



U SCIENCE TECH
FACULTAT DE CIÈNCIES
I TECNOLOGIA
UVIC-UCC

Treball de Fi de Grau

*Connectivitat sense fils en sistemes
automatitzats*

Dani Fàbrega Colomer

Grau en Enginyeria Mecatrònica

Tutor/a: Juli Ordeix

Vic, Juny de 2017

Índex

Resum Treball Final de Grau	5
1 Agraïments	7
2 Introducció	8
3 Objectius.....	9
4 Pràctica docent.....	10
4.1 Descripció de la pràctica.....	10
4.2 Recursos utilitzats.....	13
4.3 Components del control de qualitat.....	14
4.4 Descripció de la seqüència del control de qualitat.....	15
4.5 Programacions necessàries per a la pràctica docent	15
4.6 Pautes de treball.....	16
5 Descripció i configuració dels elements	17
5.1 Connexió amb el Variador de freqüència del control de qualitat.....	17
5.1.1 Introducció.....	17
5.1.2 Fonamentació teòrica	18
5.1.3 Cas particular	19
5.2 Programació en html per al WebServer	21
5.2.1 Introducció.....	21
5.2.2 Fonamentació teòrica	21
5.2.3 Cas particular	22
5.3 Intercanvi de dades entre dos routers TP_LINK WR-TL841N.....	24
5.3.1 Introducció.....	24
5.3.2 Fonamentació teòrica	24
5.3.3 Cas particular	25
5.4 DB per a l'intercanvi de dades entre PLC's.....	26
5.4.1 Introducció.....	26
5.4.2 Fonamentació teòrica	26
5.4.3 Cas particular	29

5.5	Lectura de dades externes mitjançant la instrucció GET i PUT.....	31
5.5.1	Introducció.....	31
5.5.2	Fonamentació teòrica	31
5.5.3	Cas particular	36
5.6	Connexió VPN mitjançant Helmholtz	37
5.6.1	Introducció.....	37
5.6.2	Fonamentació teòrica	37
5.6.3	Cas particular	39
6	Conclusions i resultats.....	41
7	Bibliografia utilitzada.....	43
7.1	Telegrams.....	43
7.2	WebServer – Sm@rtServer	43
7.3	Programació Java-html.....	43
7.4	Data Blocks, DB	44
7.5	Get i Put	44
7.6	Configuració dels routers TP_LINK TL_WR841N	45
7.7	VPN i Helmholtz	46

Índex de l'Annexa

A1	PLC del control de qualitat	3
A1.1	Configuració del PLC	3
A2	Variador de freqüència del control de qualitat.....	5
A2.1	Configuració inicial	5
A2.2	Configuració del variador a la xarxa	5
A2.3	Fonamentació teòrica del telegrama	6
A2.3.1	Paràmetres de l'objecte de dades del procés (PPO).....	6
A2.4	Configuració del telegrama.....	8
A3	Webserver.....	16
A3.1	Programació de la pantalla web del Trepant	17
A3.2	Programació de la pantalla web del control de qualitat.....	18
A3.3	Configuració del WebServer al Tia Portal.....	19
A4	ACCESS POINTS TP-LINK.....	24
A4.1	Configuració dels routers	24
A5	Instruccions GET I PUT.....	28
A5.1	Fonamentació teòrica.....	28
A5.1.1	Tipus de dades en els DB's	28
A5.1.2	Obrir i realitzar crides al DB.....	29
A5.1.3	Tipus d'adreçaments	29
A5.1.4	Avantatges i inconvenients del client-servidor.....	31
A5.1.5	Requisits per a l'ús de la instrucció GET o PUT:.....	32
A5.1.6	Estats de les funcions GET i PUT.....	32
A5.2	Configuració del DB i programació del GET o PUT	32
A6	Connexió VPN i HELMHOLZ.....	39
A6.1	Fonamentació teòrica.....	39
A6.1.1	Característiques bàsiques de seguretat del VPN.....	39
A6.1.2	Tipus de connexions VPN.....	39
A6.1.3	Arquitectures de connexió VPN.....	42
A6.2	Configuració del router Helmholtz	43



Resum Treball Final de Grau

Grau en Enginyeria Mecatrònica

Títol: Connectivitat sense fils en sistemes automatitzats

Paraules clau: Sense fils, variador, web server, html, variador de freqüència, telegrafia, GET, Data Block, wifi, router, WDS mode, S7-1200

Autor: Dani Fàbrega Colomer

Tutor: Juli Ordeix

Data: 8 de Juny de 2017

En aquest Treball de Final de Grau es presenta el desenvolupament teòric i pràctic d'alguns protocols de comunicacions que s'estan desenvolupant en els entorns de la indústria 4.0. Per tal de poder-ho aconseguir s'ha preparat tota la part teòrica de base d'aquests tipus de comunicacions i la part eminentment pràctica de demostració per així després aconseguir una pràctica docent per als alumnes d'Automatització industrial II.

Pel que fa als tipus de comunicacions, s'han desenvolupat comunicacions via telegrafia des d'un PLC S7-1200 de Siemens cap a un variador de freqüència també Siemens, comunicacions via wifi per a l'intercanvi de dades entre el PLC S7-1200 i un PLC S7-1500 mitjançant dos routers TP-LINK WR-TL841N i comunicació via túnel VPN per a la connexió remota i reportatge de dades des de qualsevol lloc amb connexió a internet gràcies al router REX100 de Helmholtz.

Per tal de desenvolupar la pràctica docent s'han emmarcat tots els protocols en una indústria de mecanitzat on es realitzen una sèrie de forats i on les peces passen posteriorment per un control de qualitat que no disposa de cap connexió cablejada amb la fabricació.



Summary of final degree project

Degree in mechatronics engineering

Title: Connectivity wireless in automated systems

Keywords: Wireless, inverter, frequency converter, web server, html, telegram, GET, Data Block, Wi-Fi, router, WDS mode, S7-1200.

Author: Dani Fàbrega Colomer

Mentor: Juli Ordeix

Date: 8th of June of 2017

This final degree project shows the theoretical and practical development of some Communications protocols that they are involving in the industry 4.0. In order to achieve this, we prepared a base theoretical part for these protocols and a teaching practice for a class of mechatronics engineering students.

As for the types of Communications, we have developed Communications via telegram from a PLC S7-1200 of Siemens to a frequency converter by Siemens too, communications via Wi-Fi in order to transfer data between S7-1200 and a S7-1500 with two routers TP-LINK WR-TL841N, finally communication via VPN tunnel for a remote connection to the Machine in order to visualize some production data.

In order to develop the teaching practice has framed all the protocols in a machining industry where they do some holes in a metallic piece and the pieces have to be controlled in a quality control where it hasn't got any wired connection.

1 Agraïments

Agraeixo a la meva parella Anna, els meus pares Jaume i Maria i als pares de l'Anna, Pelayo i Anna Maria per tot el suport que m'han brindat aquests anys per poder compaginar la vida familiar, laboral i estudiantil. De la mateixa manera i tot i que la seva curta edat no els deixa ser conscients de la seva importància, agraeixo la il·lusió i felicitat de llevar-me a les matinades tant sols per treure del llit a les filles Berta i Lluna i poder seguir a primera hora amb el TFG. També dono les gràcies a la meva germana Cristina i a la resta de cunyats pel seu suport durant aquests anys. Agraeixo també enormement a en Kim Jaurés qui ha estat el meu cap en l'aspecte laboral però sobretot perquè ha esdevingut el meu mentor i el meu amic en la vida. De la mateixa manera també vull reflectir el meu agraïment a la meva mà dreta per a estudiar el grau, en Josep Maria Gámez. Així com a tots els professors del grau per encoratjar-me a seguir lluitant, aprenent i descobrint, i sobretot molt especialment al tutor d'aquest treball en Juli Ordeix per encaminar-me i aconsellar-me en tot moment.

Agraeixo també a tot l'equip de Coeva Vic i molt especialment a Josep Vilardebò i Josep Bruguera per les seves gestions tant per aconseguir part de material cedit així com pel seu suport tècnic. Als companys que he anat trobant aquests anys durant el grau i molt especialment als alumnes que han fet la pràctica docent realitzada per fer-me veure els aspectes des d'altres punts de vista i poder-ne parlar.

2 Introducció

Després de la profitosa assignatura d'Automatització II, i una vegada assistit al seminari de comunicacions industrials impartit per Coeva Vic, sorgeix la idea de poder desenvolupar una pràctica docent per a l'assignatura d'Automatització industrial II amb l'objectiu d'explorar i descobrir la tecnologia sense fils així com aparells per aquesta tecnologia en l'àmbit industrial, més en concret alguns aspectes del desenvolupament de la indústria 4.0

Atès que anteriorment tots els comandaments i controls eren de manera física mitjançant relés i contactes majoritàriament, cada vegada més, tots els aparells elèctrics i electrònics estan connectats entre sí en una xarxa interna que pot acabar esdevenint global gràcies a l'Internet de les coses (IoT), això ens porta cap a un nou camí on la connexió d'equips mitjançant qualsevol mitjà serà cabdal i deixant en un segon terme tot el que refereix al hardware. Val a dir, també que en l'actualitat les comunicacions sense fils estan a l'ordre del dia bé sigui per interconnectar dos aparells que no tenen cap connexió física arran de la distància que els separa com per tal de comunicar-se amb aparell mòbils com molt podria ser el cas un robot autònom. Actualment, si aixequem la mirada al futur més proper ja cal una visió global de la fabricació amb tots els processos connectats.

És també en tot aquest àmbit de revolució industrial on la combinació de dades tant de fonts externes com internes per tal de millorar l'anàlisi i presa de decisions és fonamental. Actualment, ja s'emmagatzema i gestiona una gran quantitat d'informació del sistema i dels processos (bé sigui de fabricació, vendes, logística,...) a més del trànsit de dades que es genera en les comunicacions. Tot aquesta gran quantitat de dades (Big Data) és impossible analitzar-lo de manera manual però si que és ben cert que la anàlisi d'aquestes dades subministra una informació molt valuosa per a la presa de decisions, podent optimitzar i preveure de manera automàtica i proactiva possibles esdeveniments futurs.

Així doncs, s'ha orientat el treball al disseny d'una pràctica per a l'assignatura d'Automatització industrial II de connexions sense fils o amb els mínims possibles entre diversos aparells com poden ser PLC's, terminals tàctils i altres aparells del món industrial. D'aquesta manera s'ha pogut generar una pràctica/demostració així com tota la documentació necessària per tal de poder realitzar la pràctica per part dels alumnes i també realitzar un manual complet per a la programació de cada un dels mòduls emprats per tal que el docent que imparteixi l'assignatura d'Automatització industrial pugui gaudir de tot el treball d'investigació ja fet.

3 Objectius

Els grans objectius dels quals es planteja aquest TFG es divideixen en dos grups, per un costat hi existeix el descobriment i coneixement de diferents aspectes de programació dins la indústria 4.0 i per altra banda desenvolupar la part docent.

Pel que fa al coneixement personal i més concretament en les particularitats específiques de la programació, es tracta d'adquirir els coneixements teòrics i pràctics complets dels següents aspectes amb la finalitat d'aprendre i tenir la capacitat de resoldre qualsevol dubte o inquietud que li pogués sortir a un alumne:

- comunicacions sense fils en l'entorn industrial.
- disseny de pàgines web.
- configuració de routers per a l'intercanvi de dades entre ells.
- intercanvi de dades entre dos PLC's. Recursos de Tia Portal de SIEMENS per a transferir dades entre plc's, parlar d'una manera més general
- connexions remotes a un PLC mitjançant un túnel VPN.

En l'àmbit didàctic, tracta de la direcció de la pràctica docent per tal de donar tot el suport als alumnes d'Automatització industrial II, del grau de Mecatrònica a la Universitat de Vic, en desenvolupar una pràctica de comunicacions sense fils o amb els mínims possibles amb nous elements de hardware. Tals que seran:

- Accionar un variador de freqüència mitjançant un telegrama des d'un PLC.
- Programació molt bàsica de l'entorn html per veure les variables des d'un navegador web.
- Transferència de dades entre dos PLC's amb la creació dels espais de memòria i la seva seqüència de transferència.
- Connexions remotes per al telecontrol amb la finalitat de visualitzar les dades d'un procés.

Cal també realitzar un annexa suficientment específic per a què els nous alumnes tinguin una referència on seguir progressant en el seu aprenentatge així com també per tal que el professor de l'assignatura tingui on donar suport en cas de necessitat.

Totes les parts es realitzen amb el software Tia Portal que ja té disponible la universitat així com material Siemens en la majoria dels casos a excepció dels punts d'accés wifi que han estat cedits per l'àrea TIC i el router Helmholtz cedit per Coeva Vic.

4 Pràctica docent

En els següents apartats es descriu la pràctica docent així com dels recursos de hardware i software dels quals es disposarà per a la totalitat del treball.

4.1 Descripció de la pràctica

Es parteix de la pràctica d'automatització d'un trepant hidràulic dins l'optativa d'Automatització Industrial II del grau en Mecatrònica. Aquesta pràctica requeria de l'automatització d'un mecanisme que permetés realitzar forats longitudinals en una planxa d'acer. La màquina disposa d'un trepant per a realitzar els forats i dos cilindres que permeten desplaçar el trepant verticalment i horitzontalment, respectivament. Els tres elements són hidràulics. Des del punt de vista de control, cal la programació d'un terminal tàctil Siemens TP700 com a interfície home-màquina, així com, un PLC Siemens S7-1500 per a l'automatització del procés. Vegem la següent Figura 4.1.

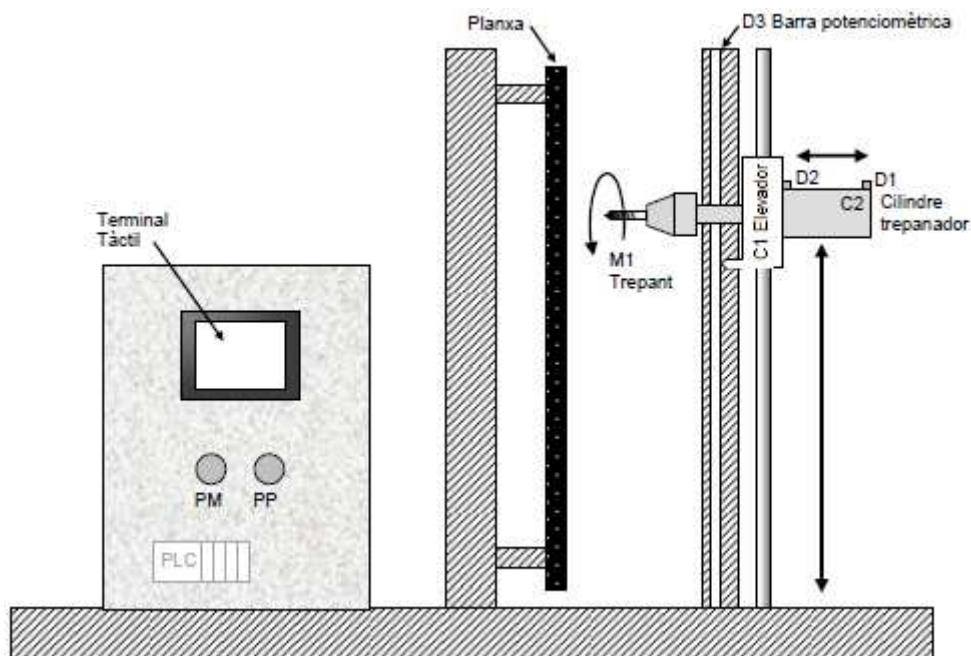


Figura 4.1 - Pràctica del trepant hidràulic

A la pràctica actual s'imagina que, en una altra part de la fàbrica de producció de planxes, l'empresa decideix situar un control de qualitat que selecciona les planxes bones i les planxes dolentes per tal d'evitar les peces defectuoses que podrien ser retornades pels clients. La descripció del funcionament general serà que l'operari posaria les peces a sobre la cinta transportadora i un operari decidirà si és bona o dolenta polsant el seu corresponent polsador ubicat en el mateix lateral de la cinta.

Aquest nou sistema està a una distància considerable del trepant hidràulic i, per tant, es considera que és difícil de realitzar una connexió cablejada entre els dos punts. Per aquest motiu, el trepant hidràulic i el control de qualitat es comunicaran mitjançant dos punts d'accés wifi.

A més a més, el director de la planta està molt interessat en la producció i vol conèixer la informació de la planta en tot moment. És per això, que caldrà disposar d'un servidor web per tal d'accedir-hi remotament des d'un dispositiu mòbil. Veure el sistema general a la Figura 4.2.

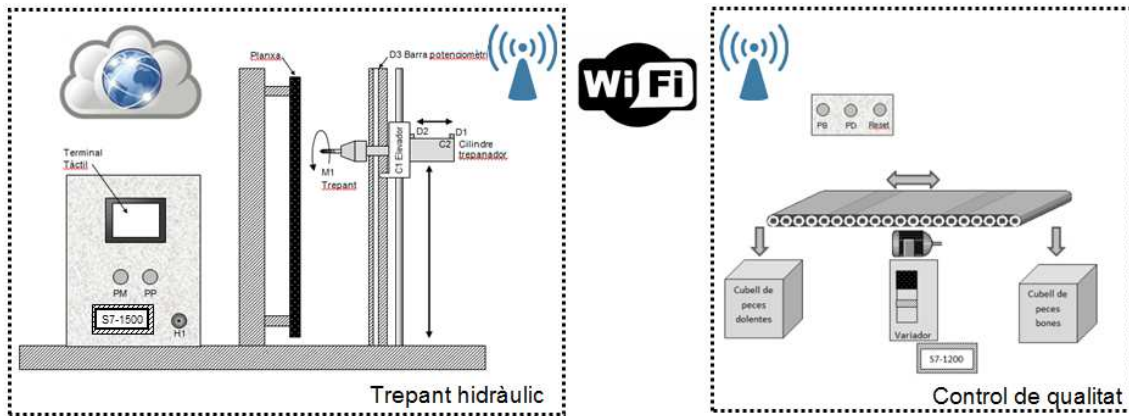


Figura 4.2 - Esquema general de l'aplicació

A mode d'agafar la idea del treball realitzat i veure els dos subsistemes al laboratori d'automàtica de la Universitat de Vic, veure la següent Figura 4.3

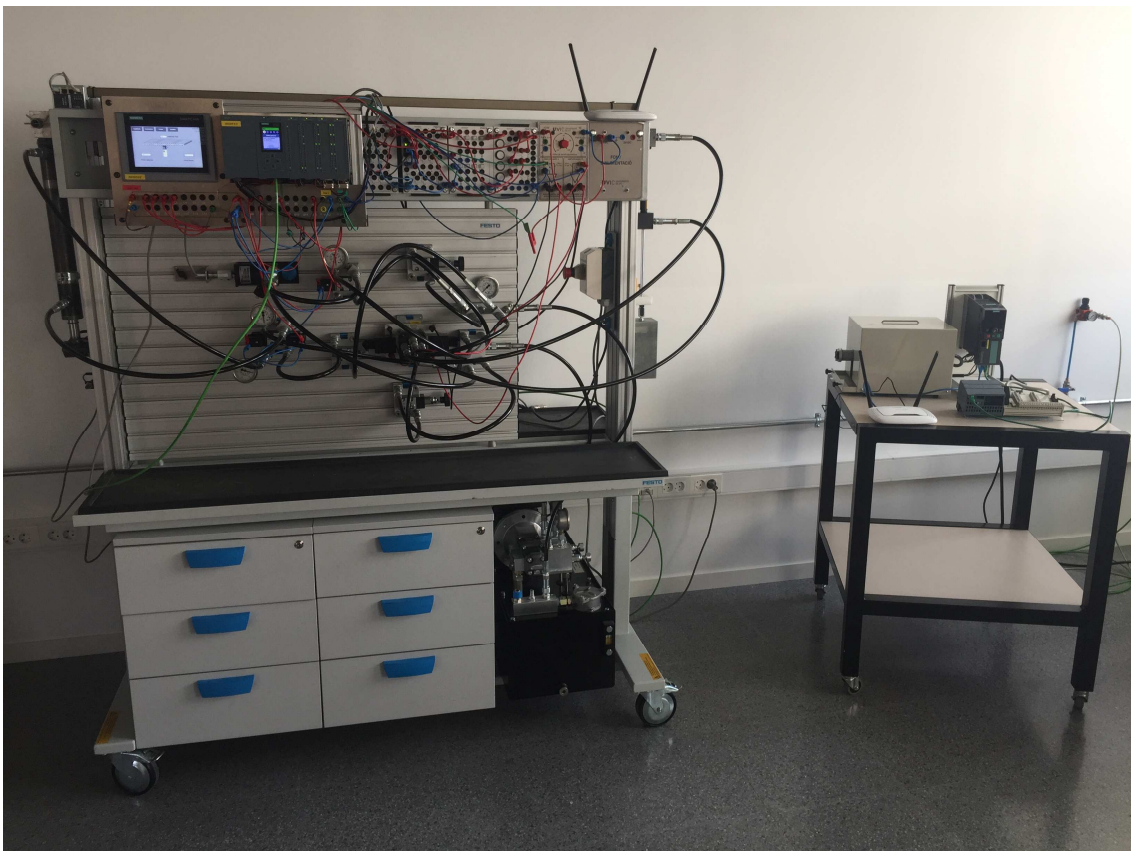


Figura 4.3 - Pràctica completada al laboratori d'automàtica

Per a dur a terme aquesta ampliació de pràctica caldrà afegir els següents apartats representats en la Figura 4.4:

- El procés de control de qualitat.
- La comunicació entre S7-1200 i variador mitjançant una xarxa ethernet.
- Càrrega d'una pàgina web a cada PLC.
- Interconnectar dos routers wifi per connectar els dos sistemes.
- Alguna instrucció per a l'intercanvi de dades entre els dos PLC's.
- Accés via túnel VPN des del núvol per a poder veure les dades remotament.

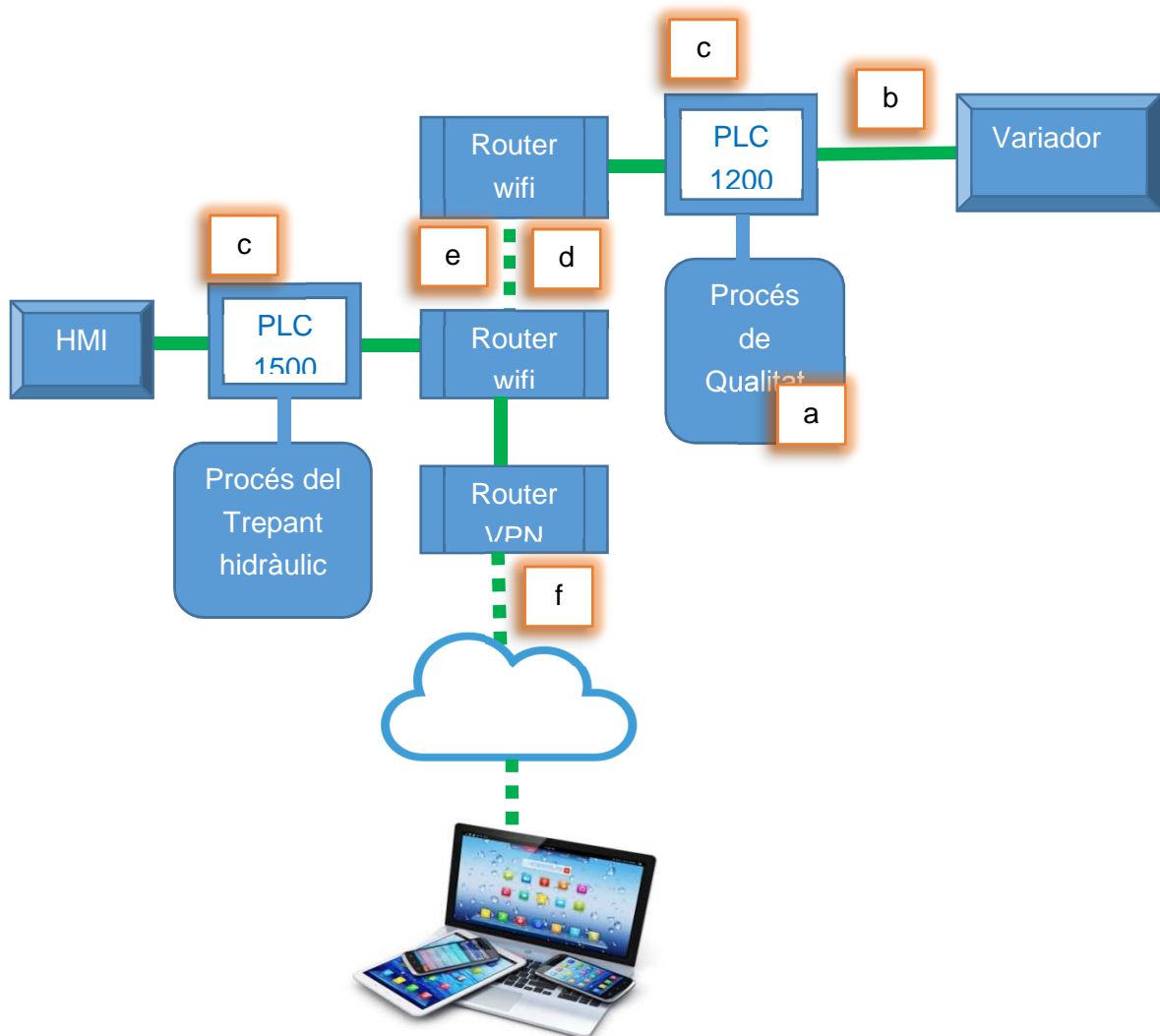


Figura 4.4 - Diagrama del sistema

4.2 Recursos utilitzats

El subsistema del trepant disposa del següent:

- Equip didàctic electrohidràulic de FESTO.
- Terminal tàctil TP700 Confort de Siemens
- Autòmat programable S7-1500 de Siemens.
- Software Tia Portal de Siemens

Elements de l'equip electrohidràulic:

- 2 cilindres de doble efecte (C1 i C2)
- 1 motor hidràulic (M1)
- 1 Electrovàlvula de quatre vies i dues posicions (4/2).
- 1 Electrovàlvula de tres vies i dues posicions amb centre tancat (4/3).
- 1 Electrovàlvula proporcional de quatre vies i tres posicions (4/3).
- 2 polsadors: Polsador de marxa de cicle (PM) i polsador de parada de cicle (PP).
- 1 Senyal sonor.
- 1 barra potenciomètrica (D3) per reconèixer el moviment del cilindre elevador C1.
- 2 detectors inductius (D1 i D2) per reconèixer les posicions de trepanat i repòs del cilindre trepanador C2.

La totalitat del procés del trepant hidràulic tot i que està inclòs en el treball al ser tot un conjunt, ja es dona per realitzat en una pràctica anterior.

El subsistema **Control de qualitat** disposa dels següents elements:

- Un PLC Siemens S7-1200.
- Una cinta transportadora accionada gràcies un motor.
- Un variador de freqüència Sinamics G120 de SIEMENS per al control del motor de la cinta transportadora.
- Un conjunt de 3 polsadors per a l'interacció home-màquina connectats al PLC S7-1200.

4.3 Components del control de qualitat

El subsistema del control de qualitat disposa dels següents elements de hardware (vegeu-los a la Figura 4.5):

- Un PLC Siemens S7-1200
- El control del variador es realitzarà per consignes mitjançant bus ethernet.
- Una cinta transportadora accionada gràcies un motor de 0.75kW, 2.05A, $\cos\phi=0.75$ i 1400rpm
- Un variador de freqüència Sinamics G120 de SIEMENS per al control del motor amb els següents components:
 - Unitat de potència PM240-2. 6SL3210-1PE12-3AL1 (Versió 03)
 - Unitat de control CU240E-2 PN-F. 6SL3244-0BB13-1FA0 (Versió 4.6) (IP:169.254.1.2 id:Var_1)
 - Panell operador IOP. 6SL3255-0AA00-4AJA1.
- Un conjunt de 3 polsadors amb les corresponents variables d'entrada al PLC S7-1200:
 - Polsador de peces bones "PB" (%I0.0).
 - Polsador de peces dolentes "PD" (%I0.1).
 - Polsador per posar a zero els comptadors "Reset" (%I0.3).

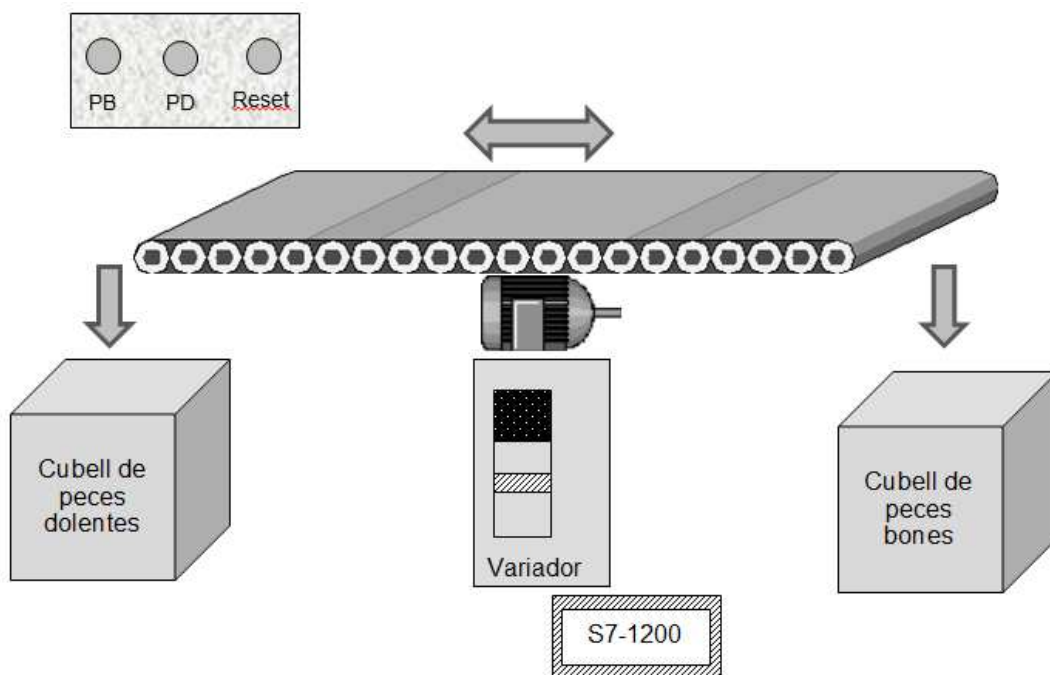


Figura 4.5 - Subsistema del control de qualitat

4.4 Descripció de la seqüència del control de qualitat

Tenint en compte la configuració que indica la Figura 4.5 el sistema funcionarà de la manera següent:

- Inicialment la cinta estarà aturada.
- En el moment que s'activi el pulsador de peces bones (PB) o peces dolentes (PD) la cinta transportadora girarà cap a un costat o l'altre (segons s'indica a la figura 3.2) durant 5 segons per dipositar-la al cubell pertinent.
- El motor girarà a diferent velocitat segons el sentit de rotació. Quan s'accioni per dipositar peces bones girarà a 1500 r.p.m. i quan ho faci per dipositar peces dolentes a 750 r.p.m.
- Es disposarà d'un comptador per indicar el número de peces dipositades a cadascun dels cubells.
- Mitjançant un pulsador de *reset* es posarà a zero els dos comptadors de peces.

4.5 Programacions necessàries per a la pràctica docent

Totes les programacions que s'han de realitzar per portar a terme aquesta ampliació són les següents:

- Per al control del variador s'haurà de programar uns telegrams concrets.
- S'hauran de carregar les pàgines web als plc's.
- Per fer l'intercanvi de dades entres els dos plc's s'haurà de crear uns DB per a guardar les dades i programar una instrucció GET o PUT.
- Les dades dels comptadors es penjaran al núvol per tenir-hi accés des d'on es vulgui.
- Volem que hi hagi un web que simbolitzi l'estat dels processos, així com la representació de la quantitat de peces bones i dolentes.
- Cadascun dels dos PLC's hauran de tenir una pàgina web creada per l'usuari on es veuran variables d'interès del sistema.
- Respecte a la pràctica 1, al terminal HMI caldrà afegir-hi una pantalla per a la supervisió de la qualitat. Aquesta pantalla haurà de permetre visualitzar:
 - Sentit de rotació de la cinta transportadora o indicador del lloc de descàrrega.
 - Velocitat de consigna de la cinta transportadora.
 - Comptador de peces bones.
 - Comptador de peces dolentes.

4.6 Pautes de treball

La pràctica es realitzarà seguint l'ordre indicat en els següents punts:

- 1) En referència al projecte de TIA-Portal de la pràctica-1, afegir-hi el PLC-1200 i el variador de freqüència Sinamics G120.
- 2) Ampliar el sistema per fer el control de qualitat dins el mateix projecte del trepant:
 - Realitzar la xarxa de Petri i el programa del PLC S7-1200 per al control de la cinta transportadora segons s'indica a l'apartat 4.4. Cal especificar les paraules de control i d'estat que cal per comandar el variador de freqüència (telegrama).
 - Programar el variador de freqüència.
 - Provar el correcte funcionament del sistema (independentment del trepant hidràulic).
- 3) Afegir una nova pantalla al terminal HMI del trepant, per tal que inclogui els requeriments indicats a l'apartat 4.5. Posteriorment, cal connectar els subsistemes Trepant Hidràulic i Control de Qualitat mitjançant un bus ethernet (posteriorment la connexió serà sense fils) i comprovar que el terminal HMI visualitza els paràmetres del control de qualitat.
 - Generar els documents com .html als dos PLC's amb les variables del procés que es creuen convenientes per tal de saber els paràmetres de producció.
 - Configurar els PLCs per tal que estiguin disponibles des de la xarxa (Servidor WEB).
 - Comprovar que es veuen les dues pàgines web des del navegador.
- 4) Realitzar la connexió sense fils:
 - Crear un bloc de dades (DataBlock, DB) a cadascun dels PLC amb les dades que cal transferir entre PLC's
 - Afegir les instruccions GET o PUT segons l'elecció, amb transferència cíclica cada 1000ms. Programar-ho d'una forma de comunicar-se que permetés una transferència de dades de diferents marques de PLC. Vegeu-la Figura 4.6.

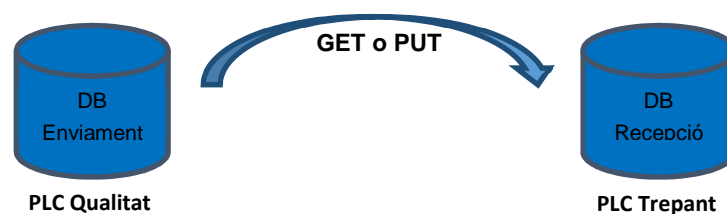


Figura 4.6 - Bloc per a la transferència de dades

- Connectar-se a la xarxa wifi **TFG_SF** des de qualsevol dispositiu mòbil o portàtil i comprovar l'accés a les dues pàgines web creades.
- 5) Realitzar la connexió remota amb el router industrial Helmholtz.

5 Descripció i configuració dels elements

Seguidament es detalla cada un dels aspectes importants per a la connexió, configuració i programació dels protocols a utilitzar. Iniciant cada apartat amb una breu introducció, una fonamentació teòrica i finalment la particularització que ocupa la pràctica docent desenvolupada pel treball.

5.1 Connexió amb el Variador de freqüència del control de qualitat

5.1.1 Introducció

Atès que la connexió cablejada entre el PLC i el variador de freqüència (anomenat a partir d'ara variador) és majoritàriament necessària ja que també cal portar alimentació al mateix variador i aquest ha d'alimentar el motor, es volia que els cables de control fossin els mínims possibles. És per això que també calia buscar una nova manera de comandament. Així doncs va esdevenir el comandament gràcies a telegrams, que és un protocol de comunicació que permet una connexió de dades entre un mestre i un o diversos esclaus. Per fer-se la idea bàsica del cablejat, aquests són mostrats a la Figura 5.1. Amb aquest tipus de comandament i amb el telegrama més essencial ja es poden activar i desactivar les funcions engegar i parar el motor o invertir el sentit de gir entre d'altres opcions amb tan sols l'enviament d'una paraula (16 bits) al variador. De la mateixa manera també, mitjançant una altra paraula s'envia la velocitat a la qual es desitja que giri el motor. Alhora, amb el sistema de telegrama es disposa de dues paraules d'estat que envia el variador cap al PLC per tal de tenir informació del seu estat i de la velocitat real a la que està girant el motor. Com s'acaba de dir, això és el telegrama més bàsic però és possible arribar a realitzar moltes funcions mitjançant els telegrams.

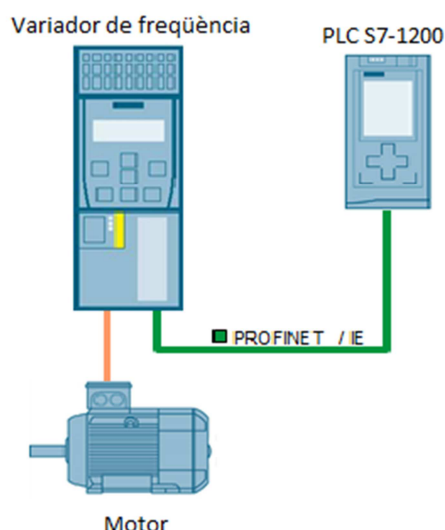


Figura 5.1 - Esquema de comunicació profinet

5.1.2 Fonamentació teòrica

Els telegrams tenen l'estructura de la Figura 5.2 següent:

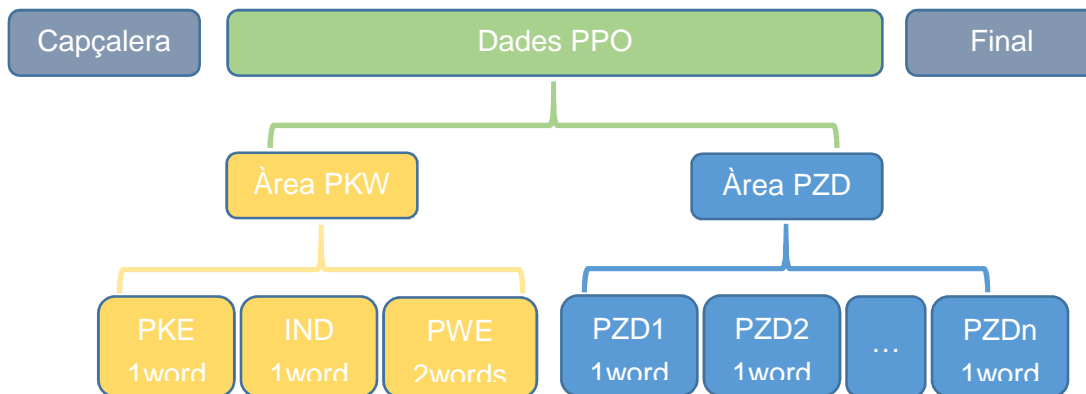


Figura 5.2 - Esquema del telegrama

Si bé la capçalera i final amb el mateix nom ja s'intueix què és i on no es descriu perquè ja ho desenvolupa el mateix sistema.

a Accés a les dades PPO del telegrama

Aquesta estructura de dades es divideix en dues zones principals. La zona PKW i la zona PZD (veure Figura 5.2 - Esquema del telegrama). A grans trets, la zona PKW és la identificació d'un paràmetre més el seu valor i la zona PZD són paràmetres ja definits.

Prenem com a exemple el numero de paràmetre p1082 que és la velocitat a la qual ha de girar el motor. Si es modifiqués aquest paràmetre a través de la zona PKW hauríem d'enviar el numero 1082 en una paraula, una paraula dient que és escriptura i 1500rpm en una altra paraula. En canvi, utilitzant l'àrea PZD que ja té definit la velocitat, tant sols cal enviar el valor de 1500rpm per fer exactament el mateix.

Gràcies a aquesta divisió es poden separar les transferències ja que com sembla lògic la zona PKW és més lenta que la zona PZD.

b Àrea PKW, paràmetres del valor d'identificació o també anomenat identificador del paràmetre

El canal de paràmetres està compost per 4 paraules. En aquesta zona es poden visualitzar i modificar cada un dels paràmetres del convertidor, per exemple els valors de límits mínim i màxim. La zona consta de com a mínim 4 paraules:

- PKE : identificador del número de paràmetre
- IND : índex de paràmetre i el tipus de petició (lectura o escriptura)
- PWE : valor del paràmetre. Pot ocupar 1 o 2 paraules.

c Àrea PZD, dades de procés o valor del paràmetre

És on podem transferir paraules de control i valors de consigna de mestre a esclau a més de paraules d'estat i valors reals d'esclau a mestre. Al contrari del que passa amb la transferència de paràmetres PKW on s'anomena el paràmetre a transferir, les variables de procés a transferir ja estan determinades pel convertidor.

Els PZD obligatoris més comuns i utilitzats precisament en el treball són els següents:

- STW : Paraula de control.
- HSW : Valor de consigna.
- ZSW : Paraula d'estat.
- HIW : Valor real.

(Veure annexa A2.3.1 fonamentació teòrica del telegrama per a la descripció completa de cada apartat).

5.1.3 Cas particular

a Tipus de telegrama

En el cas del treball, s'utilitza el telegrama 1 (Es poden veure tots els telegrames disponibles a annexa A2.4), essent el més bàsic, s'estructura i utilitza el següent ordre per a l'emissió i recepció en la comunicació cíclica:

- STW : Paraula de control.
- ZSW : Paraula d'estat.
- HSW : Consigna de velocitat.
- HIW : Velocitat real filtrada.

Així doncs, i com a referències importants cal configurar el variador com a comandament a través de la xarxa Profinet mitjançant telegrama. D'aquesta manera en la configuració ja es veu l'adreça inicial on actuar amb la paraula de control (en el cas del treball QW256), la següent paraula serà la consigna de velocitat (QW258) i el mateix passa per a les dues paraules que es reben i que justament són en les mateixes adreces però com a entrades (IW256 i IW258).

Els bits els quals s'activen amb la paraula de control en cada un dels telegrames per tal d'habilitar el variador, marxa endavant i marxa inversa respectivament són els mostrats a la Figura 5.3:

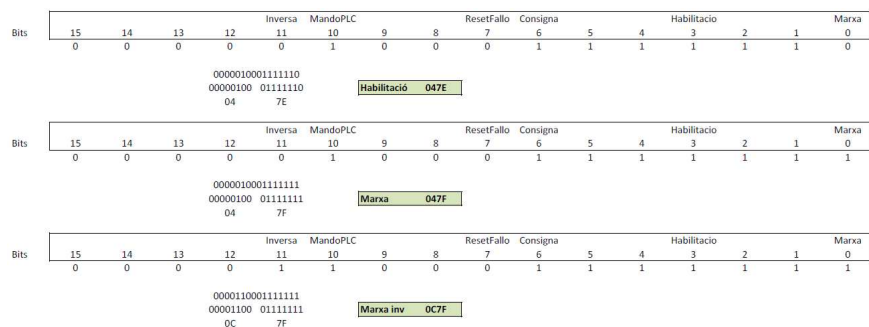


Figura 5.3 - Valor dels telegrams de control

(Veure annexa A2.4 configuració del variador per la configuració completa).

b Escalat de les velocitats

Cal dir també que la velocitat de consigna del variador ha d'estar degudament filtrada. Això és degut que la velocitat màxima serà quan el valor de l'enter que se li envia sigui 2^{14} és a dir 16384. És així ja que gràcies a les pulsacions generades pel variador podria arribar fins al doble de velocitat (2^{15}) sempre i quan no hi hagi cap limitació mecànica que ho impedeixi. El setzè bit està destinat al signe del valor per tal de dir si el motor gira cap a un costat o cap a l'altre, tot i que si se li diu en la paraula de control ja no cal. Com a mode d'exemple, el motor destinat per al treball és de 1500rpm així que en cas de voler fer-lo girar a màxima velocitat el valor del telegrama haurà de ser 16384 però en el cas de voler-lo fer girar a 750rpm el valor serà de 8192 en format decimal tal com mostra la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

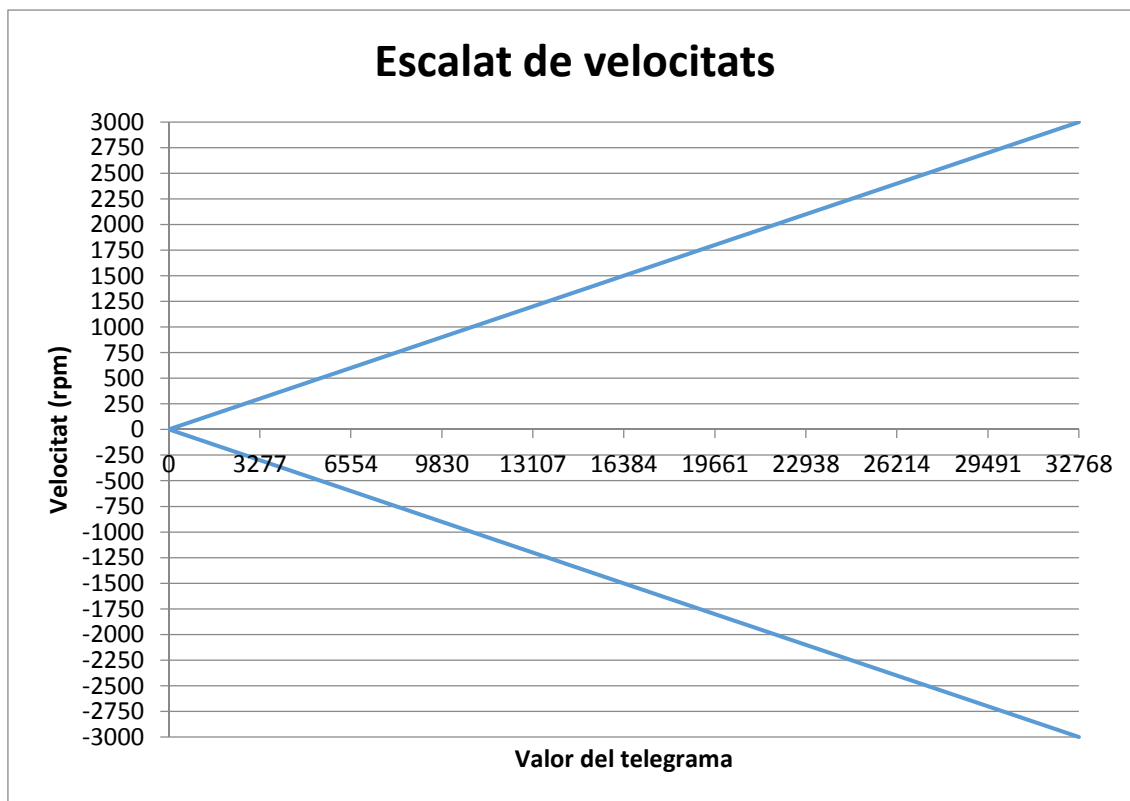


Figura 5.4 - Recta de l'escalat per a les velocitats

Els dos valors que s'envien mitjançant telegrama per a la velocitat de consigna en el treball són els representats en la Figura 5.5.

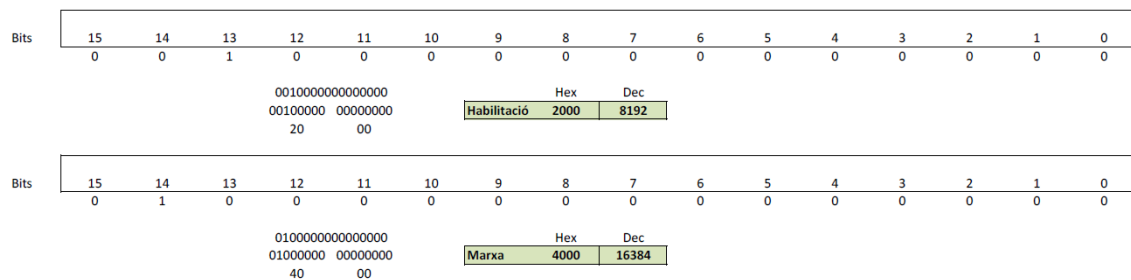


Figura 5.5 - Valors de consignes de velocitat

5.2 Programació en html per al WebServer

5.2.1 Introducció

En aquest apartat el que interessa és la creació d'una pàgina web per cada un dels dos PLC's i aquesta, introduir-la dins les pàgines d'usuari que poden carregar-se directament al PLC. El que caldrà es mostra a continuació és una breu introducció a la programació més bàsica de html per tal de ser capaç de crear una pàgina web des del navegador web amb la visualització de les variables desitjades.

5.2.2 Fonamentació teòrica

HTML (acrònim d'Hyper Text Markup Language, en català, "llenguatge de marcat d'hipertext") dissenyat per estructurar textos i relacionar-los en forma d'hipertext. Aquest tipus de llenguatge va ser creat per SGML (en anglès Standard Generalized Markup Language - ISO 8879:1986 SGML) És un conjunt de normes ISO que evoluciona a partir del GML desenvolupat per IBM. XHTML és una evolució estable del llenguatge HTML4 com aplicació XML1.0. A més a més, XHTML permet la compatibilitat amb els agents d'usuari que ja admetia l'HTML4.

El llenguatge html és el llenguatge més bàsic per a la creació de pàgines web i pot editar-se directament amb un simple document de text del bloc de notes. És usat també per definir l'estructura i el contingut en forma de text i complementar el text de les pàgines amb imatges, taules o formularis entre d'altres. HTML s'escriu com a norma general en forma <d'etiquetes>.

L'estructura bàsica de les etiquetes és la següent:

<Inici de l'etiqueta>

Codi

>/tancament de l'etiqueta>

Les principals etiquetes que ha de tenir qualsevol document HTML són les següents:

- <HTML>: És l'etiqueta que indica l'inici del document. Indica al navegador que ha de tractar tot el text que va després com a codi html.

- **<HEAD>**: Defineix la capçalera del document html, conté informació referent al document que no sol mostrar-se expressament. Per exemple seria el títol de la finestra del navegador. Dins aquesta capçalera podem trobar-hi:
 - **<TITLE>**: Defineix el títol de la pàgina. El títol apareix en la barra superior del navegador. Com a recomanació, es demana que sigui un títol simple, net i entenedor.
 - **<LINK>**: Per definir algunes característiques avançades, per exemple l'estil usat pel disseny de la pàgina: `<link rel="stylesheet" href="/style.css" type="text/css">`
- **<BODY>**: Defineix el contingut principal o cos del document. Aquesta és la part del document html que es visualitza en el navegador, dins d'aquesta etiqueta poden definir-se propietats comunes a la pàgina como són el color de fons i les imatges. Com a mode d'exemple, a dins del cos podem trobar-hi les següents etiquetes entre d'altres:
 - **<H1>, <H2>, ... <H6>**: encapçalaments amb diferents tamanys de font.
 - **<P>**: Nou paràgraf
 - **
**: Salt de línia
 - **<TABLE>**: Inici d'una taula (las files s'identifiquen amb **<TR>** y las cel·les dins de les files amb **<TD>**)
 - **<A>**: Indica l'existència de un hipervincle o enllaç, a la pàgina web, sigui dins o fora de la pàgina. De passada també cal definir el paràmetre per mitjà de l'atribut (exemple: `Google` es representa com Google)
 - **<DIV>**: Inici d'una àrea especial a la pàgina.
 - ****: Indica una imatge a mostrar en el navegador
 - ****: Utilitzats pel tractament de llistes.
 - **<!--...-->**: Indica un comentari que no sortirà reflectit en la pàgina ni serà tractat com a codi

5.2.3 Cas particular

A partir d'aquesta programació bàsica es desenvolupen dues pàgines diferents, una per al PLC de Qualitat (Figura 5.6) i una segona per al PLC del trepant (Figura 5.7) com s'ha dit amb particularitats diferents. Per una banda, la web de qualitat es concentra tot el text dins una taula i amb fons de pantalla gris. Pel que fa a la pantalla del trepant es deixa una web totalment neta i on el text queda centrat al navegador sense cap taula i on el fons és d'un color rosat.

(Veure l'annexa A3.1 i A3.2 per veure la seva programació)

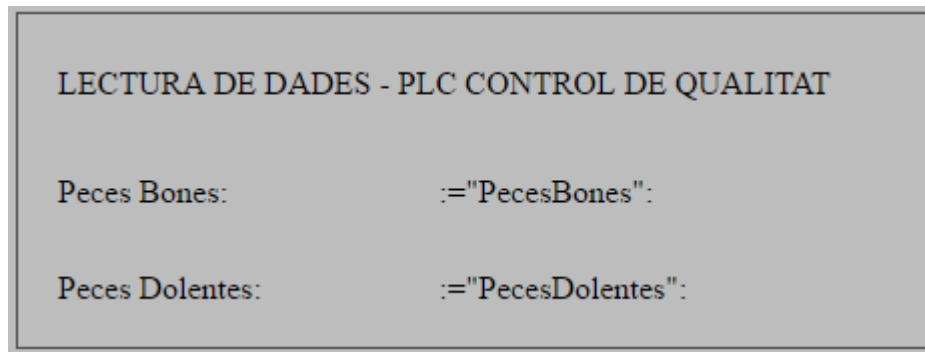


Figura 5.6 - Web del control de qualitat



Figura 5.7 - Web del trepant hidràulic

5.3 Intercanvi de dades entre dos routers TP_LINK WR-TL841N

5.3.1 Introducció

Per al treball no s'ha pogut disposar de routers sense fils Siemens on ja tenen un ample de banda dedicat a l'intercanvi de senyals de manera cíclica arribant al punt que no s'hauria de programar cap instrucció sinó que només s'ha de configurar l'enllaç entre els dos punts wifi i la xarxa ja és tractada com d'una xarxa cablejada directe. En el cas del treball es disposa a configurar dos routers sense fils domèstics, com els mostrats a la Figura 5.8, per a l'intercanvi d'informació entre els dos PLC's amb la intenció d'enllaçar el subsistema del trepant i el del control de qualitat. Arribat a aquest punt, cal tenir present que un dels dos routers s'hauria de configurar com a punt d'accés (AP – Access Point) i l'altre com a Bridge.



Figura 5.8 - Connexió sense fils entre dos routers

5.3.2 Fonamentació teòrica

a Modes AP i Bridge

AP, significa punt d'accés (en anglès, Wireless Access point). És un dispositiu que connectat a una xarxa cablejada forma una xarxa sense fils (utilitzant enllaços de radiofreqüència) permetent la connectivitat a la xarxa, delegant l'enrutament i l'adreçament a servidors i enrutadors a altres dispositius.

Bridge, significa pont. Normalment s'utilitza en xarxes simples on no existeix un servidor o router amb la suficient capacitat d'enrutament. El mode bridge simplement fa de passarel·la i el transit de dades és transmès directament des de l'ordinador.

b Mode WDS

WDS, significa sistema de distribució sense fils (Wireless Distribution System). És un sistema que permet la connexió sense fils entre dos punts d'accés d'una xarxa. D'aquesta manera podem utilitzar el router com a repetidor d'una altra senyal o per interconnectar 2 xarxes. Per tal de poder disposar d'aquesta interconnexió cal que els dos aparells disposin de les següents característiques:

- Els dos aparells puguin suportar-ho.
- han d'estar en el mateix canal d'emissió.
- han de tenir diferent nom de SSID si es vol saber en quin dels dos punts estem connectats.
- En cada aparell s'haurà d'entrar l'identificador SSID i MAC de l'altre.
- Només podrà ser utilitzada una encriptació WEP per a la contrasenya.

5.3.3 Cas particular

Atès que que els routers dels quals es disposa, gràcies a la cessió del departament IT de la Universitat de Vic, no gaudia de les configuracions com AP i Bridge tot i que a priori semblaven ser les necessàries per configurar cada un dels dos routers. S'entra a la configuració dels routers que es disposa (TP-LINK WR-TL841N) estudiant detalladament les opcions disponibles. Així que aprenent la configuració d'aquest model en concret esdevé que la configuració correcta per a l'intercanvi de dades entre els dos punts hauria de ser una comunicació WDS en els dos extrems.

Per tal d'enllaçar els dos equips cal tenir les següents condicions:

- Utilitzar el mateix canal de senyal.
- Treballar sense protecció de contrasenya o bé amb protecció WEP. Les resta de proteccions no aguanta aquest sistema.
- En l'apartat de WDS enllaçar l'altre equip mitjançant l'adreça MAC.

Es recomana utilitzar el mateix nom d'identificador. Tot i que també pot realitzar-se amb diferents noms d'identificador per tal de poder saber en tot moment a quin equip està connectat qualsevol dispositiu mòbil.

A mode d'exemple es pot veure la Figura 5.9 on es mostra una part de la configuració completa que es troba en l'annexa A4.1 i on es pot fer una idea de la configuració específica realitzada.

Wireless Settings

Wireless Network Name: TFG_SF (Also called the SSID)

Region: Spain

Warning: Ensure you select a correct country to conform local law. Incorrect settings may cause interference.

Mode: 11bgn mixed

Channel Width: Auto

Channel: 7

Enable Wireless Router Radio

Enable SSID Broadcast

Enable WDS Bridging

SSID (to be bridged): TFG_SF

BSSID (to be bridged): 18-A6-F7-7A-2D-3A Example:00-1D-0F-11-22-33

Survey

WDS Mode: Auto

Figura 5.9 - Configuració d'un dels punts wifi

5.4 DB per a l'intercanvi de dades entre PLC's

5.4.1 Introducció

Per a l'intercanvi d'informació entre 2 PLC's es recomana fer-ho mitjançant blocs de memòria específics anomenats Data Blocks (anomenats també DB a partir d'ara) on aquests emmagatzemen els seus valors i on després només cal realitzar una instrucció de lectura o escriptura en un d'ells per al traspàs d'informació, vegeu una imatge descriptiva en la Figura 5.10.

En aquest apartat s'explica la manera de programar i emmagatzemar les dades dins el mateix PLC així com la configuració d'accés a les dades. En l'apartat 5.5 s'explica el mètode per a la transferència de dades entre PLC's.

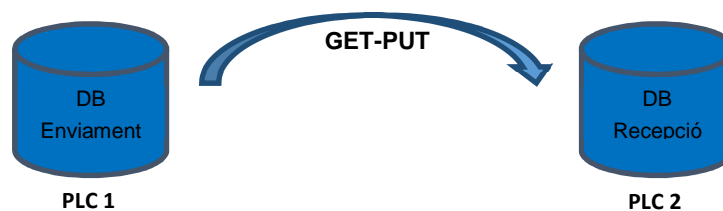


Figura 5.10 - Intercanvi de dades

El motiu per el qual es recomana fer-ho mitjançant els DB rau en la idea bàsica de limitar els accessos a zones de memòria específica i evitar en la mesura que sigui possible l'accés a les parts principals dels programes. Aquest intercanvi entre DB també és la clau principal en l'intercanvi d'informació entre dos autòmats de diferent marca on parlen diferents idiomes donat que l'estructura de dades és la mateixa a tot arreu i poden fer intercanvis sense problemes.

Això si, és recomanable estructurar molt bé els blocs i definir els permisos per tal d'evitar problemes no desitjats degut a l'accés a aquestes dades.

5.4.2 Fonamentació teòrica

A continuació es detallen els aspectes teòrics més importants esdevinguts en el treball per a la definició del DB, la creació de les variables i definició del tipus de dades que seran així com adreçament que es fa a les variables. Per a informació més detallada caldrà veure l'annexa on es detalla informació més concreta així com la configuració completa d'aquesta part.

a Definició de DB

En Tia Portal els DB són eines molt potents per a l'emmagatzematge i tractament de dades, per això la importància d'entendre molt bé aquesta part.

Existeixen dos tipus de blocs de dades:

- DBs globals, en els quals tots els OBs, FBs i FCs hi tenen accés per guardar o llegir dades. El TIA Portal anomena els OB, FB i FC com a blocs on es desenvolupa tota la programació. OB és un bloc d'organització, FB és un bloc de funció i FC és una funció (Figura 5.11).

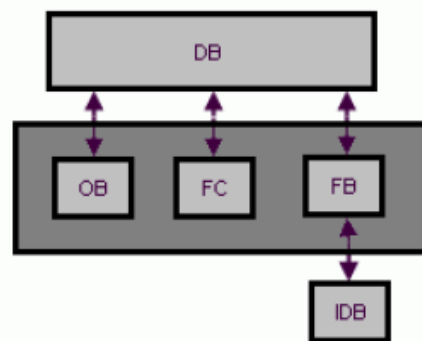


Figura 5.11 - DB global (Imatge de l'ajuda del software TIA Portal). Imatge extreta de l'ajuda de Siemens.

- DBs d'instància, en els quals es troben assignats a un FB en particular (Figura 5.12).

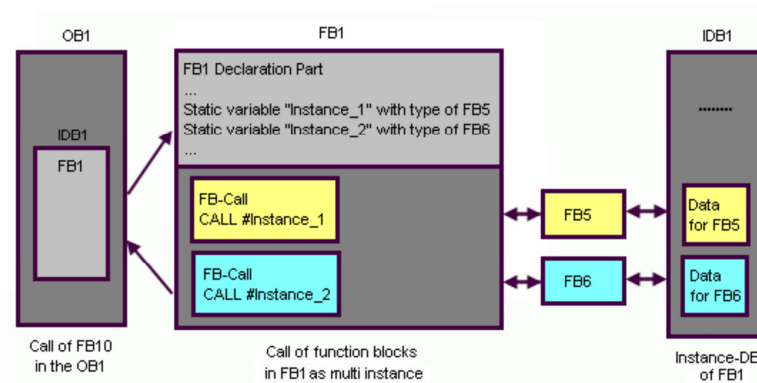


Figura 5.12 - DB d'instància (Imatge de l'ajuda del software TIA Portal). Imatge extreta de l'ajuda de Siemens.

D'altra banda també és de gran importància saber el tipus d'accés al qual s'hi pot fer referència. Donat que per un sistema caldrà referenciar-lo amb el nom simbòlic si es tracta dins el mateix PLC o caldrà adreçar-ho a l'adreça física si hi ha intercanvi entre diferents elements del sistema. En la versió de TIA Portal de Siemens s'ofereix dues possibilitats d'accés als DBs:

- Blocs d'accés estàndard que tenen una estructura fixa. Aquests elements tenen un nom simbòlic i una direcció fixe dins el bloc.
- Blocs amb accés optimitzat que no tenen una estructura fixa. Els elements de dades tenen un nom simbòlic també però cap adreça fixa.

A la següent Taula 5.1 es mostren els aspectes més importants d'aquests dos tipus d'accés de manera comparativa.

	Accés estàndard	Accés optimitzat
Arxiu de les dades	En funció de la declaració, es pot crear qualsevol estructura de dades.	El sistema administra l'estructura de dades i l'optimitza. Es pot tenir qualsevol estructura.
Rendiment	L'accés optimitzat depèn de la declaració de dades.	L'accés es realitza sempre de la manera més ràpida possible.
Error	Els accessos absoluts poden provocar inconsistències al modificar les declaracions	Molt difícil, ja que els accessos són simbòlics i les modificacions en les declaracions no afecta al simbòlic.

Taula 5.1 - Tipus d'accès als DB

b Declaració de variables

Les variables que s'introduiran dins el DB són àrees de memòria on es pot emmagatzemar informació i l'usuari ha de definir-ne el tipus per a la reserva d'espai. Aquests tipus de variables com a norma general es guarden i gestionen a través d'un DB.

A aquestes variables se'ls pot assignar diferents valors com poden ser quantitats, velocitats o fins i tot cadenes de caràcters. El que cal saber però, és la longitud de la dada per declarar la variable com a enter, paraula, doble paraula,... i tenir d'aquesta manera una bona estructura estable. A l'hora de crear aquesta estructura, anomenat també espai de memòria, és recomanable deixar espais buits per la conservació d'estructura de dades.

Així doncs, els DB són la manera més adequada per a l'emmagatzematge de dades del procés com poden ser les quantitats produïdes o estats de la màquina que després són representats al HMI o a la pàgina web creada per l'usuari. També, és molt oportú utilitzar-los per a l'intercanvi d'informació entre PLC's ja que és molt fàcil de mantenir i controlar.

c Adreçament indirecte amb format doble paraula – Punters a àrea

Aquí s'introdueix el concepte primordial del direccionament indirecte de dades realitzat en les instruccions de lectura i escriptura de dades externes al PLC com són els punters.

Un punter, no és res més que una direcció o adreça. No té valor, només i tal i com diu el seu nom apunta a un lloc però no diu què està visualitzant.

Els punters poden ser:

- De fóra l'àrea de memòria del PLC (àrea creuada): Per exemple P#M10.0, o P#E10.0 o P#DBX10.0
- De dins l'àrea de memòria del PLC (Àrea interna): Per exemple P#10.0

En definitiva, les adreces de memòria del mateix PLC poden adreçar-se a través del mateix simbòlic (nom de la variable) però tot el que són àrees de memòria externes al PLC s'ha d'adreçar mitjançant els punters. En la Figura 5.13 pot veure's a mode d'exemple aquests dos tipus d'adreçament. Si bé cal tenir present que la instrucció GET programada s'explica en següents apartats.

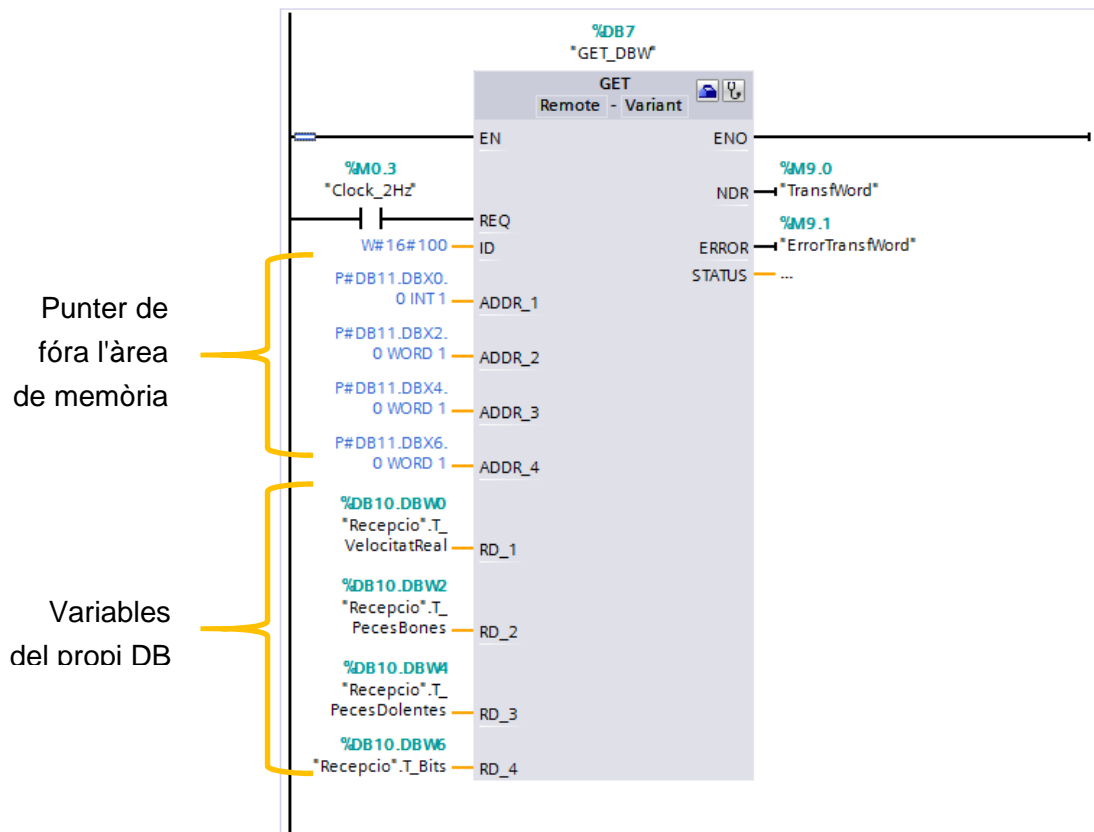


Figura 5.13 - Utilització de punters a la programació

5.4.3 Cas particular

Donat que els valors de les dades pot ser demanat des de qualsevol lloc del programa esdevindrà programar un DB global.

Existeix la possibilitat que les paraules utilitzades tant puguin ser WORD (enter sense signe) com INT (enter amb signe) ja que el PLC en definitiva tan sols veu 16 bits. Tractar-lo d'una manera o d'una altra tan sols depèn de l'usuari. En el cas que s'ocupa el canvi més significatiu seria que en la velocitat real que arriba del variador hi hauria el signe positiu o negatiu depenent del sentit de gir si s'utilitza la variable com a INT. En l'apartat de les variables dels dos comptadors serà que el límit de quantitat de peces en format enter (INT) seria només de 32767 ja que no existirà una quantitat en

valor negatiu i a més a més que no tindria cap sentit mentre que si es tracta sempre com a word el valor pot arribar a les 65535 unitats, és per això que s'ha tractat com a Word. A continuació, en la Figura 5.14 es mostren les variables creades en el treball per a la transferència.

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
Static								
T_VelocitatReal	Int	0.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Velocitat real de la cinta transportadora
T_PecesBones	Word	2.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Quantitat de peces bones
T_PecesDolentes	Word	4.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Quantitat de peces dolentes
T_Bits	Word	6.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Activació dels bits

Figura 5.14 - Variables creades al DB

a Modificació del tipus d'accés als blocs

En un inici la totalitat de les variables es referencien pel seu simbòlic (Nom que li adjudica l'usuari). Una vegada creada l'estructura de memòria amb les variables entrades i per tal de tenir l'adreça física on dirigir-se cal desactivar la optimització dels blocs per d'aquesta manera tenir una direcció física i poder adreçar-ho d'un PLC a l'altra.

Per canviar l'accés al bloc de "optimitzat" a "estàndard" mostrat a la Figura 5.15:

- Obrir la carpeta "Bloques de programa" del projecte
- Clicar amb el botó dret amb el ratolí en el bloc on es vol modificar el tipus d'accés
- Seleccionar el menú contextual "Propiedades"
- Desactivi la funció "Acceso optimizado al bloque" de la pestanya atribut.

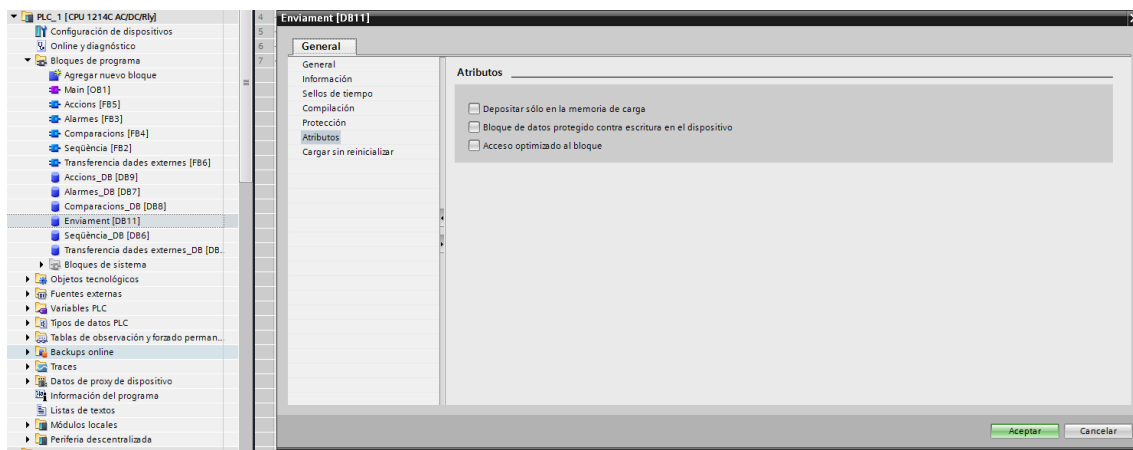


Figura 5.15 - Atributs del DB

5.5 Lectura de dades externes mitjançant la instrucció GET i PUT

5.5.1 Introducció

Donat que no es pot disposar de dos routers industrials amb connexió profinet on aquests ja fan un enllaç de comunicació i intercanvi de dades constants amb la respectiva reserva d'ample de banda, haurà de ser el mateix usuari qui programa quan, com i quin intercanvi de dades es fa.

Per a la lectura i o escriptura de dades entre dos PLC's pot desenvolupar-se gràcies a les instruccions GET i/o PUT que estan disponibles en l'apartat de comunicació del Tia Portal.

Com a mode introductori es pot veure en la Figura 5.16 amb una breu descripció del funcionament de la comunicació:



Figura 5.16 - Lectura o escriptura de dades externes

5.5.2 Fonamentació teòrica

Per a l'intercanvi de dades a través de la interfície de PROFINET i Industrial Ethernet a las CPU's dels PLC's del fabricant SIEMENS es pot utilitzar el tipus de comunicació que s'anomena S7. Les dues instruccions que disposa la comunicació S7 són:

- GET per a la recepció o lectura de dades
- PUT per a enviar o escriure dades

La comunicació S7 no necessita estar configurat als dos costats, perquè la comunicació S7 utilitzant "GET" i "PUT" està basat en el principi de funcionament servidor-client. Només cal executar-ho en un costat per tal que quedi reflectit en els dos.

a Principi de funcionament client-servidor

El principi de funcionament client-servidor és un model d'aplicació que les feines es reparteixen entre els proveïdors de recursos o serveis, anomenats servidors i els demandants, anomenats clients. Un client realitza al programa i el servidor li dona resposta. Això significa que els clients contacten amb el servidor, un equip generalment molt potent en matèria de capacitat d'entrades i sortides que proporciona els serveis als equips clients. Amb aquesta arquitectura la capacitat de procés està repartida entre els clients i els servidors, encara que són més importants els avantatges del tipus organitzatiu degudes a la centralització de la gestió de la informació i la separació de responsabilitats, el que facilita i clarifica el disseny del

sistema. Aquest sistema en el cas presentat s'utilitza per un sol client però és molt avantatjós pels sistemes multiusuaris distribuït per tota una xarxa.

Alguns exemples d'aplicacions de la vida quotidiana mitjançant el model client-servidor poden ser un servidor d'impressió o bé el correu electrònic entre d'altres. Mentre que els seus propòsits varien d'uns serveis a altres, l'arquitectura bàsica seguirà esdevenint la mateixa.

Pot ser interessant també veure els avantatges i inconvenients d'aquest funcionament en l'annexa A5.1.4.

b Programació de la funció GET

A l'hora d'executar les instruccions "GET" i "PUT" cal tenir molt present que només pot realitzar-se una instrucció en cada cicle a través de una connexió S7. No es poden activar múltiples funcions al mateix moment, sinó que cal anar-les cridant de manera seqüencial una després de l'altra.

Funció GET

La funció GET la qual permet llegir dades d'una CPU remota gaudeix dels paràmetres de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Paràmetre	Declaració	Tipus	Descripció
REQ	Input	Bool	Activa l'intercanvi de dades amb un flanc de pujada.
ID	Input	Word	Paràmetre d'adreçament que indica la connexió amb la CPU interlocutora.
NDR	Output	Bool	Paràmetre d'estat: <ul style="list-style-type: none"> • 0: Petició no iniciada o en curs • 1: Petició finalitzada correctament
ERROR	Output	Bool	Paràmetres d'estat, ERROR i STATUS: <ul style="list-style-type: none"> • ERROR=0 Valor STATUS: <ul style="list-style-type: none"> ○ 0000H: ni advertència ni error. ○ <> 0000H: Advertència, STATUS retorna informació detallada de l'advertència. • ERROR=1 Hi ha un error, STATUS envia informació detallada del problema.
STATUS	Output	Word	
ADDR_i	Input/Output	Remote	Punter cap a l'àrea de memòria de la CPU interlocutora que ha de llegir-se. Si el punter REMOTE accedeix a un DB, aquest sempre s'ha d'especificar.
RD_i	Input/Output	Variant	Punter cap a l'àrea de memòria de la CPU pròpia on es dipositen les dades llegides.

Taula 5.2 - Paràmetres de les funcions GET

La seqüència de funcionament de la instrucció GET mostrada en la Figura 5.17 és la següent:

Amb un flanc de pujada l'entrada de control REQ inicia la instrucció:

- El punter cap a l'àrea de memòria que s'ha de llegir (ADDR_i) es transfereix a la CPU interlocutora. La CPU interlocutora pot trobar-se tant en RUN com STOP.
- La CPU interlocutora retorna el contingut de les dades:
 - Si la resposta supera la longitud màxima de dades d'usuari s'informarà de l'error mitjançant el paràmetre "STATUS"
 - Les dades rebudes es copien durant la següent crida de la instrucció a l'àrea de recepció configurada (RD_i).
- Al acabar el procés la sortida NDR ho identifica amb valor "1".

En el suposat cas d'existir algun problema d'accés al llegir les dades, o si la comprovació del tipus de dades retorna un error, els errors i les advertències corresponents s'indiquen a través de ERROR i STATUS.

És important també clarificar que les modificacions en les àrees de dades adreçades a la CPU interlocutora no es registren mitjançant la instrucció "GET".

Instrucció GET al Tia Portal

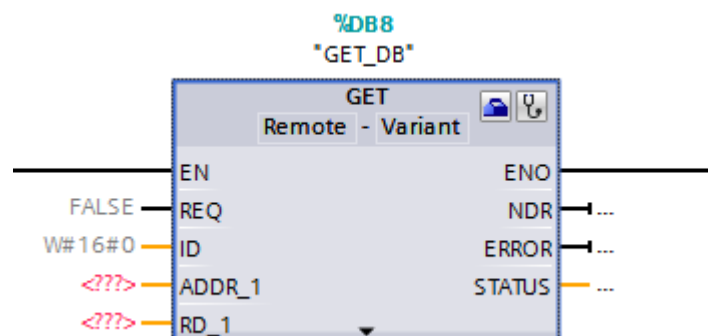


Figura 5.17 - Instrucció GET inicial

Tot i que la funció “PUT” és molt similar a la “GET”, es detalla la seqüència de funcionament a continuació:

La funció PUT la qual permet escriure dades en una CPU remota.

Amb un flanc de pujada l'entrada de control REQ inicia la instrucció:

- El punter cap a l'àrea de memòria on s'han d'escriure (ADDR_i) i les dades (SD_i) es transfereixen a la CPU interlocutora. La CPU interlocutora pot trobar-se tant en RUN com STOP.
- Les dades que han d'enviar-se es copien des les àrees de transmissió ja configurades (SD_i). La CPU interlocutora diposita les dades transmeses en las direccions indicades i retorna la confirmació d'execució:
 - Si no s'ha produït cap error, ho indica a la següent trucada amb un “1” al estat de DONE. No és possible activar cap altre procés d'escriptura fins que no hagi finalitzat la última escriptura.

Igual que en el cas del GET, en el suposat cas d'existir algun problema d'accés al llegir les dades, o si la comprovació del tipus de dades retorna un error, els errors i les advertències corresponents s'indiquen a través de ERROR i STATUS.

En l'annexa A5.1.5 i A5.1.6 també es detallen els requisits per a executar aquestes dues instruccions així com la taula d'informació dels errors i estats.

5.5.3 Cas particular

En el treball desenvolupat s'ha utilitzat la instrucció GET ja que d'aquesta manera es llegeixen les dades de l'altre PLC i es té el control total de les lectures al ser un mateix qui les ordena des del PLC del trepant. Si s'utilitzés un PUT voldria dir que es donaria accés a l'altre PLC per tal que modifiqués dades guardades, fet que no agrada gens perquè són els altres clients qui accedeixen a escriure al servidor.

Cal tenir molt clar que quan s'accedeix a una adreça el PLC no sap si és un enter, una paraula o un número real, el PLC només veu una quantitat definida de bits (en el cas d'una paraula seran 16 bits). Que sigui tractat de forma correcte només depèn de la programació. Amb això es vol dir que si no s'està alerta es podria agafar una doble paraula d'una adreça errònia on el numero podria ser un autèntic error però el PLC no detectaria cap problema. Amb això, es vol dir que una vegada creada l'estructura del DB aquesta no es pot desfer o modificar sense implicar gaires canvis, ja que si s'accedeix a una adreça, al PLC no li importa si s'ha canviat alguna cosa, simplement executarà la instrucció sobre l'adreça que se li ha indicat. Cal tenir present que les accions al DB es realitzen sobre la direcció absoluta i no en relació amb el nom simbòlic. Així que no es poden inserir variables noves o treure'n d'inter mitges sense afectar la resta si el DB no està perfectament estructurat. Com a consell, es recomana deixar sempre espais de memòria buits entre símbols. En la programació d'aquesta instrucció pren especial importància perquè a l'hora d'introduir els punters a la funció també cal dir-li el tipus de dades que és i la quantitat de dades que té. Si ens fixem en els punters de la Figura 5.18 veurem per exemple en l'adreça ADDR_1 el punter P#DB11.DBX0.0 INT 1. On:

- P#DB11.DBX0.0 - és el punter a la dada.
- INT - és el tipus de dada, en aquest cas enter.
- 1 – la quantitat d'enters a llegir, en aquest cas un.

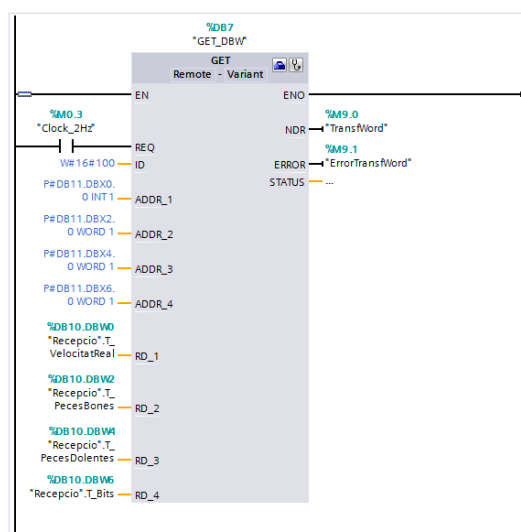


Figura 5.18 - Instrucció GET programada

5.6 Connexió VPN mitjançant Helmholz

5.6.1 Introducció

Al tenir la voluntat de crear una sèrie de connexions remotes per a la visualització de diversos estats de la màquina així com del funcionament del terminal tàctil s'ha de crear una connexió entre la xarxa global d'internet amb l'equip en concret, tot això sense deixar de banda la seguretat d'accés als nostres equips. Per tal de crear doncs un telecontrol dels equips des de qualsevol lloc del món d'on es disposi de connexió a internet cal crear una connexió mitjançant un túnel VPN envers la màquina. Aquesta connexió es crearà amb un punt entremig que serà el servidor del servei myREX24.net, propietat de la companyia Helmholz.



Figura 5.19 - Esquema general de comunicació amb el servidor

Pel fet que hi ha diversos tipus de túnels VPN i de connexions, en aquests apartats només es detalla les opcions que ocupa el treball. La resta de tipus es poden trobar detallats i amb la seva descripció a l'annexa.

5.6.2 Fonamentació teòrica

En els temps que corren, és bastant usual ja treballar des de casa de manera segura i fiable. Les multinacionals tenen un gran interès en tenir les sucursals connectades de la mateixa manera. Imaginem aquest últim escenari amb distàncies continentals. Si s'utilitzés una xarxa LAN el cost d'implementació seria increïble. La solució a això són les VLAN (LAN virtuals) que creen una xarxa similar a la LAN gràcies als túnels VPN.

Tant s'estableix aquest accés via VPN en l'automatització manufacturera com també en la indústria de processos per exemple. En l'actualitat disposem d'una àmplia gama

de productes, sistemes i solucions per al telecontrol o al teleservei, ja que permet gaudir d'un accés remot segur i rentable des de qualsevol lloc on es tingui connectivitat a internet. Així es pot accedir a màquines molt diferents i disperses, instal·lacions remotes i aplicacions mòbils sense importar quines siguin les seves dimensions. Les dues raons per a realitzar una connexió remota són:

Telecontrol. Per a la integració i supervisió de processos físicament molt allunyades amb finalitats de supervisió i control.

Teleservei. Per al manteniment remot, diagnòstic de possibles errors o optimització del procés entre d'altres.

El gran ample de banda que estan oferint les noves tecnologies i els estàndards radioelèctrics permeten transferir cada vegada més quantitat de dades, arribant ja al punt de poder veure vídeos en alta definició en temps real. Això, obre noves possibilitats d'aplicació com la transferència de vídeos des d'un cotxe en marxa, la monitorització d'aerogeneradors, visió des d'un robot, la gestió de xarxes intel·ligents o la supervisió d'edificis. Tot això es realitza gràcies als túnels VPN.

a Definició de VPN

VPN significa una xarxa privada virtual (Virtual Private Network). És una tecnologia de xarxes que permet una extensió segura d'una xarxa d'àrea local LAN sobre una xarxa pública i no controlada com és internet. Permet que l'equip local envii i rebi dades sobre un altre equip remot com si es trobessin físicament al mateix lloc. Aquesta tecnologia de xarxa permet una connexió segura entre dos punts a través de xarxes públiques o compartides, amb tota funcionalitat, seguretat i polítiques de gestió. La connexió VPN mitjançant internet és tècnicament una unió "wide area network" (WAN) entre els llocs però a l'usuari li resulta igual que si estigués en la mateixa xarxa local. Tot això s'aconsegueix amb connexions virtuals punt a punt a través de connexions dedicades, xifrades o la combinació de les dues.

b Principi bàsic de la creació de túnels

Consisteix en encapsular un protocol de xarxa sobre un altre (protocol encapsulador) creant un túnel dins la xarxa. L'establiment o creació d'aquest túnel s'implementa incloent una unitat de dades de protocol anomenat PDU dins d'una altra PDU amb l'objectiu d'enviar aquesta informació des d'una punta del túnel a l'altra punta sense que sigui necessària cap interpretació al mig de la tramada. D'aquesta manera s'encaminen els paquets de dades sobre nodes entremitjos que són incapaços de veure el contingut d'aquets paquets. El túnel queda definit en els punts extrems i el protocol de comunicació.

c VPNMPPTP (Punt a punt)

PPTP és la abreviació del protocol de túnel punt a punt (Point-to-Point Tunneling Protocol). Com el seu nom ho indica, una connexió punt a punt crea un túnel i intercanvia les dades entre els dos extrems. Aquest tipus de comunicació és la més utilitzada, per exemple per a connectar oficines remotes o des de qualsevol lloc amb la seu central de la organització. Resulta molt útil per a empreses i l'ús dels treballadors que no solen estar a l'oficina de manera permanent. Per accedir a la VPN, els usuaris inicien sessió amb una contrasenya aprovada. Les VPN punt a punt són ideals per a un ús personal i empresarial perquè no requereix de la compra o instal·lació de hardware addicional i funcions habituals que poden fer-se amb programes complementaris molt econòmics.

Encara que sembli tenir molts beneficis, hi ha un desavantatge d'aquesta VPN, i és que no brinda codificació, que és normalment la raó per la qual un aconseguiria la VPN. Una altra desavantatge és que depèn del protocol punt a punt (PPP) per implementar les mesures de seguretat.

d Connexió d'accés remot

Una connexió d'accés remot la realitza un usuària que es connecta a una xarxa local, els paquets de dades que s'envien són creats al client i aquest s'autentica al servidor, per altra banda el servidor s'autentica al client.

5.6.3 Cas particular

En el cas particular que ocupa el treball, s'utilitza la comunicació al portal VPN myREX24 de la companyia Helmholtz. Aquest, serveix com a mediador entre el proveïdor de la connexió remota i el client. Això vol dir que en ambdós costats (tant pel costat del REX110 per sortir a l'exterior com pel costat de l'ordinador que es connecta a internet per acabar connectant-se amb la màquina) s'estableix un túnel VPN amb connexió de sortida en els dos punts. D'aquesta manera s'aconsegueix un grau molt més baix de limitació de serveis o firewalls que si algun d'ells fossin d'entrada. Per aquest tipus de connexió tan sols es necessita una connexió a internet i un compte d'accés.

Els seus avantatges comercials són:

- Disposen d'un portal redundat per a l'allotjament de les dades a intercanviar.
- Software shDIALUP per establir fàcilment una connexió des d'un PC
- Fàcil configuració del enrutament entre el PLC i el REX de destí
- Informes de cada connexió establerta
- Servidor exclusiu i amb alta fiabilitat

En el cas que es parla s'ha realitzat tota la configuració del myREX via web amb el router connectat a internet directament i de manera que les configuracions s'actualitzaven directament sense la necessitat d'una connexió directe entre el PC i el router. D'aquesta manera, es comprova com la majoria de canvis a realitzar també es poden fer de manera remota. Per donar accés als dos PLC's per així poder veure les seves pàgines web s'han creat les connexions de l'apartat "web2go" on cal introduir el tipus de PLC i adreça d'una manera molt fàcil i intuïtiva. També, es dóna permís per accedir al terminal tàctil sense donar-hi cap accés d'escriptura mitjançant el mateix "web2go".

6 Conclusions i resultats

D'aquest projecte es treuen en clar diverses conclusions, per una banda, queda demostrada la possibilitat d'utilitzar diferents mètodes de comunicació per als aparells industrials com poden ser les transferències de telegrams, comunicacions wifi, transferències de dades i connexions remotes, i d'aquesta manera brindar cada vegada més connectivitat i variabilitat de connexions entre equips en la indústria. Si bé és cert que el més fàcil per al manteniment bàsic podria ser el cablejat "de tota la vida" (entrades i sortides cablejades) però en un món totalment canviant, configurable i accessible cada vegada més s'ha de fer tot via protocol de comunicació per a una ràpida re-adaptació i progrés dintre els processos de fabricació.

Pel que fa la part docent i de suport que m'ha tocat donar estic molt content perquè les diferents visions de cadascun dels alumnes m'ha donat la possibilitat de veure cada un dels aspectes o apartats de la pràctica des de diferents punts de vista i sobretot raonar i discutir envers aspectes molt importants.

En quant a resultats estic molt content de la part de fonamentació teòrica adquirida per cada tipus de comunicació. Tota aquesta fonamentació ha estat de gran ajuda a l'hora de programar i a l'hora de detectar qualsevol error que hagi sortit donat que ha estat més fàcil raonar el problema. Si bé fins ara alguna vegada havia utilitzat la tàctica de prova i error per a solucionar un problema, m'he demostrat que amb uns fonaments prou sòlids només cal raonar i tallar d'arrel el problema directament.

Pel que fa als sistemes utilitzats diria que:

- El comandament dels variadors de freqüència mitjançant telegrams esdevé un sistema de control dels variadors molt vàlid i fàcil.
- Gràcies a la programació d'una pàgina web i aprofitant que els CPU's de Siemens permeten carregar pàgines personals pot ser de gran ajuda pels sistemes ofimàtics a l'hora de captar informació així com per supervisar algun tipus de procés,
- L'intercanvi de dades entre dos routers wifi pot ser de gran ajuda a l'hora d'intercanviar dades entre dos punts quan no hi ha cap connexió física disponible alhora també per evitar noves instal·lacions de cablejat.
- Les instruccions GET i PUT unides amb les dades guardades a DB's específics faciliten en gran mesura l'intercanvi de dades entre dos PLC's siguin o no siguin del mateix fabricant.
- Les connexions remotes faciliten i afavoreixen les respostes ràpides a problemes donat que no cal estar a davant la màquina per poder esbrinar gran part dels problemes que pot tenir.

Pel costat docent també estic més que satisfet perquè he dedicat 8 hores durant els dies 3, 4, 10 i 11 de Maig a dirigir de manera totalment autònoma la classe de 12 alumnes de l'assignatura d'Automatització Industrial II del grau de Mecatrònica. Realitzant en aquestes classes la introducció a la pràctica, guiant-los en tots els dubtes que sortien als alumnes i arribant a bon port tots els objectius dels quals es componava la pràctica, assolint tots els coneixements que volia transmetre cap a ells.

Donat que el temps no ha pogut ser major i que caldria instal·lar nou software als laboratoris d'automàtica per tal de configurar la part de connexió VPN, aquesta s'ha donat a mode demostratiu

Continuant en l'aspecte dels resultats i per acabar també m'agradaria dir que ha resultat igual o més difícil que el treball en sí, desenvolupar una memòria suficientment tècnica i entenedora alhora que fos capaç de descriure tota la feina que s'ha portat a terme.

7 Bibliografia utilitzada

7.1 Telegrames

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/24184004/%C2%BFqu%C3%A9-terminolog%C3%ADa-se-utiliza-en-la-comunicaci%C3%B3n-profdrive-c%C3%ADlica-?dti=0&lc=es-WW> .(Consulta: 2 de Febrer de 2017).

[https://support.industry.siemens.com/cs/document/109737292/sinamics-g%3A-ampliaci%C3%B3n-del-telegrama-de-un-accionamiento-regulado-por-posici%C3%B3n-por-medio-de-un-objeto-tecnol%C3%B3gico-simatic-s7-1500-to\)?dti=0&lc=es-ES](https://support.industry.siemens.com/cs/document/109737292/sinamics-g%3A-ampliaci%C3%B3n-del-telegrama-de-un-accionamiento-regulado-por-posici%C3%B3n-por-medio-de-un-objeto-tecnol%C3%B3gico-simatic-s7-1500-to)?dti=0&lc=es-ES).(Consulta: 9 de Maig de 2017).

7.2 WebServer – Sm@rtServer

<http://www.industry.siemens.com/topics/global/en/tia-portal/hmi-sw-tia-portal/wincc-tiaportal-options/simatic-wincc-smartserver/pages/default.aspx>.(Consulta: 13 de Febrer de 2017).

<http://www.jordinaves.com/configurar-el-webserver-del-s7-1200-per-llegir-escriure-dades/>.(Consulta: 13 de Febrer de 2017).

<https://www.dmcinfo.com/latest-thinking/blog/id/8567/siemens-s7-1200-web-server-tutorial--from-getting-started-to-html5-user-defined-pages>.(Consulta: 13 de Febrer de 2017).

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/496/68011496/att_857053/v2/68011496_Simple_Web_Examples_DOCU_v10_en.pdf.(Consulta: 14 de Febrer de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/58862931/creating-and-using-user-defined-web-pages-on-s7-1200?dti=0&lc=en-WW>.(Consulta: 14 de Febrer de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/tf/WW/en/posts/tips-and-samples-programs-for-user-defined-web-pages-and-s7-1200/61760?page=0&pageSize=10>.(Consulta: 14 de Febrer de 2017).

<http://corsosystems.com/blog/2015/06/16/s7-1200-and-s7-1500-webserver-step-by-step-trends.html>.(Consulta: 22 de Febrer de 2017).

<https://electronicaymanufactura.blogspot.com.es/2016/09/uso-del-servidor-web-integrado-en-el.html>.(Consulta: 22 de Febrer de 2017).

7.3 Programació Java-html

<http://www.elwebmaster.com/articulos/guia-de-usabilidad-para-principantes-en-8-pasos>.(Consulta: 23 de Febrer de 2017).

<https://desarrolloweb.com/faq/303.php>.(Consulta: 23 de Febrer de 2017).

<https://www.bluej.org/>.(Consulta: 23 de Febrer de 2017).

https://www.eclipse.org/downloads/download.php?file=/oomph/epp/neon/R2a/eclipse-inst-win64.exe&mirror_id=63 .(Consulta: 23 de Febrer de 2017).

http://www.htmlpoint.com/javascript/corso/js_07.htm.(Consulta: 23 de Febrer de 2017).

<https://cybmeta.com/como-poner-comentarios-en-javascript>.(Consulta: 24 de Febrer de 2017).

<http://www.slicetex.com/foro/smf/index.php?topic=203.0>.(Consulta: 24 de Febrer de 2017).

http://www.uam.es/proyectosinv/cotapata/cursoweb/03_html_basico.html____.(Consulta: 19 de Maig de 2017).

7.4 Data Blocks, DB

[https://support.industry.siemens.com/cs/document/67655611/%C2%BFqu%C3%A9-tipos-de-acceso-hay-en-step-7-\(tia-portal\)-para-acceder-a-los-valores-de-los-datos-en-los-bloques-y-que-diferencias-hay-que-tener-en-cuenta-entre-ellos-?dti=0&lc=es-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/67655611/%C2%BFqu%C3%A9-tipos-de-acceso-hay-en-step-7-(tia-portal)-para-acceder-a-los-valores-de-los-datos-en-los-bloques-y-que-diferencias-hay-que-tener-en-cuenta-entre-ellos-?dti=0&lc=es-WW).(Consulta: 6 de Març de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/15360455/%C2%BFcu%C3%A1-es-la-diferencia-entre-un-bloque-de-datos-de-instancia-y-un-bloque-de-datos-global-y-c%C3%B3mo-influye-una-llamada-de-tipo-call-en-el-registro-de-db-?dti=0&lc=es-WW>.(Consulta: 7 de Març de 2017).

https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/Documents/S7-1200_COM_CPU_CPU.pdf.(Consulta: 7 de Març de 2017).

<https://programacionsiemens.com/variables-en-stpe-7-marcas-db/>.(Consulta: 8 de Març de 2017).

<http://www.tecnopl.com/tipos-de-datos-en-s7-300/>.(Consulta: 8 de Març de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/tf/WW/en/posts/difference-between-int-and-word-datatypes/67213?page=0&pageSize=10>.(Consulta: 13 de Març de 2017).

[https://support.industry.siemens.com/cs/document/48711306/en-step-7-\(tia-portal\)-%C2%BFc%C3%B3mo-se-convierten-los-tipos-de-datos-para-el-s7-1200-s7-1500-?dti=0&lc=es-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/48711306/en-step-7-(tia-portal)-%C2%BFc%C3%B3mo-se-convierten-los-tipos-de-datos-para-el-s7-1200-s7-1500-?dti=0&lc=es-WW).(Consulta: 13 de Març de 2017).

http://w3.siemens.com/mcms/sce/de/fortbildungen/ausbildungsunterlagen/classic-module/tabcardseiten/documents/weiterfuehrende-programmierung/es_b04_bloques%20de%20datos.pdf.(Consulta: 29 de Maig de 2017).

7.5 Get i Put

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/617/65975617/att_108741/v1/put_get_sequencer_s7-1200_en.pdf.(Consulta: 20 de Març de 2017).

https://www.youtube.com/watch?v=WOfXDurp_98.(Consulta: 20 de Març de 2017).

<https://www.youtube.com/watch?v=pUqQEORvqOM>.(Consulta: 20 de Març de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/18610307/%C2%BFc%C3%B3mo-se-programan-los-bloques-de-comunicaci%C3%B3n-fb14-get-y-fb15-put-para-el-intercambio-de-datos-en-el-programa-s7-de-una-cpu-del-s7-300-?dti=0&lc=es-WW>.(Consulta: 20 de Març de 2017).

<https://support.industry.siemens.com/cs/document/65975617/%C2%BFc%C3%B3mo-se-programan-los-bloques-de-funci%C3%B3n-get-y-put-en-el-programa-de-usuario-de-las-cpus-del-simatic-s7-1200-para-transferir-m%C3%A1s-de-160-bytes-de-datos-?dti=0&lc=es-WW>.(Consulta: 22 de Març de 2017).

<http://www.infopl.net/descargas/103-siemens/automatas/s7-1200/1637-comunicacion-ethernet-intercambio-de-datos-entre-un-s7-1200-y-un-s7-300-400-ce-x18>.(Consulta: 22 de Març de 2017).

http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicaci%C3%B3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf.(Consulta: 22 de Març de 2017).

<https://es.slideshare.net/johnpir/profinet-pn-55741942>.(Consulta: 22 de Març de 2017).

<https://es.wikipedia.org/wiki/Ciente-servidor>.(Consulta: 26 de Maig de 2017).

<https://programacionsiemens.com/db-en-step-7-operaciones-iii/>.(Consulta: 29 de Maig de 2017).

7.6 Configuració dels routers TP_LINK TL_WR841N

<https://www.genbeta.com/respuestas/ayuda-con-wds-en-routers>.(Consulta: 10 de Abril de 2017).

<http://www.tp-link.es/faq-227.html>.(Consulta: 10 de Abril de 2017).

<https://bandaancha.eu/foros/configurar-wds-dos-tp-link-tl-wr841n-1698964>.(Consulta: 11 de Abril de 2017).

<https://www.adslayuda.com/foro/topic/63760-configurar-router-tp-link-tl-wr841n-por-wds/>.(Consulta: 11 de Abril de 2017).

<https://www.laneros.com/temas/problema-modo-bridge-router-tp-link-tl-wr841n.204874/>.(Consulta: 11 de Abril de 2017).

https://es.wikipedia.org/wiki/Wireless_Distribution_System.(Consulta: 11 de Abril de 2017).

http://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentcenter/sc/ic/Documentsu20Brochures/SIMATIC%20NET_Telecontrol_042012_es_Web.pdf.(Consulta: 12 de Abril de 2017).

7.7 VPN i Helmholtz

<http://www.helmholtz.es/>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

<https://ewon.biz/es/>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

<http://www.nobbot.com/tecnologia/mi-conexion/vpn-%C2%BFque-es-y-para-que-sirve/>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

https://es.wikipedia.org/wiki/Red_privada_virtual.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

<http://blautek.com.ar/content/view/166/68/>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

<https://www.fi.upm.es/?pagina=373>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).

<https://es.vpnmentor.com/blog/diferentes-tipos-de-vpn-y-cuando-usarlas/>.(Consulta: 30 de Maig de 2017).