



Fjärrstyrning av Norrvikens pumpstation

Mathias Liljeberg

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för elektroteknik

Ekenäs 2011





EXAMENSARBETE

Författare: Mathias Liljeberg

Utbildningsprogram och ort: Elektroteknik, Ekenäs

Handledare: Ulf Lemström, Ben Jansson

Titel: Fjärrstyrning av Norrvikens pumpstation

Datum 22.3.2011

Sidantal 34

Bilagor 10

Sammanfattning

Koverhars stålfabrik är byggd på 1950-talet. I Koverhar producerar man stålstänger som kallas för billets och dom är gjorda av stål. För att producera stålprodukter behöver man mycket värme men man måste också använda sig av kylvatten. En stor del av det kylvattnen som används i Koverhar kommer från en pumpstation i Norrviken som ligger flera kilometer från Koverhar.

Jag fick i uppdrag av ABB i Koverhar att planera ett fjärrstyrt system för pumpstationen så att man skulle kunna undvika onödiga stopp i produktionen på grund av att det uppstår problem i pumpstationen. För att förstå hur viktigt det är med kylvatten har jag beskrivit processen för produktionen i Koverhar. I arbetet framgår också hur en motor och frekvensomvandlare fungerar och hur dem är uppbyggda. Jag tar även upp hur överföringen av signalen mellan Koverhar och pumpstationen kan förverkligas och om man skall använda sig av den signalkabel som är dragen mellan Norrviken och Koverhar eller om man skall laga ett trådlöst system.

Språk: Svenska

Nyckelord: Pumstation, pump, motor, frekvensomvandlare

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Mathias Liljeberg

Koulutusohjelma: Elektroteknik

Ohjaajat: Ulf Lemström, Ben Jansson

Nimike: Norrvikenin pumppuaseman kauko-ohjaus / Fjärrstyrning av Norrvikens pumpstation

Päivämäärä 22.3.2011

Sivumäärä 34

Liitteet 10

Tiivistelmä

Koverharin terästehdas on rakennettu 1950-luvulla. Koverharissa valmistetaan terästä rautatankoja, joita kutsutetaan nimellä teelmä. Rautatuotteiden valmistusprosessiin tarvitaan paljon lämpöä, mutta jäähdytysvettä on myös käytettävä. Suuri osa Koverharissa käytettävästä jäähdytysvedestä tulee Norrvikenin pumppuasemalta, joka sijaitsee usean kilometria päässä Koverharista.

ABB Koverharissa antoi minulle tehtäväksi suunnitella kauko-ohjattu järjestelmä pumppuasemalle, niin että tarpeettomia tuotantoseisokkeja voidaan välttää, mikäli pumppuasemalla ilmenee ongelmia. Työssä kuvataan myös Koverharin tuotantoprosessi, jotta tulee selväksi, miten tärkeää jäähdytysvesi on. Opinnäytetöissäni selvitetään myös, miten sähkömoottori ja taajuusmuuttaja on rakennettu ja kuinka ne toimivat. Olen myös selvittänyt, miten signaalien siirtäminen Koverharin ja Norrvikenin välillä voidaan toteuttaa. Vaihtoehtoina ovat signaalikaappeli Koverharin ja Norrvikenin välillä tai langaton systeemi.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Pumppuasema, pumppu, moottori, taajuusmuuttaja



BACHELOR'S THESIS

Author: Mathias Liljeberg

Degree Programme: Electrical Engineering

Supervisors: Ulf Lemström, Ben Jansson

**Title: Remote-Controlled System for the Pumping Station at Norrviken /
Fjärrstyrning av Norrvikens pumpstation**

Date 22 March 2011 Number of pages 34 Appendices 10

Summary

The steel plant at Koverhar was built in the 1950s. At Koverhar they are producing steel bars which are made of steel. To be able to produce steel products a lot of heat is needed but cooling water is also very important. A lot of the cooling water that is used at Koverhar comes from a pumping station at Norrviken which is situated a couple of kilometers from Koverhar.

ABB gave me the task to plan a remote-controlled system for the pumping station at Koverhar so that unnecessary breaks in the production can be avoided. To understand how important the cooling water is I have explained how the production process at Koverhar works. In this thesis it also comes clear how a motor and a frequency converter work and how they are built. I also deal with the signal transmission between Norrviken and Koverhar and if it is better to use the signal cable that already exist between Koverhar and Norrviken or if it is better to install a wireless system.

Language: Swedish

Key words: pumping station, pumps, motor, frequency converter

Innehåll

1 Inledning.....	1
2 Historia.....	1
3 Processbeskrivning	2
3.1 Hamnen	3
3.2 Masugnen	3
3.2.1 Svavelrening	6
3.3 Konverter	6
3.3.1 LD-konverter	7
3.3.2 OBM-konverter.....	8
3.3.3 Kombinationsblåsning	8
3.4 Skänkugnen.....	10
3.5 Stränggjutning.....	11
3.6 Kraftverket.....	12
4 Kylvattnets användning	13
5 Norrviken.....	14
5.1 Nuvarande system	15
5.2 Planering av nytt system	15
5.3 Planerat systemet	16
6 Växelströmsmotor	17
6.1 Asynkronmotor.....	18
6.1.1 Stator	19

6.1.2 Magnetfält	19
6.1.3 Rotor	20
7 Frekvensomvandlare.....	21
7.1 Likriktare	22
7.1.1 Ostyrd likriktare	23
7.1.2 Helstyrd likriktare.....	23
7.2 Mellankrets.....	23
7.3 Växelriktare	24
7.4 Styrkrets.....	24
7.5 Val av frekvensomvandlare	25
7.6 Effektivisering med frekvensomvandlare	25
8 Överföring av signal med kabel eller trådlöst	28
8.1 Kabel.....	28
8.2 Trådlöst.....	30
9 Slutsats	32
Källförteckning.....	33
Bilagor	

1 Inledning

I Koverhar producerar man billets av stål. Billets är långa stålstänger. För att producera stål behövs det mycket värme, när det används mycket värme måste man också få kyla. En stor del av det kylvatten som används i Koverhar kommer från en pumpstation som ligger ca 5 km från fabriksområdet. Vattnet som kommer från pumpstationen är bräckt vatten, vilket innebär att vattnet är en blandning mellan havsvatten och sötvatten. Om det uppstår några problem, t.ex. om motorerna som driver pumparna stannar av någon orsak, så måste elektriker åka ut till pumpstationen. Om man vill ändra på vattentrycket måste driftfolk åka ut och ställa in det tryck de vill ha.

Eftersom pumpstationen är så långt från Koverhar och det inte finns någon förbindelse dit vet ingen exakt vad som händer i pumpstationen. Därför fick jag i uppdrag av ABB att planera ett fjärrstyrt system till pumpstationen så att man skulle veta vad som händer i pumpstationen och inte behöver åka ut dit varje gång en pumps motor har stannat av någon orsak.

2 Historia

I slutet av 1950-talet påbörjades byggnadsarbetet i Koverhar. Man började med att bygga en hamn så att man skulle kunna ta emot material som kom med fartyg från andra länder.

År 1960 började man bygga ett kraftverk, en verkstad och lagerutrymmen i Koverhar och sen började man bygga själva fabriken.

År 1961 hade man kommit långt med byggnadsarbetet, hamnen togs i bruk och masugnen var klar. Den 25.11.1961 tände man eld i masugnen och redan följande dag gjordes första tappningen och man kunde gjuta ett analysprov. Den 28.11.1961 var masugnen klar för produktion och man började producera råjärn som gjöts till tackor ända till början av 1970-talet då utvidgningen av

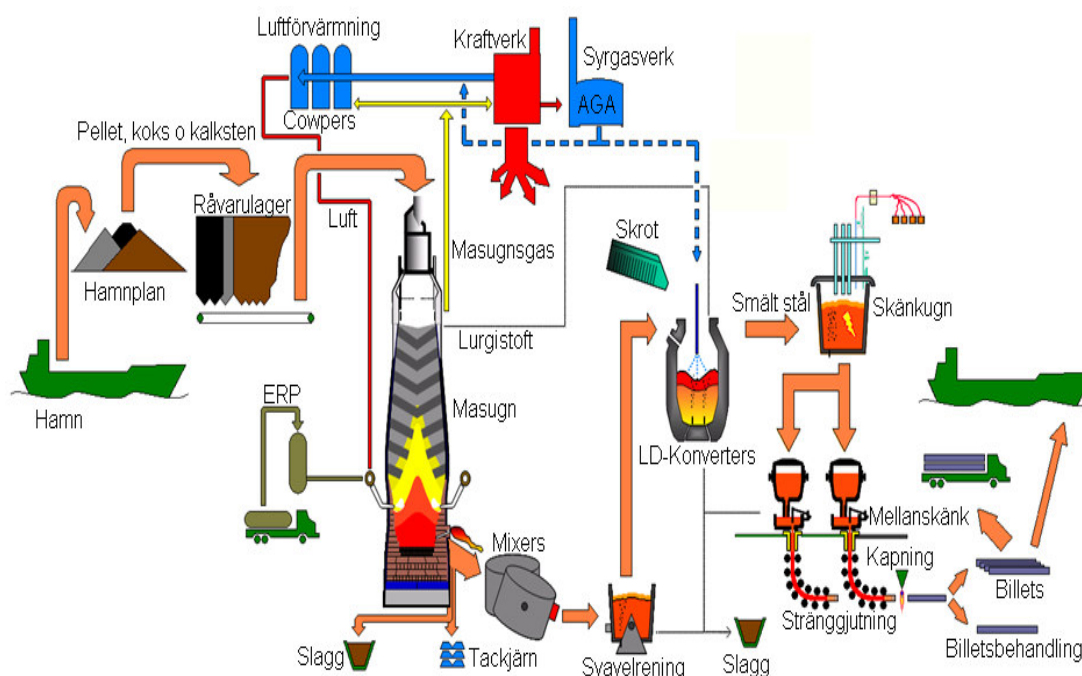
stålfabriken blev slutförd och man började producera billets. Sedan 2003 har stålverket producerat ca 600 000 ton stål per år (Lundqvist. 2001,10-20).

Den 1.11.2007 tog ABB över underhållet i Koverhar. ABB sköter nu det mekaniska underhållet, el- och ,automationsunderhåll, underhållsplanering och lagret.

ABB grundades år 1988 när det svenska företaget Asea och det schweiziska företaget Brown Boveri slogs samman. ABB är ett ledande företag inom kraft- och automationsteknik och har verksamhet i ca 100 länder. I Finland jobbar över 6000 personer åt ABB, ca.70 personer är stationerade i Koverhar (Suomalaiset juuret, 2011).

3 Processbeskrivning

Stålltillverkningen i Koverhar är malmbaserad, figur 1 ger en överblick över hur processen för stålltillverkning i Koverhar går till.



Figur 1: Bild över processen i Koverhar (Ovako, 2006)

3.1 Hamnen

I hamnen finns fyra stycken lyftkranar. Två av kranarna har stått i hamnen sedan hamnen blev klar, en har kommit lite senare och så finns det en mobil lyftkran som kom år 2008.

De fartyg som kommer till hamnen transporterar råmaterial till Koverhar och sen tar dem med sig billets som exporteras till andra länder. Till råmaterialet hör pellets, koks och kalksten.

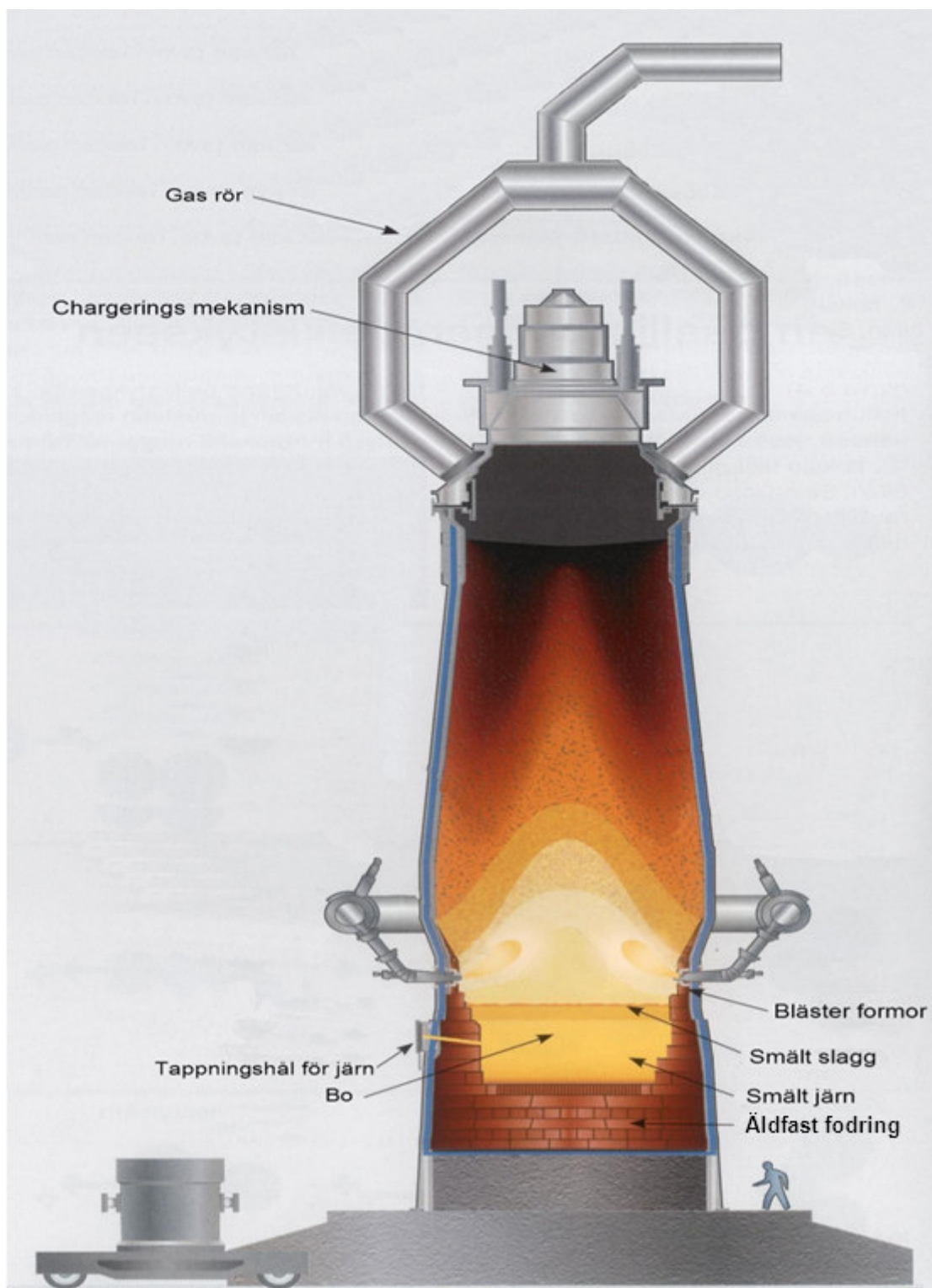
Från hamnen transporterats råmaterialet med transportband till en stor plan som fungerar som mellanlager. Från planen förs råmaterialet vidare med transportband till råmateriallagret. I råmateriallagret sätts råmaterialet i siilon som portionerar så att det kommer rätt mängd till masugnen (Ovako, 2006).

3.2 Masugnen

Masugnen i Koverhar är ganska liten men effektiv, den har en verkningsgrad som är en av dom bästa i Europa, figur 2 visar hur masugnen ser ut.

Masugnen är i gång hela tiden. Enda orsaken till att man skulle stoppa masugnen är om det skulle bli några problem eller om det skall göras några underhåll på den. I bästa fall behöver man stoppa masugnen bara ett par gånger per år.

Masugnen körs från ett kontrollrum. Till kontrollrummet kommer all mätinformation från givare som är utplacerade runt om vid anläggningen. Kontrollrummet måste vara bemannat hela tiden. Ifall det uppstår problem som lätt kan åtgärdas via datorerna skall dem som jobbar vid masugnen snabbt få information om vad som händer så att man kan undvika onödiga avbrott i produktionen.



Figur 2: Bild över hur masugnen ser ut (metalinjalostajat ry, 2009, s.22)

När man producerar järn i en masugn lägger man i råvarorna uppfån i masugnen och från dess nedredel blåser man in varmluft genom bläster

formorna. Förutom järnoxiderna, hematiten och magnetiten finns också en slaggbildare som betsår av kisel-, kalcium-, aluminium- och magnesiumoxider. När man framställer järn reduceras järnoxiderna och då avlägsnas syret från järnoxiderna. Vid reduceringen behöver man ett ämne som kan skilja på syret från järnoxiderna. I masugen använder man sig av kolmonoxid, väte och kol vid reduceringen. De här ämnena binder ihop järnoxidets syre och förvandlar det till gas och sen förs gasen ut från masugnen. I masugnsprocessen används kol till reduceringen och för att producera energi, kolet är i form av metallurgiskt koks. Kokset innehåller 90% kol och resten är orenade oxider som blir till aska när det brinner. Kokset måste vara hårt så att det inte smulas sönder i masugnsschaktet när man lägger det in i masugnen. Om det skulle smulas sönder till damm skulle det bilda ett isolerande skikt och då skulle masugnen slockna. En del av koksen kan man ersätta med stenkolsdamm eller tung brännolja, som man tillsätter tillsammans med varmluften när man blåser in det via blästerformarna. Till reduceringen och för att smälta ner järnet behövs värmeenergi (*Teräskirja, 2009,s22-23*).

Luften som man använder när man förbränner koksen och oljan förvärms i en så kallad cowper som förvärmer luften från 1000-1300 °C. Cowpern är ett högt torn som är murat på insidan med eldfasta tegel. I Koverhar används tre stycken sådana här torn. Cowpern värms upp med renad gas som kommer från masugnen, gasen består av en viss del kolmonoxid, koldioxid, väte och kväve. Man använder den föruppvärmda luften för att förminska masugnens energiförbrukning.

Råvarorna och kokset matas in via toppen på masugnen vid chargingen och från masugnens nedre del blåses varm luft in via blästerformorna och då bränner syret kolet i koksen till kolmonoxid. När man blåser in blästerluften kommer det fukt med och när blästerluftens fukt och chargingmaterialets sammansättning reagerar med varandra uppstår väte. Blästerformornas temperatur är ungefär 2000-2400°C. De varma gaserna som uppstår vid förbränningen strömmar uppåt och på vägen upp värmer gaserna materialen och smältan som är på väg neråt i masugnen. När den här processen sker

avger gaserna så mycket värme på vägen upp att gaserna är bara 120-230 °C varma när de lämnar masugnen.

För att få ut råjärn från en masugn använder man sig av en speciell bormaskin som borrar upp ett hål i masugnens sida. När råjärnet kommer ut från masugnen rinner det i en ränna som går till mixern. När råjärnet kommer ut från masugnen kommer det också slagg med, slagget flyter på ytan av råjärnet när det kommer ut och då kan man avskilja dem från varandra. Från att man har öppnat hålet i masugnen kan man tappa ut råjärn i ca. 90 minuter. Därefter stänger man hålet igen med en massakanon som pressar eldfast massa in i hålet som stelnar på grund av värmen. Hålet är fast i ca. 30 minuter och sen kan man göra en tappning igen. Man kan tappa ut råjärn från masugnen mellan sex och tolv gånger per dygn.

Mixern är en stor behållare som man använder som mellanförråd för råjärnet. I mixern jämnar man också ut temperaturen och sammansättningen på råjärnet för att man skall kunna få en bra kvalitet på järnet (*Teräskirja, 2009, s24-27*).

3.2.1 Svavelrening

Från mixern håller man råjärnet i en stor bytta som kallas för skänk. Skänken förs med lyftkran till svavelreningen. Vid svavelreningen blåser man in en så kallad kalkreagens som består av kalk och kisel. Man blåser in det i sidan på skänken via ett munstycke. När man blåser in kalreagensen och den reagerar med råjärnet bildas ett svavelhaltigt slagg. Densiteten är lägre på slagget än på råjärnet så det flyter upp till ytan. När man har slagget på ytan tar man bort det med en skrapa. Man vill ha en lägre svavelhalt på råjärnet för att få en bättre hållfasthet (*Teräskirja,2009, s29*).

3.3 Konverter

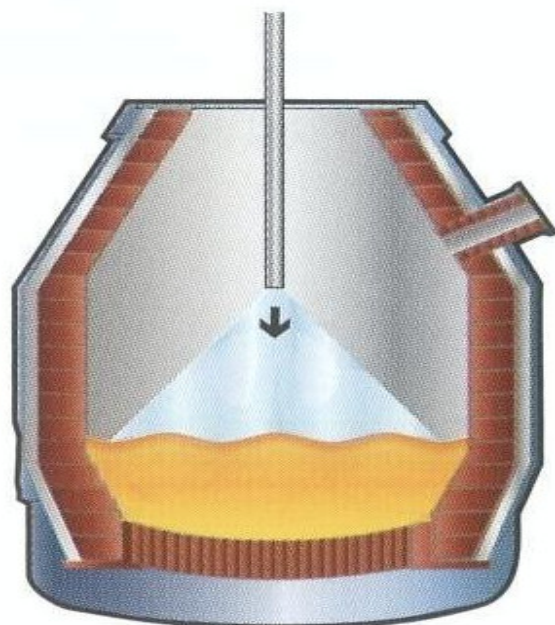
Efter att råjärnet har varit till svavelreningen förs det vidare till konvertern som finns på stålverket. I Koverhar finns det två stycken 55 tons konvertrar.

När råjärnet kommer från masugen har det en kolhalt på 4-5%, stålet har vanligtvis en kolhalt som är under 1% till och med 0,2% och för att få kolhalten lägre måste man färska råjärnet i konvertern. Vid färsningen bränner man bort överloppskolet med hjälp av syrgas som reagerar med kolet och bildar koloxid.

Färsningen kan ske med olika metoder. Man använder sig av LD-konverter, OBM-konverter och en kombinationskonverter som används i Koverhar och det är en blandning mellan LD- och OBM-konverter (*Teräskirja, 2009, s34*).

3.3.1 LD-konverter

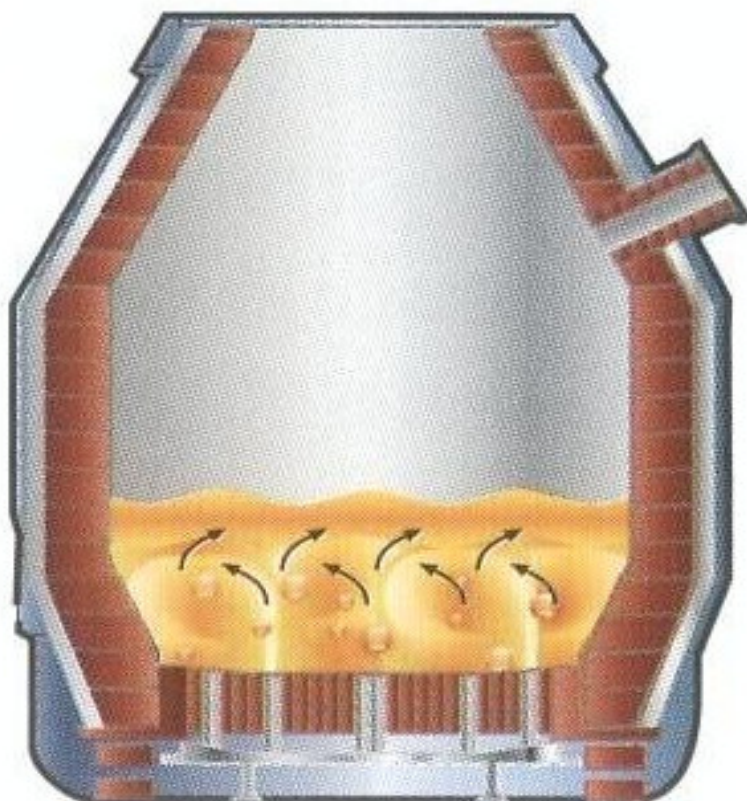
LD metoden har funnits sen 1950-talet och namnet kommer från de två österrikiska städerna Linz och Donawitz, där man kom på den här metoden. I LD-processen blåser man in syrgas uppifrån med hjälp av vattenkylda rör som kallas för lans. I lansens ända finns sex stycken hål som syrgasen kommer ut ifrån så att den sprids jämnt som en dusch, i figur 3 ser man en LD-konverter (*Teräskirja, 2009, s34*)



Figur 3: Bild över en LD-konverter (*Teräskirja, 2009, s34*).

3.3.2 OBM-konverter

OBM står för Oxygen – Bodenblasen – Maxhutte. Den här processen började man använda först 1976. I den här processen blåser man in en blandning av syrgas och argon i bottenet på konvertern via munstycken så som figur 4 visar. OBM-processen är ganska lika som LD-processen, men lite snabbare (Teräskirja, 2009, s34).



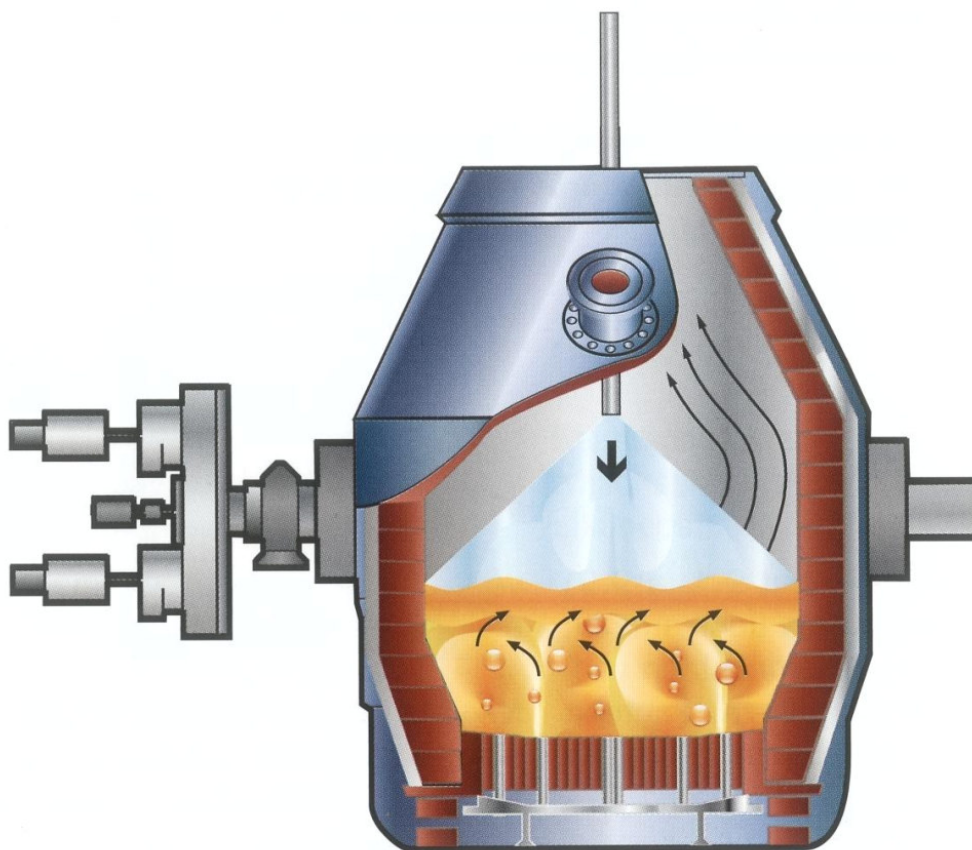
Figur 4: Bild över en OBM-konverter (Teräskirja, 2009, s34)

3.3.3 Kombinationsblåsning

Det finns både fördelar och nackdelar med LD- och OBM-konverterar, och därför har man börjat kombinera dem. En kombinationskonverter är uppbyggd som figur 5 visar. Det finns LD-konverterar som har munstycken i bottenet som på OBM-konvertern och så finns det OBM-konverterar med lans som blåser

uppifrån. I Koverhar använder man sig av en LD-konverter som har munstycken i bottenet (*Teräskirja, 2009, s35*).

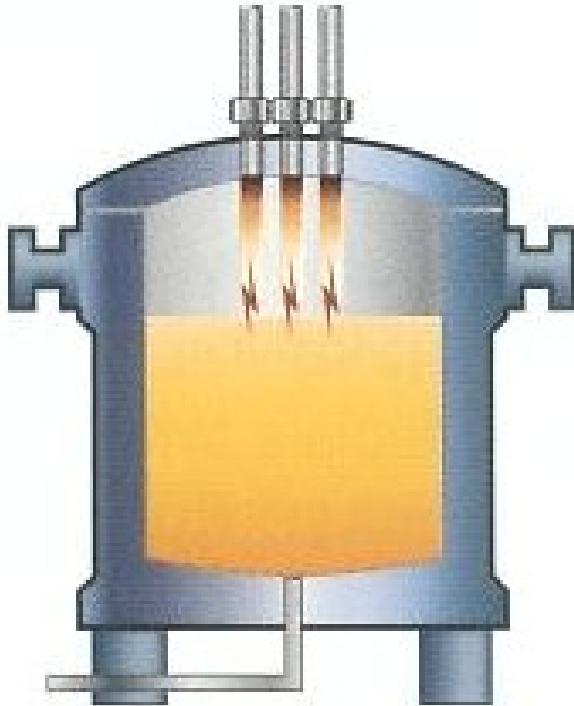
Vid charging av konvertern häller man i smält råjärn och skrot som skall kyla och sen lägger man ännu i bränt kalk. Vid färskningen har man en temperatur som rör sig runt 1400 – 1900 °C. Genom att sänka och höja på lanssen kan man påverka processens gång. När syrgasen blåses in i konvertern via lanssen blåser man med en hastighet som är två gånger snabbare än ljudets hastighet. Färskningen räcker ca. 20 minuter beroende på hur stor konvertern är (*Teräskirja, 2009, s35*).



Figur 5: Bild hur en kombinationskonverter är uppbyggd (Teräskirja, 2009, s35)

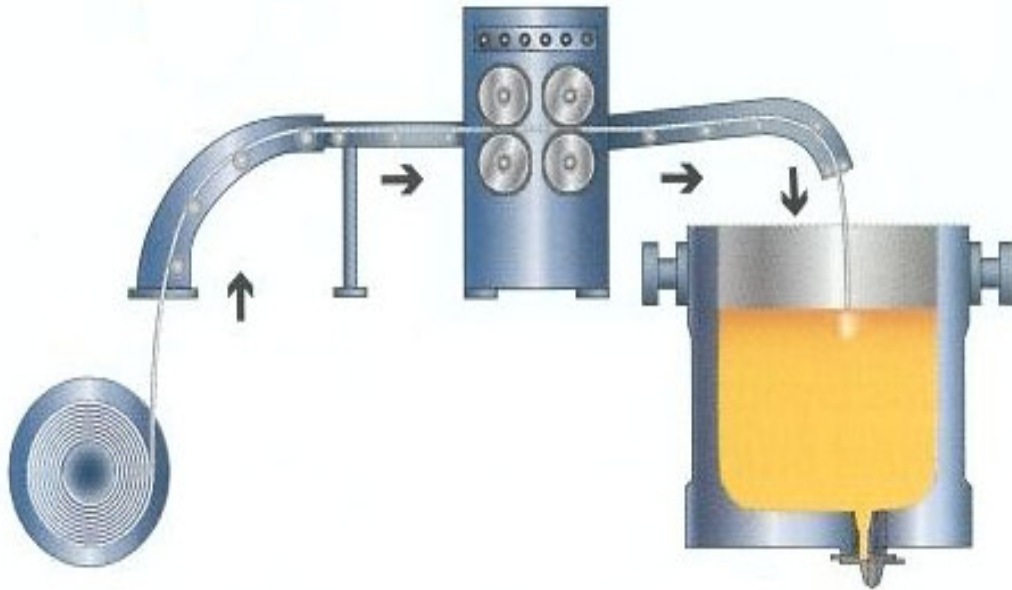
3.4 Skänkugnen

När blandningen är klar i konvertern håller man smältan i en skänk och för den vidare till skänkugnen. Vid skänkugnen justerar man dem sista egenskaperna i stålet. Man reglerar temperaturen och så kan man ändra på legeringen.



Figur 6: Skänkugn med tre elektroder (Teräskirja, 2009, s37)

Skänkugnen körs med tre stycken stora elektroder. Elektroderna värms upp med elström, dom har en spänning på ca. 170 volt och tar 20 000 A ström. Man kör ned ett lock på skänken så att värmen skall hållas och sedan kör man ned elektroderna i skänken, i figur 6 är en bild över skänkugnen. Man lägger också i olika legeringsämnen. Legeringsämnena ser ut som en tråd som man matar via ett rör ner i skänken som det syns i figur 7 (Teräskirja, 2009, s36).



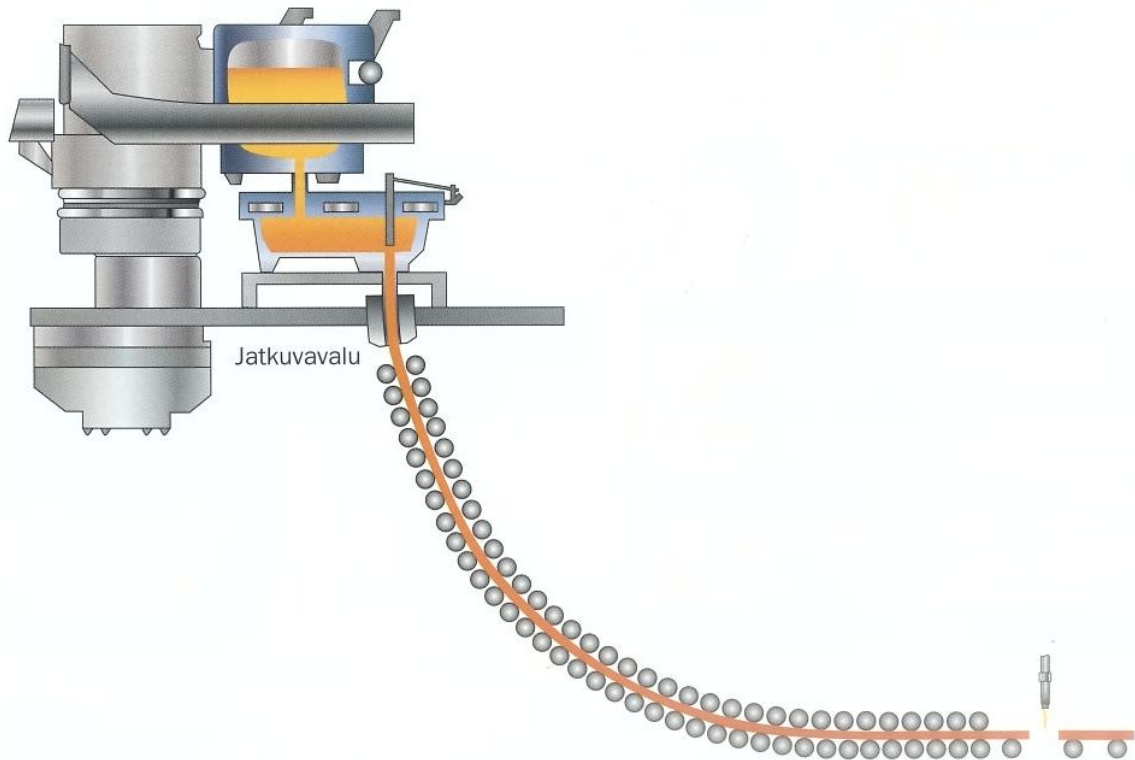
Figur 7: Legeringämnen förs ner i skänken som tråd och sen smälter dom (Teräskirja, 2009, s36)

Man använder också en bottenpolning som kommer in i skänkens botten och där kör man in gas som blandar om stålet så att legeringen smälter. När man gjort allt tar man prover som skickas till laboratoriet för att analysera stålets kvalitet. Är det bra förs skänken vidare till gjutning eller så måste man behandla stålet lite mer (Teräskirja, 2009, s45).

3.5 Stränggjutning

När processen är klar vid skänkungnen förs skänken till en gjutmaskin. Man lägger skänken på en ställning ovanför mellanskänken. Stålet rinner ner i mellanskänken och därifrån delar det ut stålet till fyra linjer. När stålet runnit genom mellanskänken far det till en kokill som är en spole som bestämmer formen på stålet. För att få ut stålet från kokillen använder man en kallstång som drar stålet från kokillen ner till dragmaskinerna och på vägen finns det en sekundärkyllning som kyler ner stålet så att det får en fast form. Efter dragmaskinerna kapar man stålet i rätt längder. Efter att man kapat stängerna som kallas för billets till rätt längder åker dem ut på en kylbädd. Kylbädden

vänder hela tiden på billetsen så att den inte krokmar. Från kylbädden åker billetsen vidare till billetshallen där man granskar att det inte är några fel på den och sen förs billetsen till lagring innan den transporteras vidare (Teräskirja, 2009, s46).



Figur 8: Bild över en gjutmaskin som gör billets (Teräskirja, 2009, s46)

3.6 Kraftverket

Kraftverket körs med en MAN-panna som är från år 1976. Pannan använder huvudsakligen masugns gasen som bränsle men man kan också köra den med brännolja. Brännoljan brukar man använda när man kör igång pannan. Vid start kör man först en stund med lätt brännolja och sen övergår man till tjock brännolja. Till slut börjar man köra den med masugns gasen. Pannans maxeffekt är 65 MW och ångan som produceras blir 470 °C och man får ångans tryck upp till 45 bar.

Från pannan kör man ångan vidare till två ångturbiner. Den ena ångturbinen är en English Electric 1969/1999 som driver en generator som producerar all el till Koverhar och den andra är en Siemens 1976/2008 som man använder till att blåsa blästerluften till masugnen.

Generatoren som producerar el har en maxeffekt på 14,5 MW. Den el man använder i Koverhar uppgår till ca. 7MW och det som är överlopps säljs ut till det vanliga elnätet som man sen köper till fabriken i Dalsbruk.

Innan masugnsgasen kommer till kraftverket går den via Lurgi som är ett elfilter som renar gasen från smuts och sen far den till pannan. Det finns också en gasklocka vid kraftverket som man använder till att hålla gastrycket jämnt.

På kraftverket sköter man också om annat än elen i Koverhar. Man förser hela Koverhar med kylvatten som kommer från olika pumpstationer. Det finns tre stycken kompressorer i kraftverket som ger ut tryckluft till fabriken och verkstäderna och all ånga som man använder till olika saker kommer från kraftverket. Man förser också nästan alla byggnader i Koverhar med fjärrvärme (Ovako, 2006).

4 Kylvattnets användning

Användningsområdet för Norrvikens vatten är ganska stort och det används på många olika platser i Koverhar. Det kommer ett vattenrör in till Koverhar som sen delar på sig så att det går en linje till en mellanpumpstation och en vidare till kraftverket och därifrån går det sen till en massa andra ställen. Från mellanpumpstationen går vattnet vidare till murningshallen där vattnet används till att blanda murbruk och till tackgjutmaskinen där det används till kylning när man gjuter tackor. Det finns också en brandpost där.

När vattnet kommer till kraftverket delas det ut till olika pumpar eller filter och sen far det ut till avdelningarna.

Det finns en linje som går via ett vattenmjukningsfilter som sen delar ut vattnet till fjärrvärmen som används på området och cowprarna som förvärmer luften som går till masugnen. Det går också till Stave-kylningsssystemet som används till att kyla masugnen och så går det till LD och TA till olika kylsystem.

Det finns också ett Dynasand-sandfilter och därifrån går vattnet vidare till TA:s mellanbassäng. Det går också till Scrubbern som är det nya systemet för att rengöra masugns gasen, men det är ännu inte i bruk.

På masugnen används också kylvatten till att kyla blästerformorna som blåser in blästerluft i masugnen. På LD används vattnet till att kyla rökgasernas kyltorn som kyler ner rökgaserna som kommer från konvertern när de håller i råjärn och skrot. Efter kyltornen går rökgaserna vidare till ett elfilter som renar rökgaserna och sen far dom ut i luften.

På TA används kylvattnet till gjutmaskinerna som lagar billets och till andra maskiner som används där.

På kraftverket används också en del av kylvattnet till att kyla olika maskiner och så används också Norrvikens vatten till brandposter som är utspridda runt om i fabriken. I bilaga 10 ser man ett schema över rördragningen för Norrvikens vatten i Koverhar.

5 Norrviken

Eftersom man producerar stål i Koverhar behövs det mycket värme och för att allt skall gå rätt till och det inte börjar brinna eller man förstör några maskiner måste man också använda sig av kylvatten. En stor del av kylvattnet som kommer till Koverhar kommer från pumpstationen som ligger i Norrviken. Från Koverhar till pumpstationen är det ungefär fem kilometer luftvägen.

5.1 Nuvarande system

Pumpstationen körs med tre stycken pumpar. En liten pump som drivs med en motor som är 37 kW, men den är sällan i användning, endast om det är några större produktionsstopp och man bara behöver vatten till brandposterna. Det finns en lite större pump som drivs med en motor som är 85 kW som används som reserv ifall den största pumpen stannar av någon orsak. Den största pumpen drivs med en 160 kW:s motor som man driver med en frekvensomvandlare. Frekvensomvandlaren är en gammal Sami 250 F380, som är installerad på 1980-talet och då var den redan använd några år. Om den största pumpens motor får några fel eller stannar av någon orsak så kopplar det automatiskt över till 85 kW:s motorn. Men den är för en aning för liten för att förse hela produktionen med vatten så man borde få den andra pumpen att fungera så fort som möjligt. Problemet är att för allt som skall styras i pumpstationen så måste man åka ut till den och åtgärda på plats. Det kommer heller ingen signal till Koverhar som meddelar om pumpen har stannat, så ibland märker dom inte genast att dom kör med reserpumpen.

5.2 Planering av nytt system

Styrningen till Norrvikens pumpstation skall placeras i kraftverket så att man kan köra den från kontrollrummet. Det finns från tidigare en styrning till en havsvattenpumpstation som man kör från kraftverkets kontrollrum. Den använder en Siemens CPS7-logik och om det ryms skulle man laga så att Norrvikens styrning skulle kopplas till samma logik.

Personalen på kraftverket hade som önskemål att de skulle kunna starta och stoppa de två större pumparna. Till den största pumpens motor, som körs med frekvensomvandlare ville de också kunna reglera på hastigheten så att de får olika tryck. Dessutom ville de ha möjlighet att köra pumparna manuellt eller på automat så att de själva ställer hastigheten på pumparna eller att man ställer in det tryck man vill ha och pumparnas hastighet automatiskt ställs in. Man borde

också kunna välja om man kör pumparna med fjärrstyrningen eller vid Norrviken.

För att veta om pumparna alls är igång fanns det önskemål om att det meddelar när pumparna är igång och ifall de av någon orsak stannar. För att kunna köra pumparna i automatläge behöver man också en tryckmätare vid Norrviken som man kan ställa in så att det kommer alarm om det är för högt eller lågt tryck i rören.

Från pumpgropen ville personalen ha en nivåmätning så att man vet att det finns vatten där och den skall också ge alarm om det är för mycket eller för lite vatten i gropen. Det finns också ett filter där som man vill ha information ifrån om det är igång eller om det är stockat. För att se vad som händer där ute, om det till exempel börjar brinna eller om det blir ett läckage i pumpstationen, ville de ha en kamera som filmar hela pumphuset.

För att få informationen från Norrviken till kraftverket och för att kunna styra pumparna skulle man använda sig av den signalkabel som är dragen mellan Norrviken och Koverhar, alternativt skulle man kunna laga systemet trådlöst. I Norrviken skulle man installera Siemens logik som kan ta emot och skicka signaler så att man kan styra pumparna.

5.3 Planerat systemet

När man skall starta pumparnas motorer måste man först välja om man skall köra med fjärrstyrningen från kraftverkets kontrollrum eller om det körs från Norrviken och vilken pump man vill använda. När man har valt det skall man göra den startklar och då meddelar logiken om huvudkontaktorn är på eller av och sen kan man trycka på start. När pumpen startar meddelar det via logiken att pumpen är igång. När man kör pumpen kan man välja om man vill köra den manuellt eller automatiskt, om man kör den manuellt ställer man hastigheten på pumparna själv tills man har det tryck man vill ha. Om man kör den automatiskt ger man det värde man vill ha på trycket och så sköter pumpen sig själv.

Eftersom det bara är den största pumpens motor som drivs med frekvensomvandlare är det den enda man kan ställa trycket på.

När man kör den pump som drivs med 160kW:s motorn och den av någon orsak skulle stanna så meddelar logiken att den har stannat och då startar den pump som drivs med 85kW:s motor.

Ritningarna över systemet finns i bilaga 1 – 9. Bilaga 1 är ritning över kabeldragningen mellan centralerna och motorerna. Bilaga 2 – 6 är ritningar över kretschemata för motorerna, frekvensomvandlaren och logiken. Bilaga 7 – 9 är ritningar över spänningsmatning till logikkorten.

6 Växelströmsmotor

Redan så tidigt som år 1833 konstruerades den första elmotorn som var en likströmsmotor. 1889 byggde man den första växelströmsmotorn. Växelströmsmotorn är enklare och robustrare än likströmsmotorn. Växelströmsmotorn är byggd för konstant varvtal och -moment därför gick det inte att använda den till alla anläggningar.

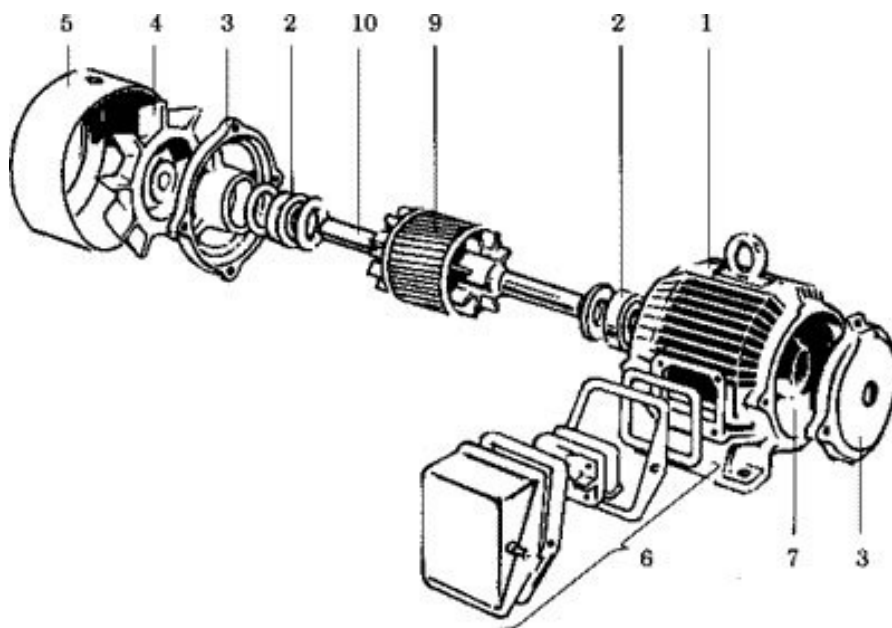
Växelströmsmotorn fungerar som en elektromagnetisk energiomvandlare. Den omvandlar den elektriska energin till mekanisk energi med elektromagnetisk induktion. Elektromagnetisk induktion fungerar med en ledare som går genom ett magnetfält där det induceras en spänning. Om ledaren utgör en del av en sluten krets kommer det att gå en ström i den. I motorn används elektromagnetisk induktion men det fungerar tvärtom. Man placerar en strömförande ledare i ett magnetfält och då kommer ledaren att påverkas av en kraft som försöker dra den ut ur magnetfältet och då börjar den snurra.

I en motor produceras magnetfältet av den stillastående delen som kallas för stator. Ledaren som påverkas av de elektromagnetiska krafterna är i den roterande delen i motorn som kallas för rotor. När statorn får ström bildar den ett magnetfält som gör att rotorn börjar rotera.

Det finns flera olika växelströmsmotorer, men den vanligaste är den trefasiga kortslutna asynkronmotor. (Danfoss, 1992, s.11).

6.1 Asynkronmotor

Den motor som används mest är asynkronmotorn. Den är uppbyggd på ett sådant sätt att den inte behöver så mycket underhåll och så är den standardiserad så det är lätt att få tag på reservdelar. Det finns olika typer av asynkronmotorn men dom har alla samma grundprincip. I figur 10 ser man hur asynkronmotorn är uppbyggd. Statorn och rotorn är de två huvuddelarna i asynkronmotorn (Danfoss, 1992, s.14).



Figur 10: Asynkronmotorns uppbyggnad. 1: Statorhus, 2: Kullager, 3: Lagersköld, 4: Fläkt, 5: Fläktskydd, 6: Kopplingsdosa, 7: Järnkärna, 9:Rotor, 10: Axel (Drivteknik.nu).

6.1.1 Stator

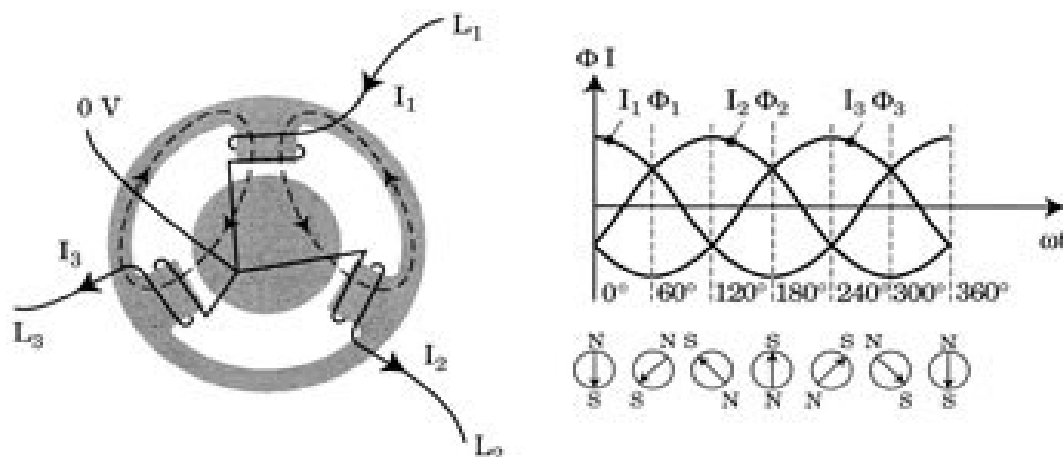
Statorn är den del som är stilla i motorn. Statorn består av ett statorhus som man sen lägger rotorn in i. För att rotorn ska kunna snurra inne i statorhuset har man kullager i rotorns axel och för att lagren ska hållas på plats lägger man en kåpa i båda ändarna av motorn som tätar statorhuset och så har de lagerhållare. I ena ändan av motorn kommer det en fläkt som kyler motorn och ett skydd för fläkten. På sidan av motorn finns en kopplingdosa där man kopplar fast matningen till motorn. Inne i statorhuset finns en järnkärna som består av tunna järnplåtar. I järnkärnan finns det utstansade spår där de tre faslindningarna är fästa.

Faslindningarna är ett visst antal spolar. Antalet spolar beror på vilket poltal man vill ha på motorn. Beroende på vilket poltal man har i motorn snurrar den en viss hastighet, till exempel om man har en 2-polig motor så har den ett varvtal på 3000 rpm och har man större poltal så minskar hastigheten (Danfoss, 1992, s.14).

6.1.2 Magnetfält

Mellan rotorn och statorn finns ett roterande magnetfält. Om man kopplar en av faslindningarna till nätets ena fas så induceras ett magnetfält. Magnetfältets placering i statorkärnan är fast, men riktningen växlar. Hastigheten och riktningen ändras beroende på vilken frekvens man har. Om man har en frekvens på 50Hz så skiftar fältets riktning 50 gånger per sekund (Danfoss, 1992, s.16).

Om man har två faslindningar samtidigt anslutna till var sin fas så uppstår det två magnetfält i statorkärnan. Om man har en två-polig motor blir det ena fältet förskjutet med 120 grader i förhållande till det andra fältet. På grund av det här uppstår det ett magnetfält som roterar i statorn. Fältet är osymmetriskt så motorn fungerar ännu inte, utan när man kopplar in den tredje faslindningen till nätets tredje fas får man ett symmetriskt magnetfält (Danfoss, 1992, s.16).



Figur 11: Statorns magnetfält och sinuskurvor som visar fasförskjutningen (Drivteknik.nu).

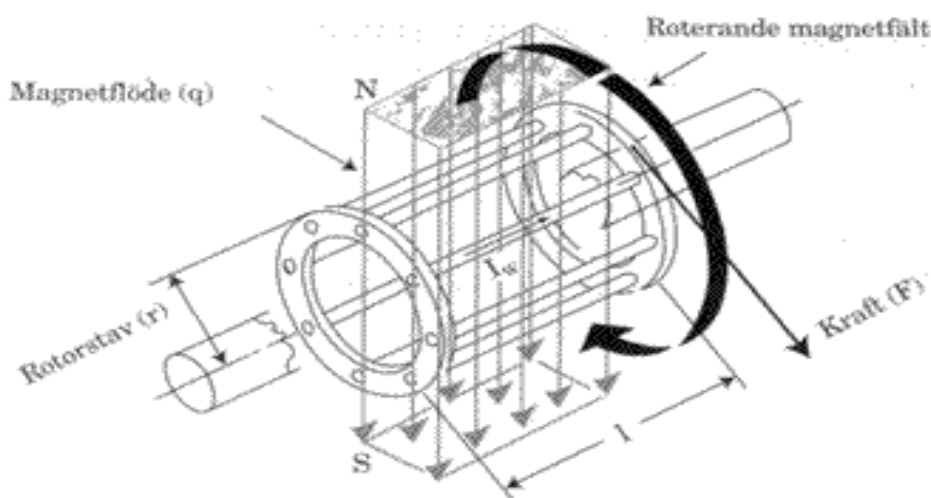
När man har alla tre faslindningar anslutna till trefasnätet uppstår det tre stycken magnetfält i statorkärnan. Tidsmässigt är alla tre faser förskjutna 120 grader i förhållande till varandra. I figur 11 ser man en stator som är inkopplad till tre olika faser och en sinuskurva som visar hur de tre faserna är förskjutna i förhållande till varandra.

Motorns hastighet kan man påverka beroende på vilket pöltal man har eller så kan man också ändra på nätets frekvens (Danfoss, 1992, s.17).

6.1.3 Rotor

Rotorn är monterad på motorns axel som figur 13 visar. Det finns olika modeller av en rotor. Man kan ha en släprings- eller en kortsluten rotor. Skillnaden på släprings- och kortsluten rotor är hur lindningarna är.

Släpringsrotorns lindningar består av spolar, precis som statorn. Det finns en spole för varje fas som är ansluten till släpningarna (Danfoss, 1992, s.18).

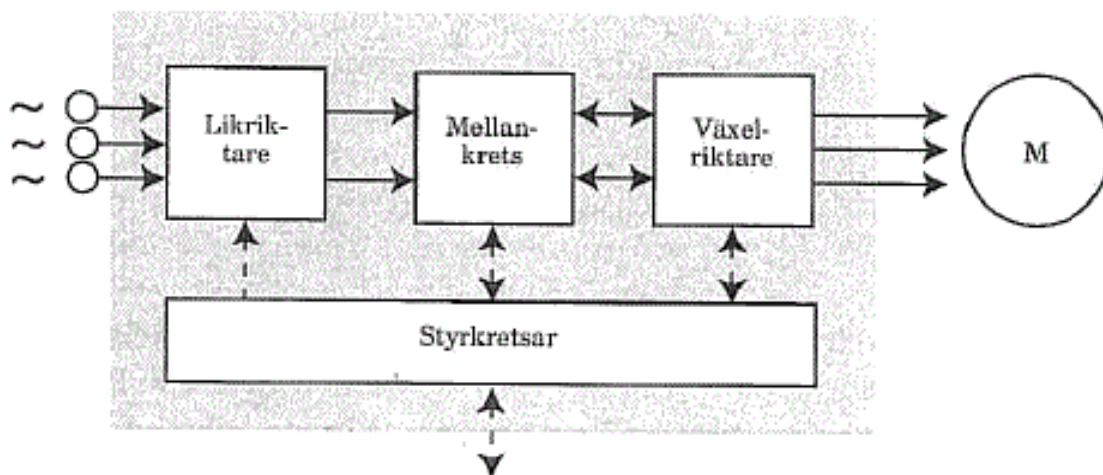


Figur 12: Kortslotenrotors uppbyggnad (Drivteknik.nu).

Kortsloten rotor består av aluminiumstavar som är korstlutna i var ända med en aluminiumring. Den kortslutna rotorns konstruktion kallas för burlidning för att den ser ut som en bur som figur 12 visar. Den kortslutna rotorn är den vanligaste typen av rotor. Om man placerar rotorn in i statorhuset kommer den att påverkas av magnetfältets kraft och då börjar rotorn att snurra (Danfoss, 1992, s.18).

7 Frekvensomvandlare

De första frekvensomvandlare kom i slutet av 1960-talet, men sedan dess har de utvecklats mycket. Tack vare den stora utvecklingen inom mikroprocessor- och halvledartekniken har man kunnat göra stora förändringar på frekvensomvandlaren, men själva grundprincipen är den samma. En frekvensomvandlare används till att styra elmotorer. Man kan ändra hastigheten på en motor med en frekvensomvandlare och så tar den emot signaler från logikkretsar som ger signal när den till exempel skall starta eller stanna en motor. En frekvensomvandlare är också bra för att spara på elkostnaderna. En frekvensomvandlare kan delas upp i fyra delar som figur 13 visar (Danfoss, 1992, s.43).



Figur 13: Frekvensomvandlarens principschema (Drivteknik.nu).

Till likriktaren kommer det trefas-växelspänning från nätet och sen far det ut en pulserande likspänning.

Det finns tre typer av mellankretsar. Den ena typen omvandlar likriktarens spänning till likström. I den andra mellankretsen stabiliserar man den pulserande likspänningen och sen far den vidare till växelriktaren. I den tredje mellankretsen omvandlas den konstanta likspänningen som kommer från likriktaren till en variabel spänning.

I växelriktaren styr man motorspänningens frekvens. I växelriktaren kan man också omvandla den konstanta likspänningen till en variabel spänning.

Från styrkretsen ger man signaler till likriktaren, mellankretsen och växelriktaren (Danfoss, 1992, s.43).

7.1 Likriktare

Likriktaren används till att omvandla växelström till likström. Växelström som även kallas AC är det som vi har i våra elnät. Likström som kallas för DC används till exempel i tv:n och datorer och andra apparater. Frekvensomvandlarens likriktare är uppbyggd av dioder eller thyristorer och så kan den också vara uppbyggd av båda.

Om likriktaren är uppbyggd av dioder kallar man den för ostyrd likriktare. Har man en likriktare som är uppbyggd av tyristorer kallas den för helstyrd likriktare. Om man har en likriktare som består av både dioder och tyristorer kallas den för halvstyrd likriktare men den är inte så vanlig i en frekvensomvandlare (Danfoss, 1992, s.45).

7.1.1 Ostyrd likriktare

En ostyrd likriktare är uppbyggd av sex stycken dioder. Dioden låter strömmen fara i endast en riktning, från anod till katod. Anod är den ända på dioden där strömmen kommer in och katod är andra ändan där strömmen far ut (Danfoss, 1992, s.45).

7.1.2 Helstyrd likriktare

I en helstyrd likriktare använder man tyristorer i stället för dioder. En tyristor fungerar liksom dioden så att strömmen far bara en väg igenom den, men den har ännu en tredje anslutning som kallas för gate. Till gaten skall man ge en signal som gör att tyristorn öppnar och sen först far strömmen igenom. När tyristorn börjat släppa igenom strömmen kan man inte stänga den genom att ge en ny signal, den stängs först när det inte far någon ström igenom den (Danfoss, 1992, s.47).

7.2 Mellankrets

Mellankretsen är som ett lager varifrån motorn kan hämta sin energi. En mellankrets kan vara uppbyggd på två olika sätt. Vilken typ av mellankrets man använder beror på vilken typ av likriktare och växelriktare den skall kombineras med.

Den ena mellankretsen har en mycket stor spole. Den här typen använder man med styrdlikriktare. Man omvandlar den variabla spänningen som kommer från likriktaren till variabel likström.

Man kan också ha ett filter i en mellankrets som består av en spole och en kondensator. Den här mellankretsen kan man använda till båda typerna av likriktare.

Man filtrerar den pulserande likspänningen som kommer från likriktaren. Om man har en styrd likriktare håller man spänningen konstant vid en given frekvens. Spänningen som far vidare till växelriktaren är en ren likspänning som har en variabel amplitud.

Om man har en ostyrd likriktare blir det en likspänning på växelriktarens ingång som har en konstant amplitud (Danfoss, 1992, s.49).

7.3 Växelriktare

Växelriktaren är den sista delen i en frekvensomvandlare före motorn. Det är också här som man gör den sista anpassningen av utgångsspänningen. En frekvensomvandlare sørjer för goda driftförhållanden över hela reglerområdet genom att den anpassar utgångsspänningen till förhållande med den belastning motorn använder.

Växelriktaren skall göra så att matningen till motorn alltid är växelström. Växelriktaren har olika funktioner. Om man har en variabel ström eller spänning till växelriktaren skall den bara bidra med frekvens. Om man har en konstant spänning skall växelriktaren ge ut både frekvens och amplitud (Danfoss, 1992, s.51).

7.4 Styrkrets

Styrkretsen är den fjärde delen i frekvensomvandlaren. Styrkretsen har två uppgifter. Den skall styra likriktaren, mellankretsen och växelriktaren. Den skall också ta emot signal från till exempel en dator eller logikkrets och så skall den skicka signaler tillbaka. I styrkretsen kan man också ställa in olika parametrar

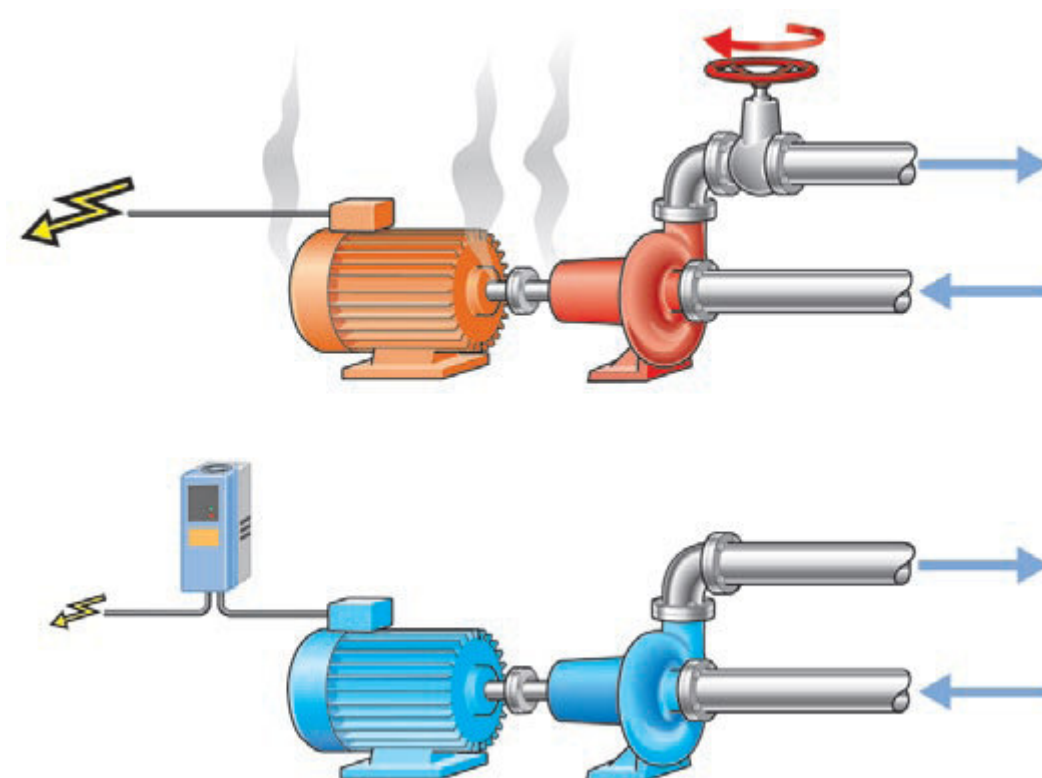
så att frekvensomvandlaren skall kunna köra motorn så den är så effektiv som möjligt.

7.5 Val av frekvensomvandlare

När man skall välja hurdan frekvensomvandlare man skall ha måste man först fundera på till vad man skall använda den och hurdan motor man har. Det finns olika sätt att välja frekvensomvandlare, men det lättaste är om man vet hur mycket ström motorn förbrukar. Om man har en trefasmotor som förbrukar 15,5A vid full belastning så tar man en frekvensomvandlare som har en maximal kontinuerlig utgångsström som är större eller lika med 15,5A. Man skall inte ta en frekvensomvandlare som har mindre utgångsström än motorns ström vid maxbelastning, men en som har lite mera går bra (Danfoss, 1992, s.83).

7.6 Effektivisering med frekvensomvandlare

Man kan reglera vattenflödet från en pump på många olika sätt, men alla är inte så bra och effektiva. Det bästa sättet att reglera en pump är att ha en frekvensomvadlare som man kan ställa hastigheten på motorn med. Man kan också använda sig av olika spjäll och strypdon till att reglera vattenflödet med, men dom är inte alltid så bra. I figur 14 ser man exempel på hur det ser ut man driver pumpens motor med frekvensomvandlare och om man stryper vattenflödet från pumpen (Energieffektivitet, 2008).

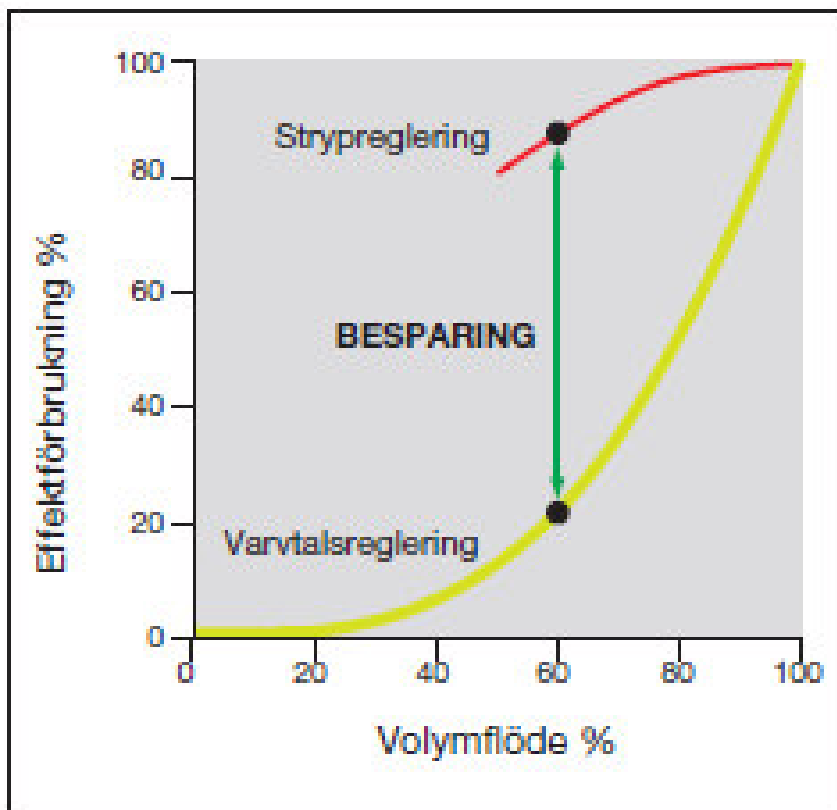


Figur 14: Exmpel på en pump som körs med frekvensomvandler och en pump som man stryper vattenflödet med en ventil (Energieffektivitet, 2008).

Om man ställer vattenflödet genom att strypa det går motorn som driver pumpen tungt för att det är för mycket belastning på den. När motorn är överbelastad går den varm och livslängden förkortas.

Om man istället driver pumpens motor med en frekvensomvandlare kan man ändra hastigheten på hur snabbt motorn snurrar. Vill man minska vattenflödet sänker man bara hastigheten på motorn med frekvensomvandlaren och motorn går långsammare och det blir ingen extra belastning på motorn när man inte behöver strypa vattenflödet med ventiler. Tack vare att man har en frekvensomvandlare istället för ventiler är motorn inte överbelastad och motorns livslängd blir mycket längre än om man skulle använda ventiller. Dessutom sparar man mycket energikostnader med frekvensomvandlare, när man sänker hastigheten på motorn drar den också mindre ström. Man kan spara upp till 70% energi om man använder sig av en frekvensomvandlare. I figur 15 ser man ett exempel på hur mycket energi man sparar med att använda

frekvensomvandlare istället för ventiler och andra strypdon (Energieffektivitet, 2008).



Figur 15: Exempel över hur mycket energi man sparar med frekvensomvandlare gjord med strypreglering (Energieffektivitet, 2008).

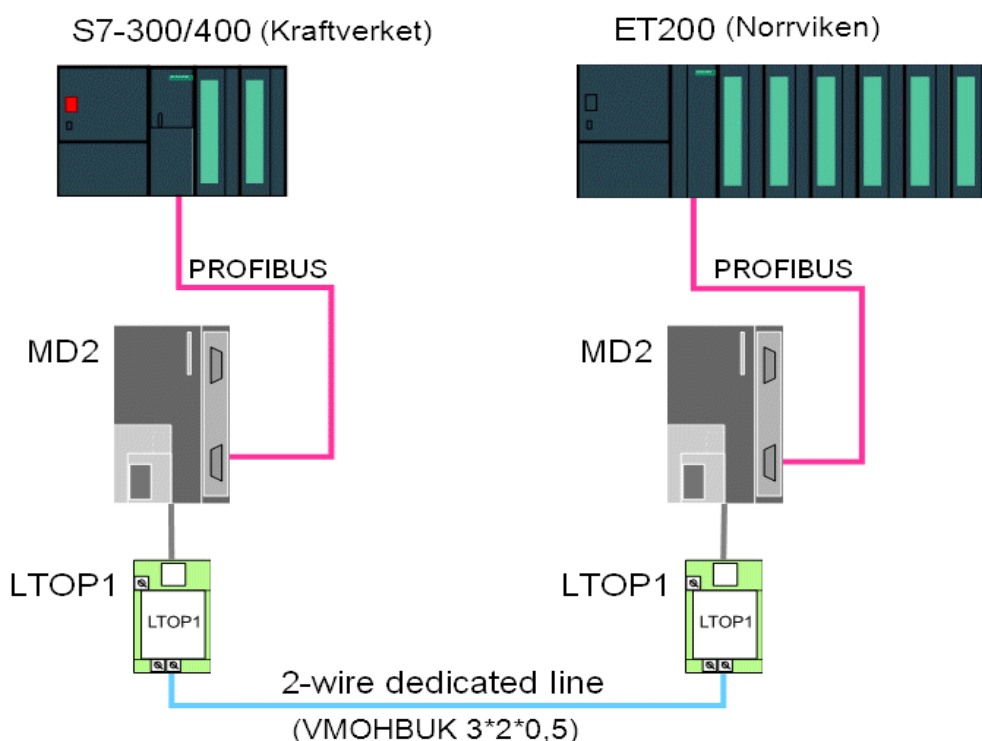
Om man tar som exempel att man har en trefas 3 kW-motor, och har motorn direkt kopplad till nätet, så har den en förbrukning på 39 420 kWh under femton år och energikostnaderna skulle vara 9 cent/kWh. Då skulle den kosta 35 478 euro. Men om man har en som drivs med frekvensomvandlare skulle den förbruka 275 940 kWh på femton år och då skulle den kosta 24 834 euro. På femton år sparar man in 118 260 kWh som motsvarar 10 643 euro. Om man ser på det här exemplet sparar man in ganska mycket pengar och energi med en frekvensomvandlare (Energieffektivitet, 2008).

8 Överföring av signal med kabel eller trådlöst

Eftersom det redan finns en kabel som är dragen mellan Norrviken och Koverhar skulle det vara ganska lätt att använda den, men den är några hundra meter för kort och det är lite oklart om den är tillräckligt grov. Jag har varit i kontakt med Siemens som tillverkar olika logikkretsar och håller på med programmering och de gav några alternativ som man skulle kunna använda sig av.

8.1 Kabel

Om man skulle använda kabel till att fjärrstyra pumparnas motorer med föreslog Siemens att man skulle använda MD2-modem och LTOP1-linjetransformatorer som går att koppla ihop med Siemens S7-logiker och koppla det som figur 16 visar.



Figur 16: Överföring av signal med hjälp av profibus och MD2 modem (Siemens industry automation and drive technologies product support, 2006)

Skulle man använda de här komponenterna skulle det vara uppbyggt så att man skulle ha det i krafverket där vi har Siemens S7-logik som styr en annan pumpstation också, men man skulle kunna bygga ut logiken lite så att man skulle använda samma dataskärm till båda pumpstationerna. Från den här logiken skulle man ha en profibus-kabel till MD2-modemet och från modemet skulle det gå vidare till LTOP1-linjetransformatorn (Siemens industry automation and drive technologies product support, 2006).

Till LTOP1 linjetransformatorn skulle man koppla den kabel som är dragen mellan Koverhar och Norrviken och sen skulle man ha ett likadant system i Norrviken som tar emot signalen, så att man kopplar in kabeln till LTOP1-linjetransformatorn och sen går det en kabel mellan MD2-modemet och från modemet till Siemens S7-logiken med profibus och sen är logiken och styr pumparna (Siemens industry automation and drive technologies product support, 2006).

Om man skulle koppla upp det så här så kan man överföra signalerna upp till 20 km om man använder en kabel som har en area som är 1.5 mm^2 . Om man använder en mindre kabel minskar avståndet och det kan bli problem eftersom den kabel som är dragen mellan Koverhar och Norrviken är $0,5 \text{ mm}^2$. Det är möjligt att den inte räcker till (Siemens industry automation and drive technologies product support, 2006).

MD2-modemet tar emot profibussignalen och omvandlar den så att man kan skicka den vidare med telefonkabel, men det går inte att göra det i ett vanligt telefonnät. När signalen kommer från modemet far den till LTOP1 som står för Line Transformer with Overvoltage Protection och det betyder Linje Transformator med Överspänningsskydd. LTOP1 kopplas fast i MD2-modemet och i telefonkabeln som går till Norrviken. Man använder LTOP1 för att skydda mot blixtar och andra överspänningar så att risken blir mindre att logikkorten går sönder (Sinaut ST7 line transformer with overvoltage protection LTOP, 2002).

8.2 Trådlöst

Om man lagar trådlös fjärrstyrning rekommenderade Siemens att man skall kontakta Satel. På Satel gav de som förslag att man skulle kunna använda Sateline Easy UHF-radiomodem som visas i figur 17.



Figur 17: Sateline trådlösa UHF modem (Sateline-easy)

Om man skulle använda det här modemmet skulle man placera sändaren på kraftverket och då skulle man kunna ha det 25-30 meter ovanför vattenytan. I Norrviken skulle man kunna få det i en stolpe och det skulle vara ca. 15 meter från vattennivån, så det skulle komma ganska högt upp och då finns det en stor chans att det skulle funka. Om man ser på kartan är det bara ett berg som lite kan komma i vägen, men det borde inte vara några andra hinder på vägen. För att vara säker på att det fungerar har Satel utrustning som de kan mäta med för att se om det skulle fungera eller om det är för mycket berg och skog i vägen (Sateline-easy).

Om de här modemerna klarar av att skicka signalen mellan Koverhar och Norrviken skulle det vara det bästa och billigaste alternativet. Som man ser på kartan i figur 18 är det inte mycket skog som borde vara i vägen men det finns ett berg brevid pumpstationen som kan vara ivägen för signalen.



Figur 18: Karta över Lappvik som man ser hurudan terräng det är mellan Koverhar och Norrviken (Eniro)

Om man skall använda kabeln måste den först skarvas och så måste den grävas ca. 100 – 200 meter och det kostar mera än att köpa Sateline UHF-modemena.

9 Slutsats

Målet med detta examensarbete var att planera ett fjärrstyrt system till Norrvikens pumpstation. Efter många timmars planerande och ritande fick jag slutligen ihop ritningar med ett system som man skulle kunna använda. Den största frågan under arbetets gång har varit om man skall styra systemet trådlöst eller om man skall använda den kabel som redan finns. Det enklaste sättet skulle vara att laga trådlöst eftersom kabeln som finns måste skarvas på grund av att den är några hundra meter för kort.

För att spara på energikostnaderna borde man också byta ut den gamla frekvensomvandlaren som finns i Norrviken och eventuellt skulle man också kunna byta ut motorn som driver den största pumpen till en mer energisnål motor.

Källförteckning

Danfoss A/S.1992. Värt att veta om frekvensomformare. Augustenborg: Als Offset

Drivteknik.nu, 2009. Hämtad 24.2.2011. Tillgänglig:
<http://www.drivteknik.nu/skolan/motor/asynchromotor>

Drivteknik.nu, 2009. Hämtad 24.2.2011. Tillgänglig:
<http://www.drivteknik.nu/skolan/skola-omriktare>

Energieffektivitet...med varvtalsreglerade drivanordning med frekvensomformare, 2008. Hämtad: 24.2.2011. Tillgänglig:
http://www.buildingexperts.info/uploads/tx_clbuildingexperts/paper/CL-VFD-0808-sw.pdf

Eniro. Hämtad 4.3.2011. Tillgänglig: <http://kartat.eniro.fi/>

Lundqvist, G. 2001. Koverhars tillblivelse och tid som järnverk. Ekenäs: Ekenäs Tryckeri Ab.

Ovako Intern information, 2003. Ovako Wire Oy Koverhar. Hämtad: 7.7.2010. Tillgänglig: Koverhars intranet.

Satellite-easy. Hämtad 20.2.2011. Tillgänglig:
<http://www.satel.com/products/satellite/satellite-uhf-radio-modems/89/SATELLINE-EASy>

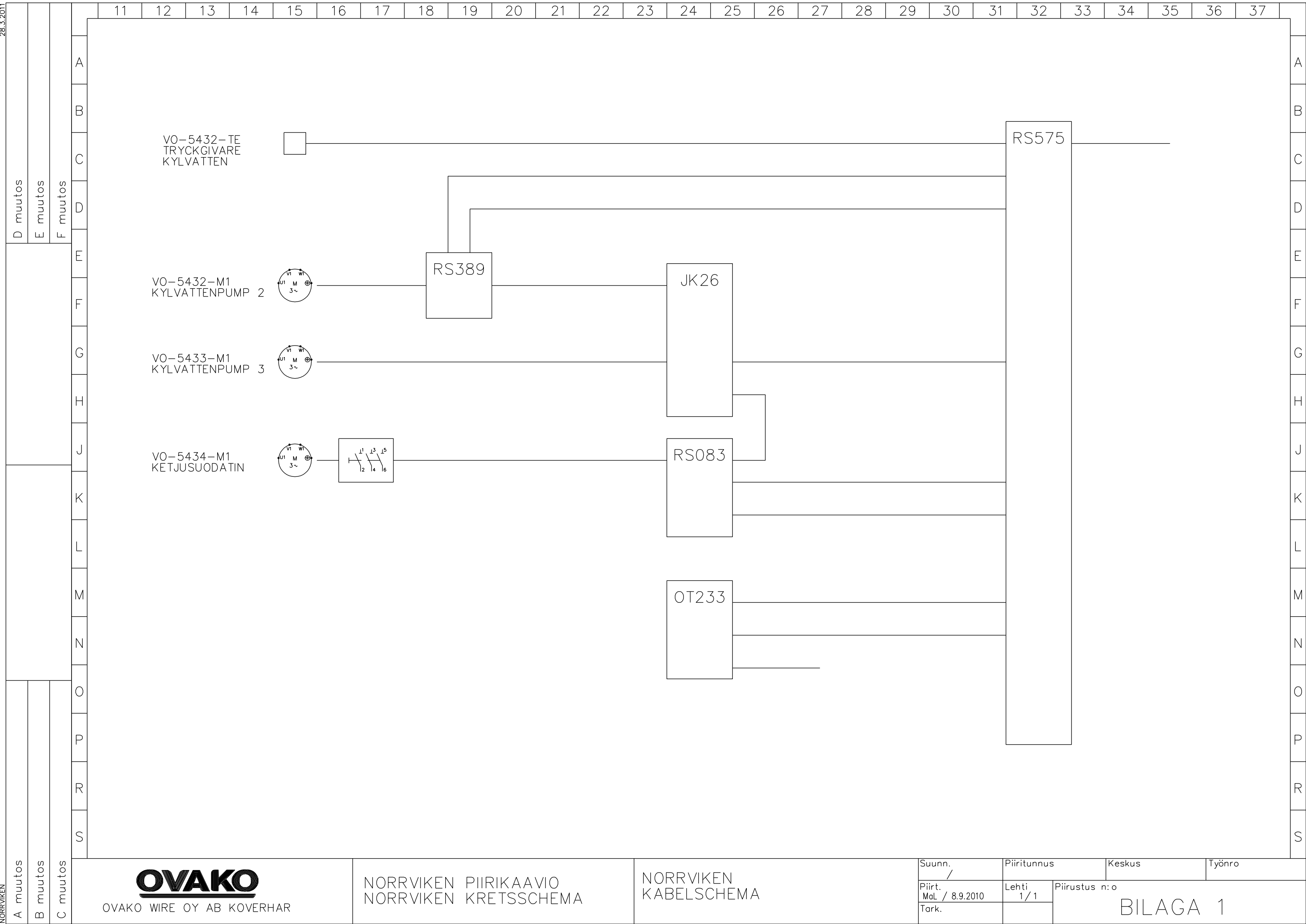
Siemens industry automation and drive technologies product support, 2006. Hämtad 15.2.2010. Tillgänglig:
<http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=29491432&caller=view>

Sinaut ST7 line transformer with overvoltage protection LTOP, 2002. Hämtad 6.2.2010. Tillgänglig:
http://cache.automation.siemens.com/dnl/jg0MDA1OQAA_19993350_HB/ltopdescription_e.pdf

Suomalaiset juuret. 2011. Hämtad 25.1.2010. Tillgänglig:

<http://www.abb.fi/cawp/fiabb251/4c7fb86040626fd9c2256b2000427c68.aspx>

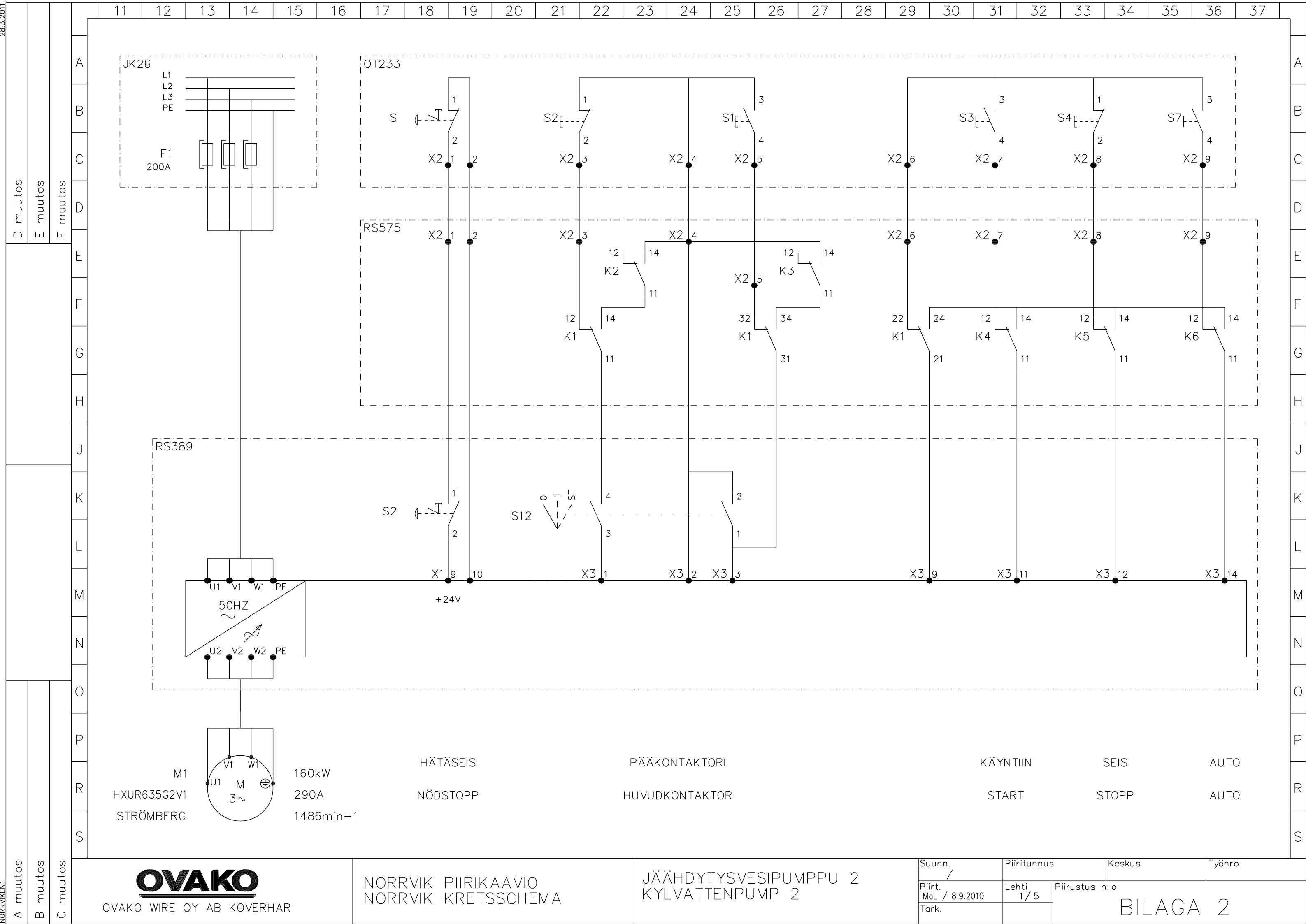
Teräskirja, 2009. Metallinjalostajat. Tamerfors: Esa print Oy



28.3.201
 NORRVIKEN
 A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos
 E muutos
 F muutos

11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37
 A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H
 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 R
 S

A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H
 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 R
 S



D muutos
E muutos
F muutos

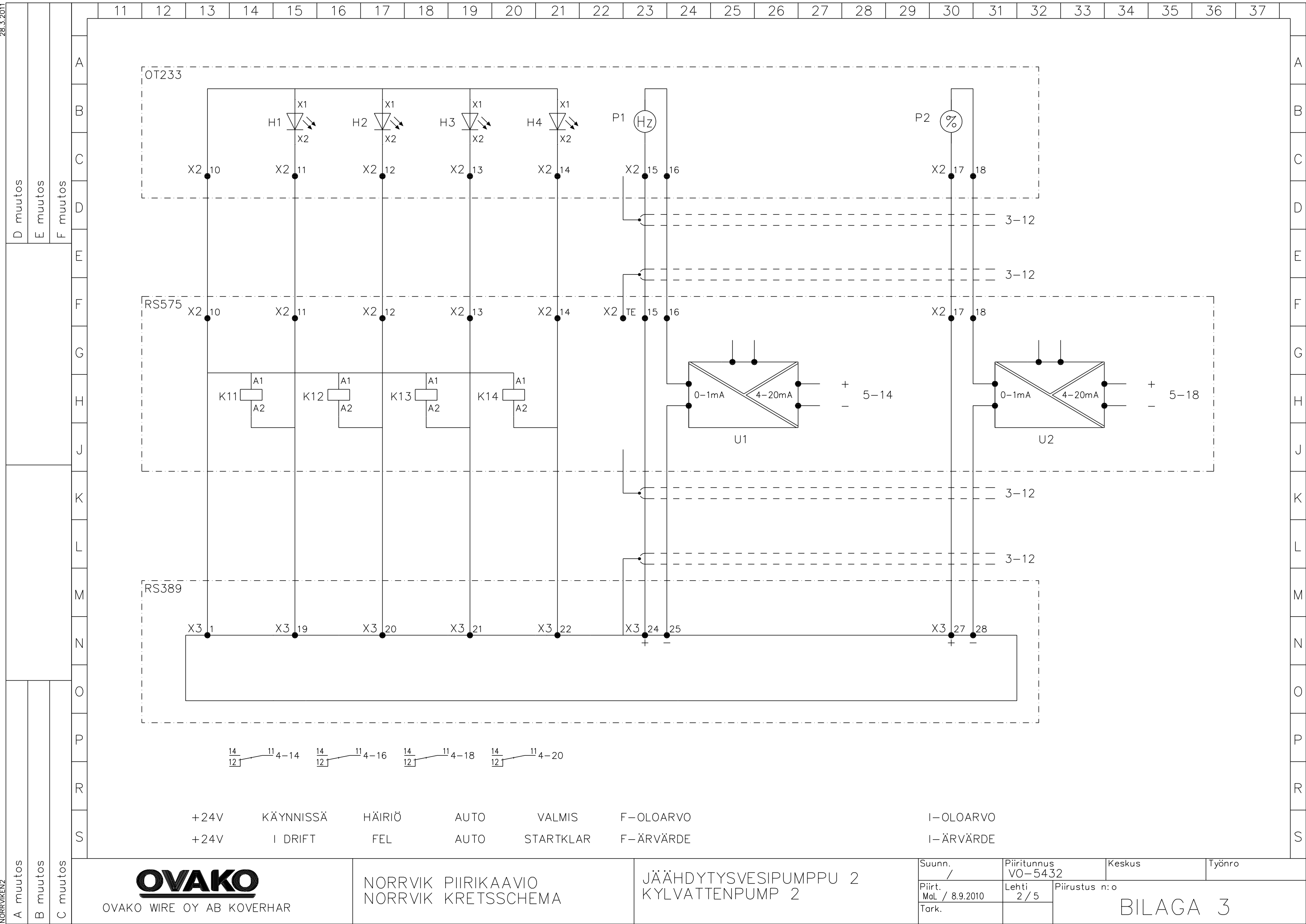
A muutos
B muutos
C muutos

M1
HXUR635G2V1
STRÖMBERG
160kW
290A
1486min-1

HÄTÄSEIS
NÖDSTOPP

PÄÄKONTAKTORI
HUVUDKONTAKTOR

KÄYNTIIN
START
SEIS
STOPP
AUTO
AUTO



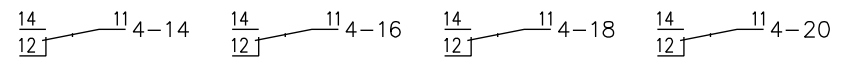
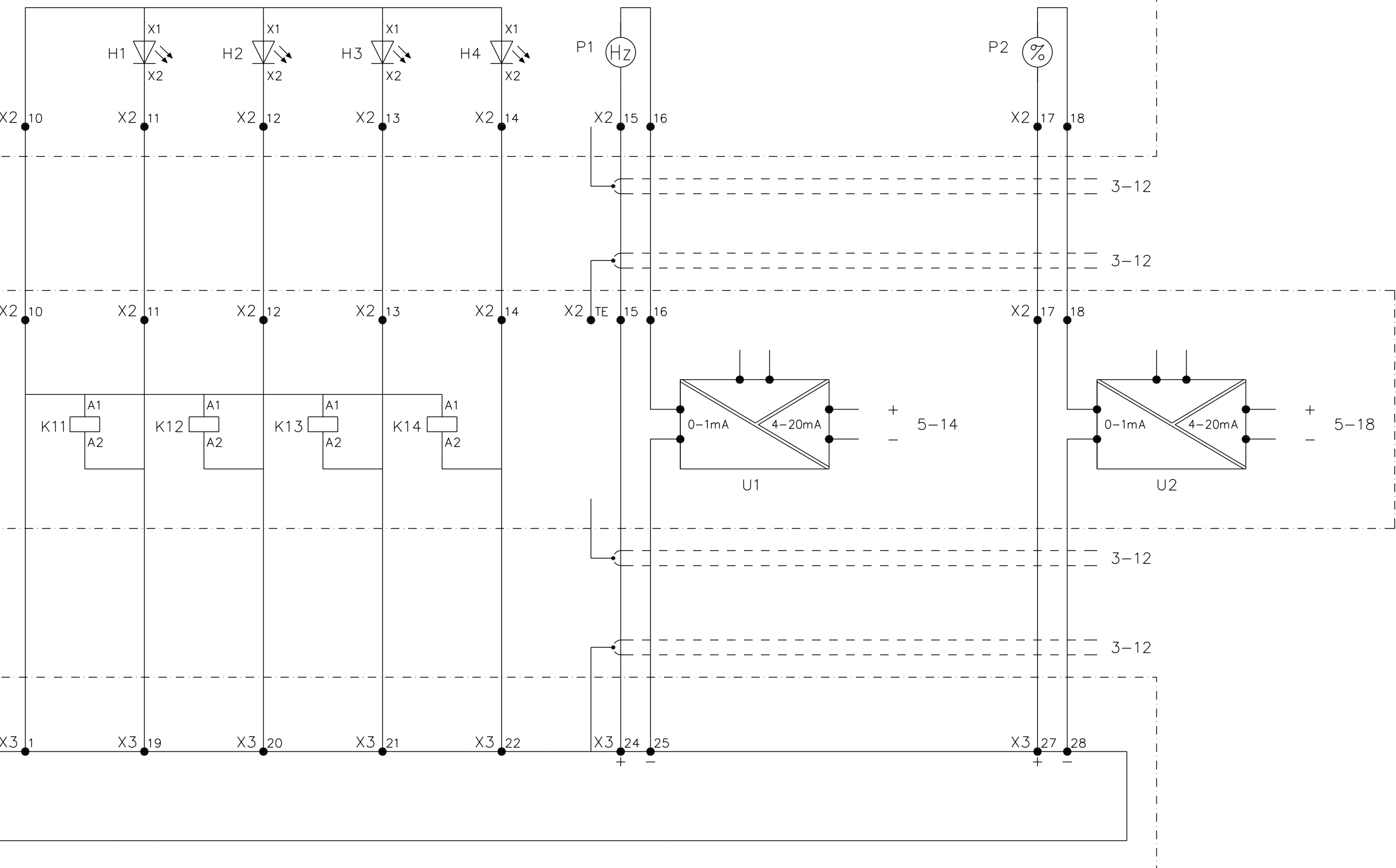
D muutos
E muutos
F muutos

A muutos
B muutos
C muutos

OT233

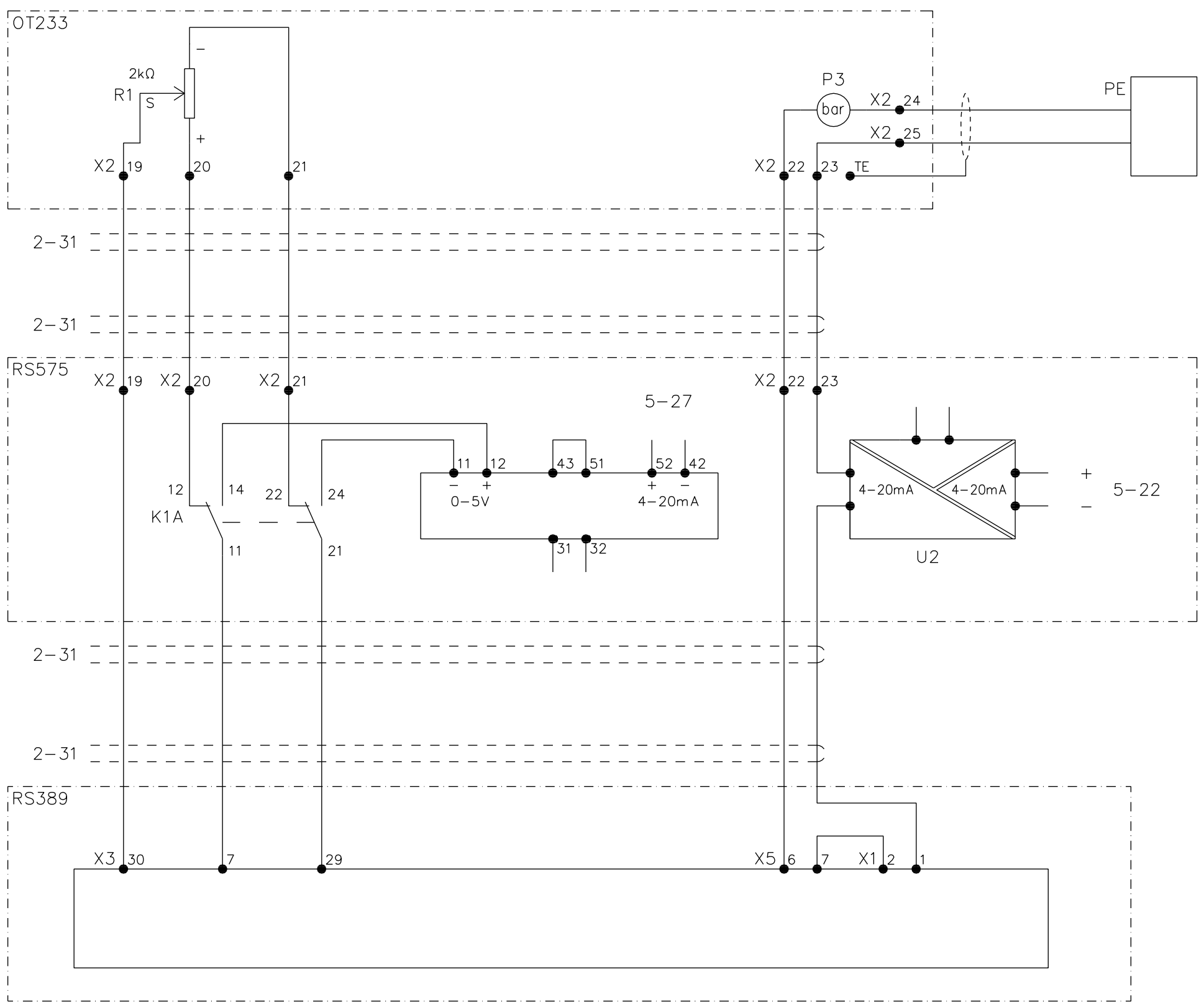
RS575

RS389



+24V KÄYNNISSÄ HÄIRIÖ AUTO VALMIS F-OLOARVO I-OLOARVO
+24V I DRIFT FEL AUTO STARTKLAR F-ÄRVÄRDE I-ÄRVÄRDE

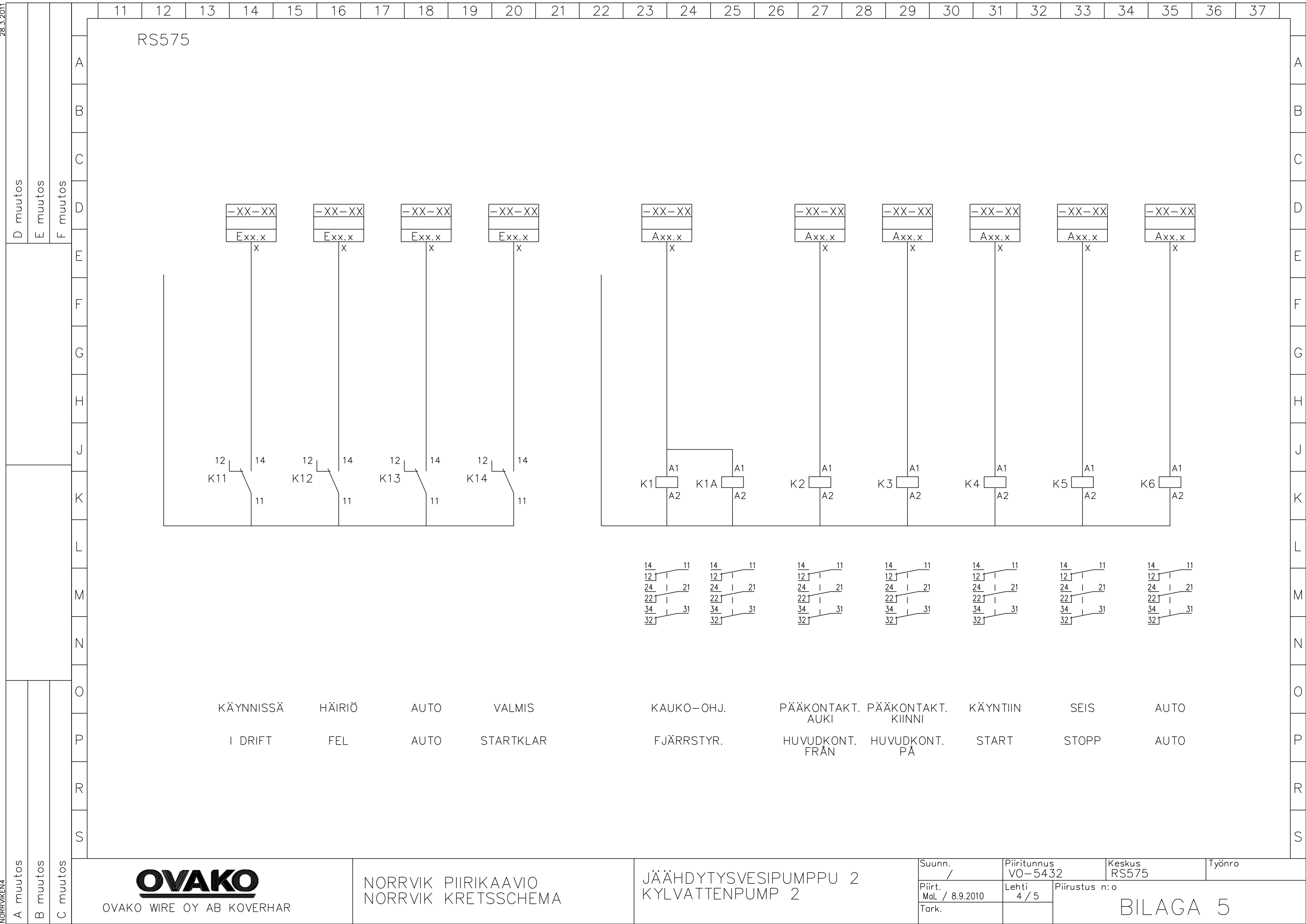
D muutos
 E muutos
 F muutos
 G
 H
 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 R
 S
 A muutos
 B muutos
 C muutos



OHJEARVO/
KÄSIOHJE
BÖRVÄRDE/
HANDBÖRVÄRDE

OHJEARVO
KAUKO-OHJ.
BÖRVÄRDE
FJÄRRSTYR.

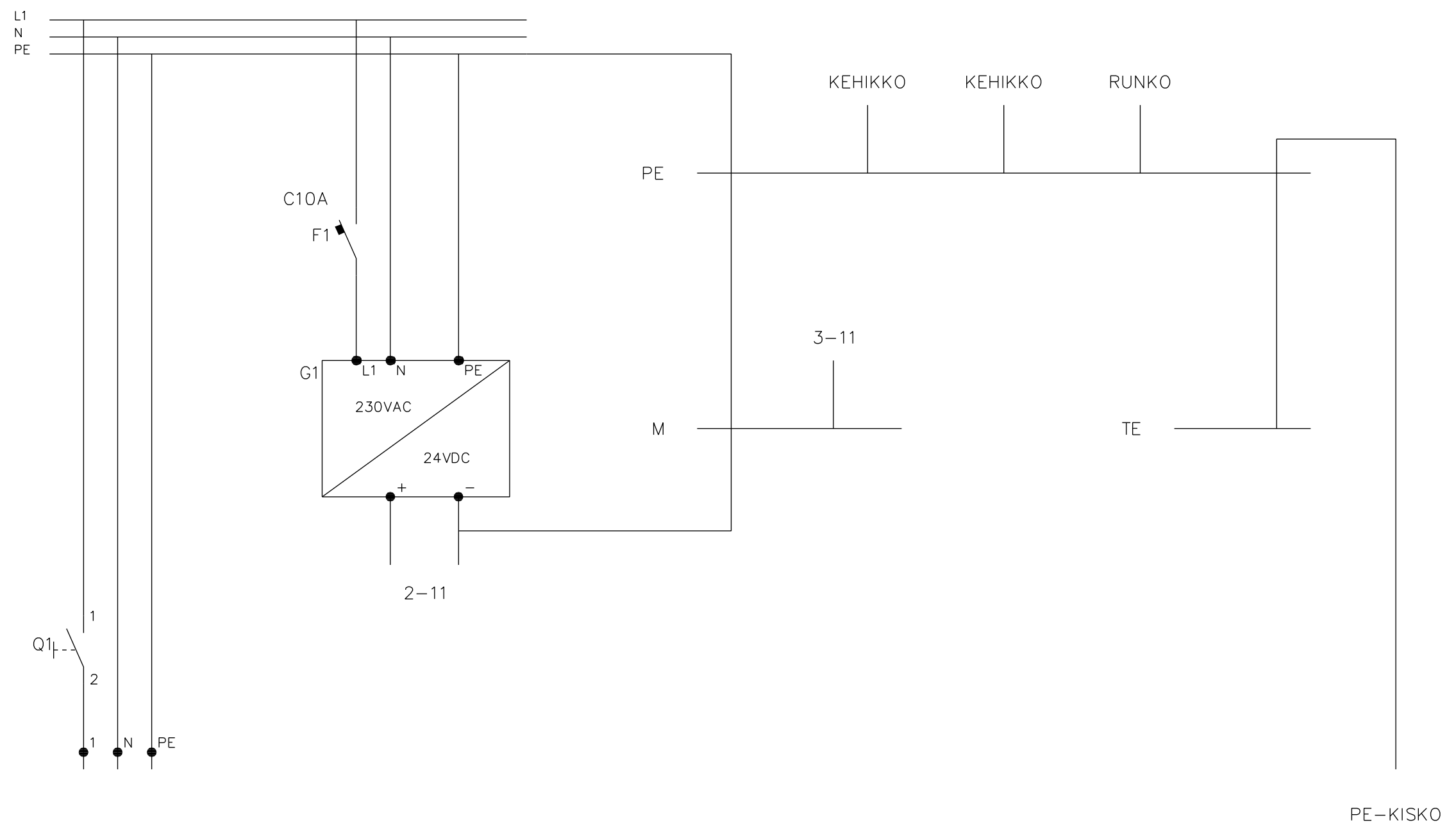
PAINE
OLOARVO
TRYCK
ÄRVÄRDE



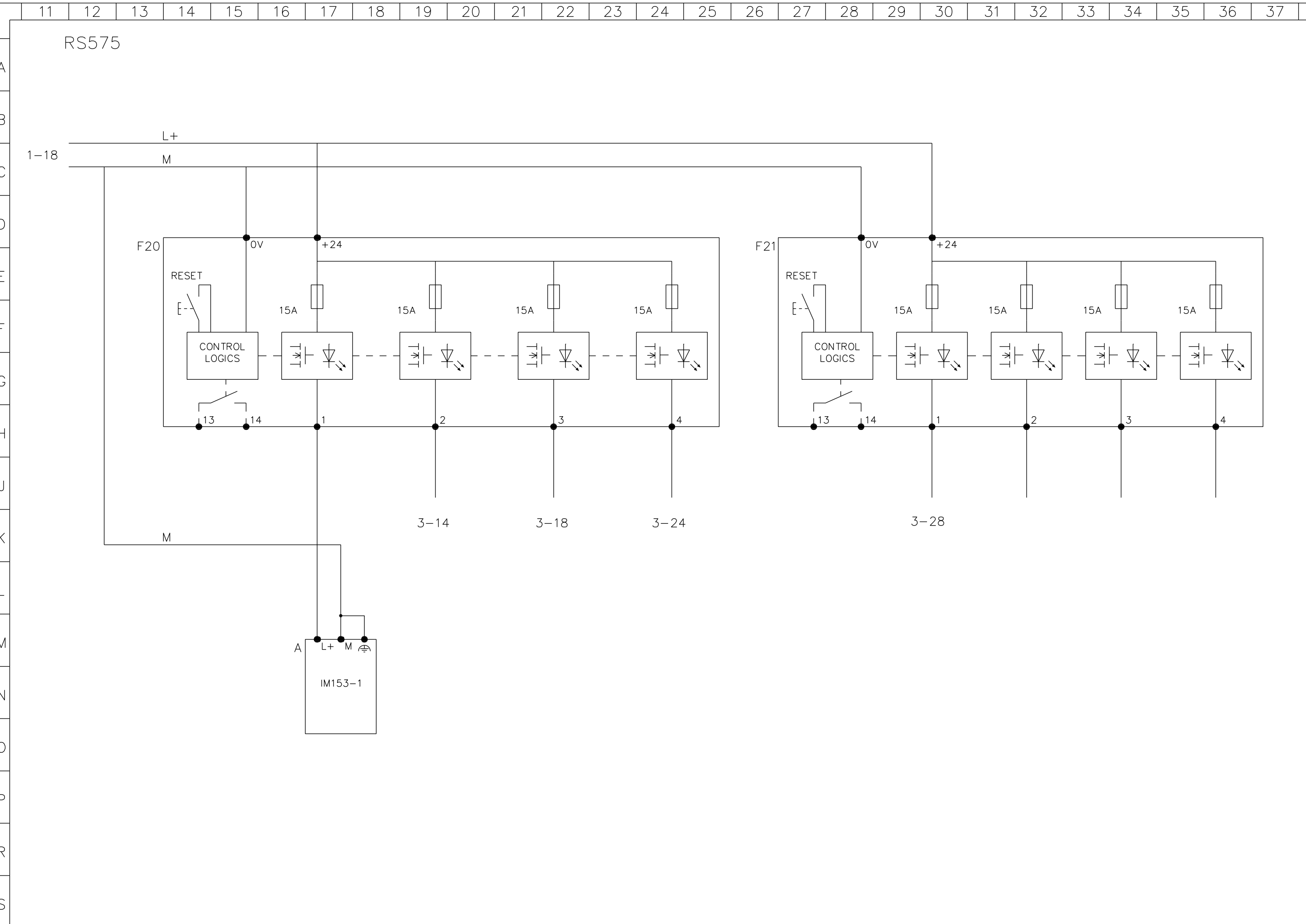
A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos
 E muutos
 F muutos

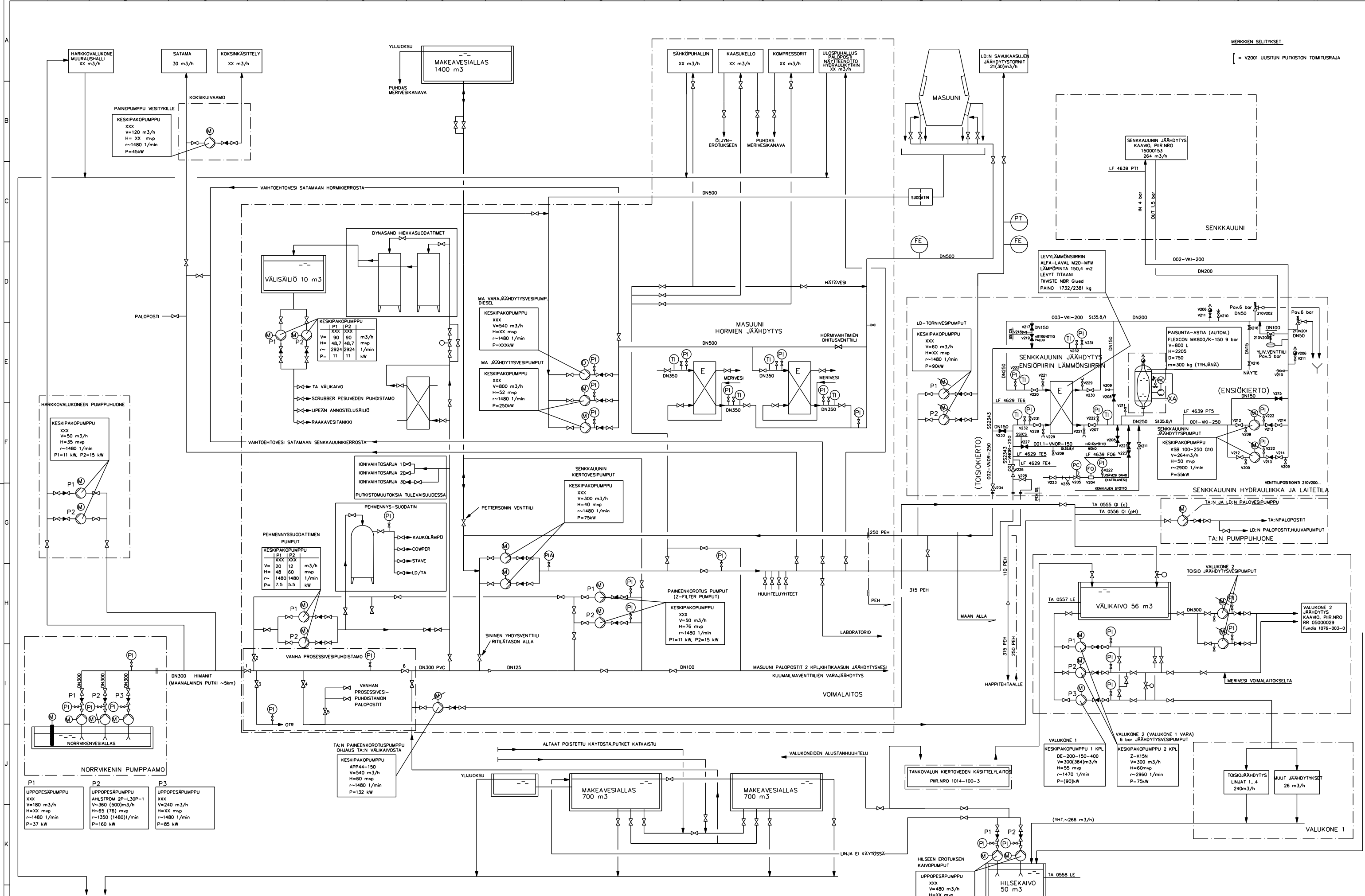
A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H
 J
 K
 L
 M
 N
 O
 P
 R
 S

RS575



A muutos
 B muutos
 C muutos
 D muutos
 E muutos
 F muutos





MERKKIEN SELITYKSET
 □ = V2001 UUSITUN PUTKISTON TOMITUSRAJA

INSTRUMENTOINNIN PI-KAAVIO, FUNDIA PIIRUSTUS NRO: T701N002

OVAKO

Proj. Nro	05000187
Proj. Nimi	KOVERHARIN TENHDAS
Proj. Vuosi	2002
Proj. Kesk.	11/2002
Proj. Kesk.	11/2002
Proj. Kesk.	11/2002
Proj. Kesk.	11/2002

08.10.2010	T. Ojan	Pir. päivitys	3	D	05000187	E
18.05.04	Aju	Pir. päivitys	3	D	05000187	E
KOVERHARIN TENHDAS						
NORRVIKEN VESIPUTKISTO						
PUTKISTOKAAVIO						
INSTRUMENTOINNIN PI-KAAVIO, FUNDIA PIIRUSTUS NRO: T701N002						