel programa d'aplicació amb una capacitat de 20 Kpal i que és ampliable.



- Una memòria flash EPROM de 16 Kpal que s'utilitza com a salvaguarda del programa d'aplicació i de les paraules internes.



Fig. 5.25 Autòmat TSX MICRO 3722

Entrades i sortides digitals

Les entrades i sortides digitals de l'autòmat venen donades pel mòdul *TSX DMZ 28 DTK*. Les seves característiques es troben a la Taula. 5.12.

TSX DMZ 28 DTK	Característiques
Modularitat	16 Entrades 12 Sortides
Impedància	6,3 k Ω
Entrades	Aïllades
	24 V CC, 7 mA
	Lògica positiva
	Filtrat configurable integrat
Sortides	Aïllades
	24 V CC, 0,5 A
	Lògica positiva
	Protegides contra sobrecàrrega i curtcircuits.

Taula. 5.12 Característiques del mòdul TSX DMZ 28 DTK



Entrades i sortides analògiques

Les entrades i sortides analògiques venen donades per un interfase analògic integrat a l'autòmat mitjançant un connector sub-D de 15 patilles. Les seves característiques venen donades a la Taula. 5.13.

Interfase analògic integrat	Característiques
Modularitat	8 Entrades 1 Sortida 1 Sortida de referència a 10 V
Entrades	Conversió analògic-digital 8 bits Impedància 54 k Ω Sobretensió màx +30V/-15V
Sortida	Conversió analògic-digital 8 bits Sobretensió màx: curtcircuit a 0V i +5V Error màx (25°C): 1,5% \rightarrow 150 mV

Taula. 5.13 Característiques de l'interfase analògic

5.3.2. Característiques del software

El software utilitzat per a programar l'autòmat *TSX MICRO 3722* és el *PL7 PRO*. Ofereix tres llenguatges de programació. El primer és el llenguatge de contactes, que ofereix dos símbols gràfics de base: contactes i bobines. El segon llenguatge que ofereix el programa és el text estructurat de tractaments lògics i numèrics. Per últim, ofereix la possibilitat de programar en Grafcet el funcionament d'un automatisme seqüencial.

El programa disposa de blocs funcionals predefinits com comptadors i temporitzadors i està conforme amb la norma IEC 1131-3. [28]



5.3.3. Plataformes desenvolupades

S'ha creat una maqueta que simula una cruïlla semaforitzada de dos carrers d'un sol sentit cada un, la qual se'ls fa connectar a l'autòmat. Aquesta maqueta és la mostrada a la Fig. 5.26

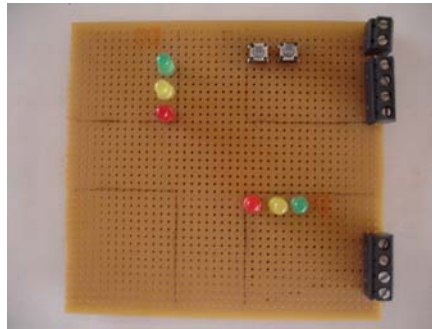


Fig. 5.26 maqueta d'una cruïlla semaforitzada

També s'ha procedit al muntatge d'una placa amb unes resistències limitadores de corrent per a poder connectar un motor pas a pas a l'autòmat. El muntatge és el mostrat a la Fig. 5.27

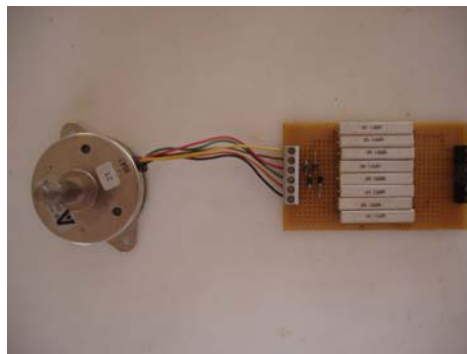


Fig. 5.27 Muntatge motor pas a pas



5.3.4. Pràctiques realitzades

S'han realitzat un total de cinc pràctiques relacionades amb l'autòmat *TSX MICRO*. S'ha destinat el treball amb aquest autòmat a l'aprenentatge de la connexió de diferents aparells a les diferents entrades i sortides de les que consta l'autòmat.

Amb la primera pràctica es pretén que els alumnes es familiaritzin amb el llenguatge de contactes LD. A la segona es mostren els diferents blocs funcionals que ofereix el programa *PL7*. A la tercera pràctica es fa esment a com connectar diferents entrades i sortides a l'autòmat fent que els alumnes connectin pulsadors, bombetes i timbres. La quarta pràctica mostra el llenguatge *Grafcet*, i es fa fer un programa per a controlar la maqueta de la cruïlla semaforitzada.

A la última pràctica es fa fer un programa que mogui el motor pas a pas que els alumnes han de connectar a l'autòmat.

A la Fig. 5.28 es veu l'esquema d'un dels muntatges de la pràctica 5:

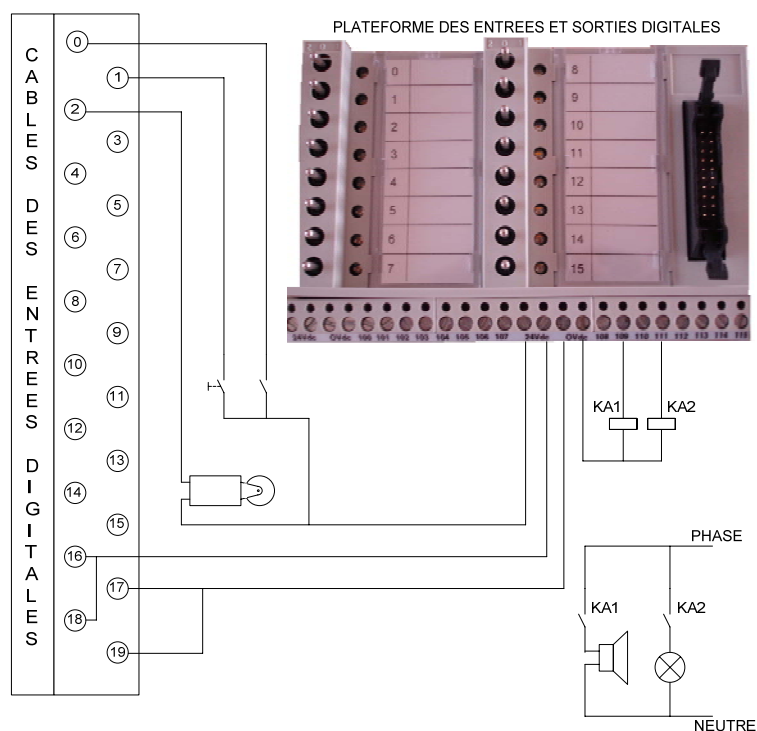


Fig. 5.28 Esquema de la pràctica 5



5.4. Variadors de freqüència

Al centre de formació professional, es disposen dels següents variadors de freqüència:

- ABB ACS 400 [31].

Característiques	ABB ACS 400
Potència màxima motor	3 kW
Tensió d'entrada	Trifàsica 380V
Tensió de sortida	Trifàsica de 0 a 380V
Intensitat d'entrada	4,8A
Intensitat de sortida	4,9A
Freqüència d'entrada	De 48 a 63 Hz
Freqüència de sortida	De 0 a 250 Hz

Taula. 5.14 Característiques ABB ACS 400

- Fuji Frenic 5000 G11S [32].

Característiques	Fuji Frenic 5000 G11S
Potència màxima motor	4 kW
Tensió d'entrada	Trifàsica 380V
Tensió de sortida	Trifàsica de 0 a 380V
Intensitat d'entrada	1,8A
Intensitat de sortida	5A
Freqüència d'entrada	50/60 Hz
Freqüència de sortida	De 0,1 a 400 Hz

Taula. 5.15 Característiques Fuji Frenic 5000 G11S



- Telemecanique Altivar 11 [33].

Característiques	Telemecanique
Potència màxima motor	0,37 kW
Tensió d'entrada	Monofàsic 220V
Tensió de sortida	Trifàsica de 0 a
Intensitat d'entrada	5,3A
Intensitat de sortida	2,1A
Freqüència d'entrada	50/60 Hz
Freqüència de sortida	De 0,5 a 200 Hz

Taula. 5.16 Característiques Altivar 11

- Telemecanique Altivar 08 [34].

Característiques	Telemecanique Altivar 08
Potència màxima motor	0,37 kW
Tensió d'entrada	Monofàsic 220V
Tensió de sortida	Trifàsica de 0 a 220V
Intensitat d'entrada	4,5A
Intensitat de sortida	2,1A
Freqüència d'entrada	50/60 Hz
Freqüència de sortida	De 0,5 a 120 Hz

Taula. 5.17 Característiques Altivar 08



Fig. 5.29 Variadors de freqüència utilitzats



5.4.1. Pràctiques realitzades

La primera pràctica té com a objectiu principal que els alumnes es familiaritzin amb les diferents característiques d'un variador. Han de ser capaços d'introduir els paràmetres del motor connectat, han de saber utilitzar el variador en mode local (amb la consola) i en mode remot (connexió de 2 i 3 fils amb potenciòmetre), han de conèixer els diferents paràmetres del variador per a fixar diferents velocitats i utilitzar rampes d'acceleració i desacceleració i han de conèixer la utilitat de les sortides de relé que ofereixen els variadors de freqüència. Amb la primera pràctica, els alumnes haurien de ser capaços de fer anar un motor mitjançant un variador de freqüència.

A la segona pràctica i a totes les següents, es passa directament a connectar el variador a l'autòmat *TSX Micro*. Es demana fer un programa que controli la velocitat i el sentit de rotació del motor.

A la pràctica següent es demana fer un programa que encengui el motor mitjançant una rampa d'acceleració.

La quarta pràctica té com a objectiu programar una seqüència on el motor s'encengui mitjançant una rampa d'acceleració fins a la seva velocitat màxima, es mantingui a aquesta velocitat un temps determinat i aturi el motor amb una rampa de desacceleració.

A la cinquena i última pràctica es demana fer una seqüència on es faci girar el motor en els dos sentits de rotació amb diferents velocitats.

A la Fig. 5.30 es veu un dels esquemes a muntar de la pràctica dos:



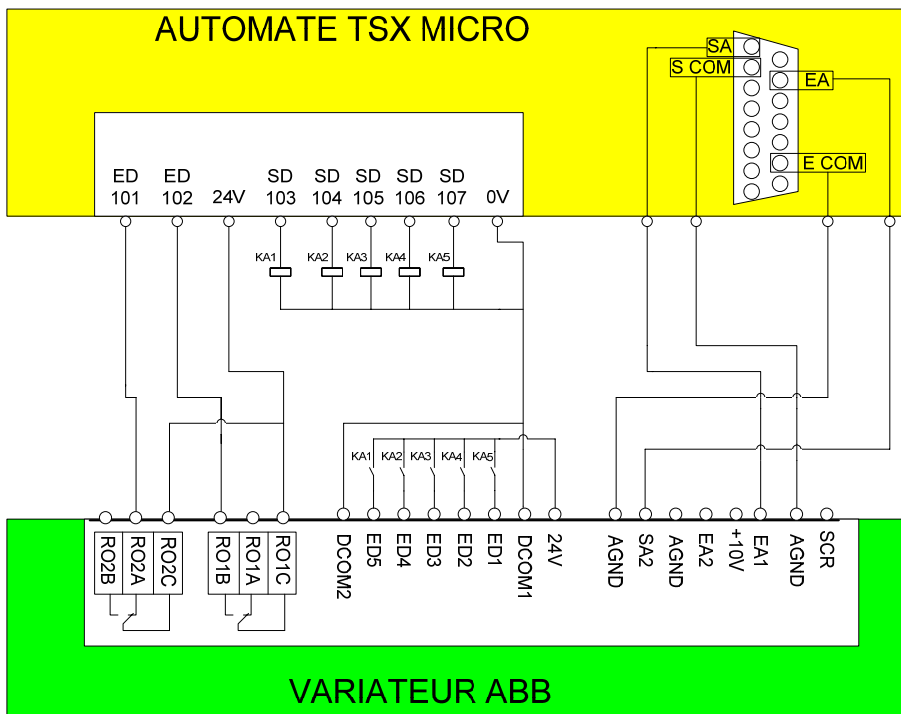


Fig. 5.30 maqueta d'una cruilla semaforitzada



6. PRESSUPOST

S'han fet dos pressupostos, un comptant com si es demanés a una enginyeria que realitzés el projecte i un altre comptant les despeses reals que aquest ha comportat. S'han dividit les despeses en cinc camps diferents: material, viatges, estància, preparació prèvia i personal.

Les despeses en material venen especificades a la Taula. 6.1 [24]. A l'Annex H es pot trobar una taula més detallada on s'especifiquen les característiques del material, quantes unitats n'hi ha, el seu estat de conservació i qui l'ha pagat.

Material	Cost
Transformador	300 €
Autòmats	2.704,62 €
Mòduls simulació E/S digitals Micro	713,80 €
Pantalles tàctils Magelis	400 €
Variadors de freqüència	994,40 €
Motors asíncrons	1.106,61 €
Motors pas a pas	381,90 €
Motors de corrent continu	45,94 €
Arrencadors progressius	302,20 €
Interruptors magnetotèrmics	1.526,70 €
Blocs de seguretat	861 €
Interruptors estàtics	90,45 €
Sensors inductius	809,82 €
Detectors fi de cursa	549,75 €
Sensors fotoelèctrics	88,78 €
Contactors	63,36 €
Relés	31,01 €
Imans electromagnètics	134,37 €
Interruptors	89,40 €
Polsadors	261,50 €
Pilots lluminosos	82,17 €
Despesa total	11.357,77 €

Taula. 6.1 Despesa en material



A la Taula. 6.2 hi ha les despeses que han comportat els viatges.

		Cost unitari	Cost total	Entitat finançadora
Bitllets d'avió				
	viatge 1	811,55 €	1.623,10 €	CCD-UPC
	viatge 2	823,75 €	1.647,50 €	CCD-UPC
Visats				
	visat 1 (a Espanya)	61,50 €	123,00 €	CCD-UPC
	visat 2 (a Guinea)	23,53 €	47,06 €	CCD-UPC
	multientrades	11,76 €	23,52 €	CCD-UPC
Assegurança mèdica		500,00 €	1.000,00 €	ETNIA
Despesa total			4.464,18 €	

Taula. 6.2 despesa en viatges

Les despeses de l'estància a Conakry, costejades per PROYDE-LA SALLE, estan reflectides a la Taula. 6.3. A l'Annex H es pot trobar la taula més detallada.

	Cost
Nits	4.781,25 €
Dinars	1.115 €
Sopars	836,25 €
Begudes	956,25 €
Despesa total	7.688,75 €

Taula. 6.3 Despeses d'estància



Pel que fa a les despeses de la preparació prèvia dels projectistes, venen detallades a la Taula. 6.4.

	Cost unitari	Cost total	Entitat finançadora
Cursos francès	2.100,00 €	4.200,00 €	Projectistes
Curs professional	425,00 €	850,00 €	CITCEA-UPC
Despesa total		5.050,00 €	

Taula. 6.4 Despesa en preparació prèvia

I, per últim, a la Taula. 6.5 es poden veure les despeses en personal. És aquí on es veuen les diferències entre els dos pressupostos, degut a que només hi ha despeses en el cas de que el projecte el dugués a terme una enginyeria. Això és degut a que, tant els projectistes com els dos enginyers que hi ha darrere del projecte, l'han dut a terme de forma voluntària i totalment altruista. A l'Annex H es pot trobar la taula més detallada.

	Cost total
Enginyer a Barcelona	7.000 €
Enginyer a Conakry	16.800 €
Projectistes (2)	58.800 €
Despesa total	82.600 €

Taula. 6.5 Despeses en personal



Aleshores, les despeses totals venen donades a la Taula. 6.6. Es pot veure que hi ha separats els dos pressupostos: el d'una suposada enginyeria i el real. La diferència entre fer el projecte per una banda o per l'altra és la dels sous dels treballadors, que suposen per sí sols gairebé tres vegades les despeses del pressupost real.

	Enginyeria	Real
Despesa en material	11.537,77 €	11.537,77 €
Despesa en viatges	4.464,18 €	4.464,18 €
Despesa en estància	7.688,75 €	7.688,75 €
Despesa en preparació	5.050,00 €	4.200,00 €
Despesa en personal	82.600,00 €	0 €
Despesa total	111.340,70 €	28.740,70 €

Taula. 6.6 Despeses totals

S'ha plantejat el projecte com una inversió, on els ingressos serien els sous dels alumnes que acaben els seus estudis en electricitat industrial al centre de formació professional de La Salle a Conakry, i les despeses són les citades anteriorment. S'ha fet així perquè la finalitat del projecte és social; per tant els ingressos, ficticis, vindran donats quan els alumnes formats amb els coneixements aportats pel projecte tinguin un sou. S'ha estimat que anualment sortiran del centre 15 futurs treballadors. Els factors que s'han tingut en compte a l'hora de calcular i valorar la inversió són simplificats degut a la complexitat que comporta l'estudi d'una inversió d'aquest tipus.

Quan els estudiants de la República de Guinea busquen feina per primera vegada, passen a treballar a les empreses en qualitat de "stagers", que ve a ser com un contracte de pràctiques. És per això que s'ha tingut en compte que el primer any de treball cobraran menys que la resta dels anys. S'ha fixat en 100.000 FG el sou mensual d'un "stager" i en 350.000 FG el sou mensual d'un treballador experimentat, a més s'han fixat un total de 12 pagues anuals. El canvi a Euros s'ha fet de la següent manera: 8.000 FG equivalen a 1€.



Aleshores, els ingressos que es tindran venen reflectits a la Taula. 6.7. A l'Annex H es pot trobar una taula més específica.

	Ingressos anuals 1r any	Ingressos anuals resta d'anys
Ingressos totals	2.250 €	7.875 €

Taula. 6.7 Ingressos totals

S'ha fet un estudi de les dues inversions amb un horitzó temporal de sis anys. Per una banda la inversió del projecte dut a terme per una enginyeria, i per una altra banda la inversió tal qual s'ha realitzat. A les taules Taula. 5.146.8 y Taula. 6.9, es poden veure detallades les dues inversions.

	Any 0	Any 1	Any 2
Despesa enginyeria	111.340,70 €	0 €	0 €
Despesa real	28.740,70 €	0 €	0 €
Ingressos	0 €	0 €	2.250,00 €
Ing – desp eng	-111.340,70 €	0 €	2.250,00 €
Ing – desp real	-28.740,70 €	0 €	2.250,00 €
Ing – desp eng acum	-111.340,70 €	-111.340,70 €	-109.090,70 €
Ing – desp real acum	-28.740,70 €	-28.740,70 €	-26.490,70 €

Taula. 6.8 Inversió



	Any 3	Any 4	Any 5	Any 6
Despesa enginyeria	0 €	0 €	0 €	0 €
Despesa real	0 €	0 €	0 €	0 €
Ingressos	10.428,75 €	19.096,20 €	28.274,31 €	37.985,92 €
Ing - desp eng	10.428,75 €	19.096,20 €	28.274,31 €	37.985,92 €
Ing - desp real	10.428,75 €	19.096,20 €	28.274,31 €	37.985,92 €
Ing - desp eng acum	-98.661,95 €	-79.565,75€	-51.291,44 €	-13.305,52 €
Ing - desp real acum	-16.061,95 €	3034,25 €	31.308,56 €	69.294,48 €

Taula. 6.9 Inversió

Per a fer els càlculs, s'han hagut de prendre diferents dades. Per a començar, s'ha fixat que els sous creixeran anualment amb una inflació del 3% constant. Aquesta dada és un valor estimat per a calcular l'augment anual dels sous, ja que com s'ha dit anteriorment a la memòria, la inflació és un valor que canvia molt i del qual no se'n pot preveure la seva variació degut a la inestabilitat econòmica i política del país i no reflexa la variació dels sous.

Com es pot veure, es considera que el primer any encara no hi ha ingressos ja que no serà fins al segon any que comencin a treballar alumnes preparats amb el nou pla d'estudis. D'altra banda, totes les despeses es faran l'any zero, que és quan es prepara tot el projecte per a que els anys següents el puguin continuar els professors formats.

El primer a calcular ha estat el "Pay-back". Aquesta dada diu a partir de quin any es comencen a obtenir beneficis de la inversió feta. Com es pot veure, en el cas de que la inversió vingués donada per una enginyeria, no hi hauria beneficis dins l'horitzó temporal fixat. En el cas de la inversió real, els beneficis arriben el quart any des de que s'ha fet la inversió.

En el cas d'una inversió normal, els següents ratis a calcular serien el VAN i el TIR. El VAN és una xifra que indica la rentabilitat d'una inversió en funció del tipus d'interès bancari. El



TIR és el tipus d'interès que fa que el VAN sigui igual a zero, per tant és la taxa límit a la que es pot arribar per tal que la inversió resulti rentable. Però en aquest cas s'està parlant d'una inversió social que no reportarà beneficis monetaris directes per a l'inversor, per tant el càlcul d'aquests ratis no fa arribar a cap conclusió. Això és degut a que no es vol estudiar si és millor invertir o deixar els diners al banc ja que sempre, econòmicament parlant, sortiria més a compte deixar-los al banc.

En el cas de la present inversió s'ha de pensar en altres valors. Com que són uns diners que es destinaran segur a un projecte de cooperació, s'hauria de veure si és millor destinar aquests diners a un projecte social o a un altre.

La finalitat última d'aquest projecte és la de desenvolupar tecnològicament el país on es duu a terme. Hi ha diferents formes de complir aquesta finalitat. En el cas del present projecte, es tracta de portar material i ensenyar com funciona, però anant més enllà ja que formant a professors es pot assegurar que hi haurà una continuïtat en aquest aprenentatge al llarg dels anys. D'aquesta manera, s'aconsegueix que, any rere any, cada vegada hi hagi més gent preparada per utilitzar correctament el tipus de material que se'ls ha donat. Es podria destinar tot el pressupost en material sense la necessitat de formar a professors, però d'aquesta forma es limitaria l'aprenentatge de més gent sobre el tema, permetent a un nombre reduït de persones l'accés a aquest, limitant la vida del projecte.



7. IMPACTE AMBIENTAL

Els elements a estudiar des del punt de vista de l'impacte ambiental tenen a veure amb les plataformes realitzades.

Pel que fa a les taules de practiques de lògica cablejada estan construïdes, pràcticament en la seva totalitat, reaprofitant material. Un exemple clar en són les bornes de connexió emprades, que encara que han estat comprades al mercat ja havien estat utilitzades.

En el cas de la plataforma de l'autòmat WAGO s'han muntat algunes plaques electròniques. La llei d'impacte ambiental d'àmbit europeu contempla una directiva que afecta als materials utilitzats en aparells electrònics. *Rohs* és una directiva de la unió europea que restringeix l'ús de sis materials perillosos en la fabricació de varis tipus d'equips electrònics i elèctrics. Es prohibeix superar uns límits de concentració màxim de les següents substàncies: plom, mercuri, cadmi, crom hexavalent i un tipus de material ignífug que s'utilitza en certs plàstics.

Tots els components electrònics que s'han utilitzat per a implementar les plaques d'aquest projecte compleixen la normativa *Rohs*. A més, el tractament final dels materials utilitzats durant el muntatge de les plaques de circuit imprès (líquid revelador, àcid clorhídric i perborat sòdic) compleix la directiva *91/689/CEE, de 12 de desembre de 1991, relativa a la gestió de residus perillosos*.



8. CONCLUSIONS

La República de Guinea és un país en vies de desenvolupament. Degut a aquest fet, el mode de vida i la gent que hi viu són molt diferents al que els projectistes estan habituats. És per això que des de la seva arribada, s'han hagut d'acostumar a conèixer amb aquestes diferències.

Els projectistes han pogut comprovar que la impressió que es té del tercer món al primer no és del tot real. És cert que els governs d'aquests països no ajuden al desenvolupament i que el seu passat colonial o la corrupció existent no els ha fet cap bé, però alhora els propis habitants no contribueixen directament a una millora del país. Estan molt lligats a problemes religiosos i a costums que moltes vegades els fan més mal que bé. Un exemple molt clar és que hi ha famílies que pràcticament s'han arruïnat pel fet d'haver de festejar un funeral a la manera tradicional, que implica uns dies de reunions amb tota la família del difunt, els amics i els veïns; havent-los de proveir de menjar i beguda a càrrec de la família directa. Fins que no siguin capaços de superar aquestes tradicions, els costarà molt desenvolupar-se.

Un altre gran problema amb el que es troben i forçosament hauran d'aprendre és el de la previsió. Per exemple a molts els costa planejar el seu treball a més d'un dia vista o estalviar una part del seu sou. Es pot dir que són gent que viuen el dia a dia.

Alhora, moltes vegades sembla que no valoren les oportunitats que se'ls dona, ja que per exemple els dos professors als que han format els projectistes han estat incapaços d'arribar a l'hora a les classes per aprofitar al màxim el fet de tenir a dos professors particulars a la seva plena disposició.

Tot i això, els projectistes creuen que per a millorar la situació del país s'ha de començar per algun lloc, i el fet d'haver dut a terme aquest projecte en sembla una bona forma.

S'ha pogut comprovar que l'educació al país és molt feble, començant per l'educació primària i acabant per la universitària. Això es pot veure reflectit en els alumnes que entren al centre, on molts són incapaços de mantenir-se concentrats a les classes sense adormir-se. També,



si es fa una volta pel carrer durant l'horari escolar i es passa pel costat d'una escola primària, es poden veure alumnes escapant-se del centre saltant els murs i no es fa més que sentir una cridòria constant.

Havent viscut això, els projectistes pensen que l'educació primària és de les primeres coses que s'haurien de millorar. Un cop que aquesta funcioni correctament, les etapes posteriors de formació seran més fàcils de millorar.

Pel que fa específicament al projecte, la primera conclusió important és que s'ha volgut abarcar més del possible. S'han volgut impartir molts coneixements nous, el que ha fet que els dos professors no hagin pogut acabar d'aprendre bé cadascun d'ells. Els projectistes pensen que hauria estat millor explicar menys coses o arribar a un grau de menys dificultat per tal que els hagués pogut quedar perfectament clar. Tot i això pensen que té solució, ja que els coneixements vertaderament nous són els que es donen al tercer curs, i aquest no es donarà fins d'aquí a dos anys, el que permet que durant l'any vinent els professors puguin seguir treballant a fons els conceptes apresos durant el present projecte. Per a això es creu important que l'any vinent vingui algun voluntari per ajudar-los a aconseguir-ho, podent ampliar una mica més els coneixements donats fins ara. Tot i això, els projectistes estan satisfets amb els resultats obtinguts de l'aprenentatge dels professors un cop s'han vist els seus coneixements de base tot i que no eren els resultats esperats en un principi.

Els projectistes també pensen que els coneixements que s'han impartit als professors seran de gran utilitat per als futurs alumnes, ja que s'ha pogut comprovar que a les fàbriques del país fan falta tècnics entesos en el camp dels autòmats i fins al moment no n'hi ha d'autòctons.

Pel que fa a les pràctiques redactades, es creu que s'han pogut incorporar de forma satisfactòria els nous materials al nou pla d'estudis, gràcies també a la creació o millora dels diferents laboratoris d'electricitat industrial.

L'única decepció directa en quant al projecte ve deguda al no haver pogut dur a terme els cursos professionals preparats per a empreses del país. Tot i que es va fer tot el possible per impartir-los, finalment no va respondre la única empresa inicialment interessada.



És important remarcar que els projectistes han après molt no només a nivell tècnic, si no també a nivell personal. L'aprenentatge previ a Barcelona ha permès als projectistes d'ampliar els coneixements sobre electricitat i aprendre per primer cop el funcionament i programació dels autòmats industrials. A més han après un nou idioma que fins al moment no parlaven. Però cal destacar que la descoberta d'una cultura tan diferent a les conegudes fins al moment pels projectistes i les gentes que habiten el país han estat al·licients molt importants per a dur a terme el projecte.



9. AGRAÏMENTS

En primer lloc, i per a començar amb una llarga llista de persones i/o entitats a les que s'ha d'agrair la seva participació en el projecte, es volen donar les gràcies a dues persones: Javier Larios (membre de la ONG ETNIA) i Oriol Gomis (professor de la UPC i membre del CITCEA). Aquestes dues persones han estat sempre disposades a ajudar en tot el que han necessitat els dos projectistes tant des de Conakry com des de Barcelona. Gràcies a Javier Larios per haver dut a terme el paper de cap de forma tan excepcional i per totes les bones estones viscudes a la República de Guinea fora del treball, així com per haver fet menys dura la primera presa en contacte amb el país tant bon punt els dos projectistes hi van arribar. Gràcies a Oriol Gomis per tota la paciència demostrada durant el treball previ al projecte i els coneixements que va impartir als projectistes, per haver solucionat amb diligència tots els dubtes abans de partir cap a Conakry i per la seva entera disposició ajudant a resoldre des de Barcelona tots els problemes que han anat sorgint al centre de formació professional.

En segon lloc, s'ha d'agrair la confiança que ha dipositat la ONG ETNIA en els dos projectistes per a dur a terme el projecte de cooperació, tenint en compte que per als dos projectistes era el primer cop que feien un treball d'aquest tipus. Se'ls ha d'agrair també l'haver gestionat tots els tràmits necessaris per al projecte.

Igualment, s'ha d'agrair al CCD (Centre de Cooperació al Desenvolupament) per la seva gran aportació econòmica, sense la qual el projecte hagués estat molt més difícil de dur a terme.

Al mateix temps, s'agraeix a tots els membres del CITCEA i a la UPC per la formació dels projectistes en els camps de l'electricitat i els autòmats programables, així com per la gran aportació de material cedit al centre de formació professional de La Salle a Conakry.

S'ha d'agrair la confiança que han dipositat els tres germans de La Salle en els dos projectistes; el director del centre Pedro Maria Astigarraga, el cap d'estudis Christophe



Traoré i Ciprienne Gbikpi. Al mateix temps, els tres han fet més fàcil l'adaptació al nou país i a la nova llengua i han brindat tota la seva ajuda i medis per al benestar dels projectistes.

Acte seguit, els projectistes donen les gràcies al poble guineà per haver-los acollit amb amabilitat i dedicació. En especial a: Moussa Soumah, Fode Youla i Naby Laye Moussa Sila; tres antics alumnes de l'escola que han fet l'estància dels projectistes molt més amena i divertida. També, al mateix temps, agrair l'acollida rebuda pels membres de l'"Archêveche de Conakry", en especial a Bocar, Suzanne, Finda, Aichatou, Karim, Salifou, Charlotte i Pierre.

El més sincer agraïment als dos cooperants francesos de la DCC (Délégation Catholique pour la Coopération): Charles i Benoît. Han fet una gran feina de correcció lingüística de tots els documents redactats en francès, a part d'haver fet passar molt bones estones als projectistes.

Gràcies a totes les empreses que han donat la seva ajuda en forma de material per al centre. Empreses com Schneider Electric, Wago, ABB, Tecnotrans, Lenze o Fuji han fet possible la realització del projecte amb el pressupost obtingut.

I per últim, i no per això menys important, gràcies a les famílies, companyes i amics dels projectistes pel seu recolzament moral durant tota l'estància a Conakry, per haver suportat el "shock" que comporta un viatge de tant temps a l'Àfrica i tot el que ha comportat abans, durant i després.



10. BIBLIOGRAFIA

Bibliografia consultada existent al centre de formació professional de Conakry.

- [1] BLEUX, J.M., FANCHON, J.L.,. *Automatismes industriels*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [2] SYBILENSKY, M., GALLOIS, J-C. *Electricité Lois générales Courant continu Courant alternatif. (Livre du professeur)*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [3] VIAL, M., *Electricité Professionnelle. Etapes références*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [4] CATALOGUE 2000-2001 SCHNEIDER ELECTRIC. *Automatismes Industriels Telemecanique*.
- [5] GALLAUZIAUX, T. *L'installation Électrique*. Edicions EYROLLES.
- [6] NIARD, J., MOREAU, R., BATTUT, J. *Machines Électriques. Terminal F3*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [7] NEY, H. *Électrotechnique et normalisation 2 Éléments d'Automatismes*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [8] NEY, H. *Électrotechnique et normalisation 3 Installations Électriques*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [9] NEY, H. *Électrotechnique et normalisation 4 Équipements de Puissance*. Edicions NATHAN TECHNIQUE.
- [10] Equipo Técnico EDEBE. *Tecnología electricidad 1*. Edicions EDEBE
- [11] Equipo Técnico EDEBE. *Tecnología electricidad 2*. Edicions EDEBE
- [12] Equipo Técnico EDEBE. *Tecnología electricidad 3*. Edicions EDEBE
- [13] Equipo Técnico EDEBE. *Tecnología electricidad 4*. Edicions EDEBE

Altra bibliografia utilitzada

- [14] AA.VV., *Fonaments de màquines elèctriques*, CPDA
- [15] BOIX, O., *Tecnología eléctrica*. Barcelona, Ceysa, 2002.
- [16] AA.VV. *El Estado del Mundo 2006*. Edicions AKAL.
- [17] AA.VV. *Manual electrotécnico Telesquemario*, Schneider Electric, 1999.



[18] BOIX O., GOMIS O., MONTESINOS D., GALCERAN S., *pràctiques de taller elèctric*, CPDA, 2005.

Pàgines web consultades

[19][http://www.wagocatalog.com/okv3/index.asp?cid=1&lid=2&strProductGruppe=Is_Null&strE1=3&strE2=23000&strE3=23101#zumanker].

[20][http://www.eminebea.com/content/html/en/motor_list/pm_motor/pdf/pm351024.pdf].

[21][<http://www.crouzet.com/filiales/es/html/es/crouzet-captadores-posicion-gama.htm>].

[22][<http://www.transparencia.org.es/INDICE%20DE%20PERCEPCION%202006/IPC%202006%20Tabla%20sintética%20de%20resultados.doc>]

[23][<http://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/gv.html>]

[24][<http://www.amidata.es>]

[25][<http://www.aminata.com>]

[26][<http://www.guineenews.org>]

Manuais consultats:

[27] Codesys

[28] PL7

[29] TSX MICRO

[30] Variador Bonfiglioli Vectron Synthesis

[31] Variador ABB ACS 400

[32] Variador Fuji Frenic 5000 G11S

[33] Telemecanique Altivar 11

[34] Telemecanique Altivar 08



[35] Altistart

Altres projectes consultats

ECHEVERRIA I., PANERO P., MARTÍNEZ H., NAHARRO V., *Implantación de un laboratorio de prácticas de Mantenimiento Electrónico e Informático en un centro de formación profesional en Conakry (Guinea)*. 2006

LORENZO N., *Aplicación docente de una plataforma de accionamientos mecatrónicos controlada a través de Internet*. 2006



Implantació d'un nou pla d'estudis d'electricitat industrial i automatismes a un centre de formació professional a Conakry mitjançant el desenvolupament de nous laboratoris i la formació de professors i personal tècnic.

