

Förstudie och utveckling av styrsystem för lådförslutare



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH vid Campus Helsingborg
Datateknik**

Examensarbete:
Zoran Milos

© Copyright Zoran Milos

LTH vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2008

Sammanfattning

Ecolean Development AB utvecklar och tillverkar fyllmaskinslinjer för pastöriserade flytande produkter. Eftersom det inte fanns någon lämplig leverantör av en lådförslutare som försluter lådor med smala flikar har man beslutat sig för att starta ett projekt för utveckling av en prototyp av lådförslutaren.

Tack vare mångårig erfarenhet från industriell automation har jag fått chansen att utveckla styrsystem för lådförslutaren. Examensarbetet omfattar elkonstruktion i ELPROCAD ic PRO och programmering av PLC (programmable logic controller) och HMI (Human Machine Interface).

Rapporten beskriver examensarbetet från projektplanfasen via utvecklingsfasen till slutsatser. Genom att ibland, blanda känslor med tekniska termer och förklaringar försökte jag förmedla vilka utmaningar jag ställdes inför under arbetet. Avsikten var att skriva en lärorik och intressant rapport som förhoppningsvis kommer att uppskattas av framtida läsare.

Nyckelord: PLC, Frekvensomformare, Industriell Automation, Styrsystem, Programmering

Abstract

Ecolean Development AB are developing and manufacturing filling machines for pasteurized liquid food products. Because of lack of any appropriate supplier of box closer which seals boxes with small flaps, they have decided to start a project to develop a prototype of a box closer.

Due to long experience from industrial automation I have been given a chance to develop control system for a box closer. Degree thesis involves electric design in ELPROCAD ic PRO and programming of PLC (programmable logic controller) and HMI (Human Machine Interface).

The report describes degree project from the project plan phase via the development phase to the conclusions. Sometimes by mixing feelings with technical terms and explanations, I tried to describe challenges that I have been facing throughout whole degree project. My intention was to write the instructive and interesting report which will hopefully be appreciated by future readers.

Keywords: PLC, Industrial Automation, Frequency Inverters, Control System, Programming

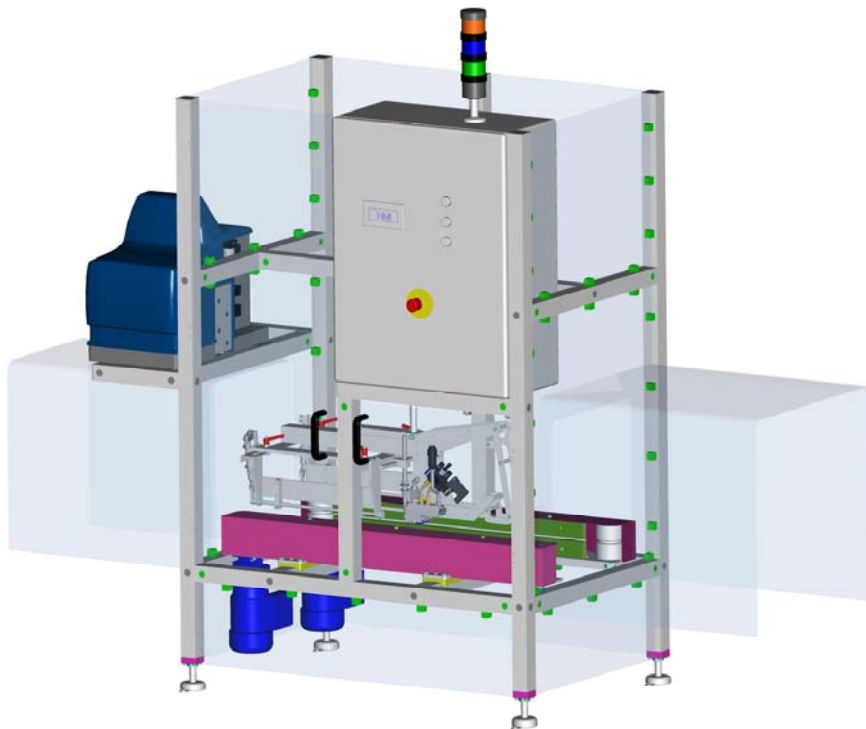
Förord

Jag är tacksam för att jag fick vara med om ett sådant examensarbete som utfördes på Ecolean Development AB i Helsingborg under våren 2008. Arbetet var oerhört spännande, stressigt, lärorikt och långt ifrån lätt. Tack vare hjälpsamma människor och framtida kolleger på Ecolean kunde jag ro i hamn detta extremt roliga och krävande arbete. Det har gett mig många sömnlösa nätter och stunder då jag ifrågasatte mig själv och min inlärningsförmåga men i gengäld har det gett mig så mycket glädje och stolthet som kommer att vara i många år framöver.

På Ecolean vill jag speciellt tacka avdelnings chef Mikael Scott som gav mig chansen att få vara med i projektet och min handledare Ronnie Sik som gav mig stöd och hjälp när jag behövde den. Per Wahlström och Johan Ohlsson på Downstream Equipment vill jag tacka för vänligt mottagande och intressanta diskussioner under projektets gång. På automationssidan vill jag rikta stort tack till Markus Nilsson för hans vänlighet, tålamod och värdefulla råd som hjälpte mig vid utveckling av styrsystem för lådförslutaren, naturligtvis stort tack till Anton Erös och Mats Klinglöf för tips angående ritningsteknik i ELPROCAD.

På LTH i Helsingborg vill jag tacka min examinator och lärare Rolf Björkman. Under utbildningens gång har hans kunskap inom elektroteknik och hans oerhört intressanta och lärorika föreläsningar motiverat mig att bli så bra ingenjör som möjligt.

Helsingborg den 31 maj 2008



Figur 1. Långförslutare. [Källa Per Wahlström Ecolean Development AB]

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	1
1.2.1 Projekt för lådförslutare	2
1.2.2 Examensarbete	2
1.3 Målsättning	2
1.3.1 Projekt	2
1.3.2 Examensarbete	2
1.4 Problemformulering	2
1.5 Utgångsläge	2
1.6 Önskemål	2
2 Beskrivning av arbetsmetoder	3
2.1 Projektmodell	3
2.1.1 Projekt för lådförslutare	3
2.1.2 Examensarbetet	4
2.2 Tidplan	4
2.2.1 Ganntschema	5
2.2.2 Deadlines	5
2.3 Algoritm	5
2.4 Funktionsbeskrivning av lådförslutare	7
2.4.1 Elskåp	7
2.4.2 Säkerhetssystem	7
2.4.3 HMI	8
2.4.4 Ljusfyr	8
2.4.5 Återställningsknapp	8
2.4.6 Terminologi	9
2.4.7 Terminologi Svenska till Engelska	9
2.4.8 Sensorer	9
2.4.9 Uppdelning av lådförslutare i stationer	10
2.4.9.1 Station 1, separering av lådor	10
2.4.9.2 Station 2, vikning av kortsidor	10
2.4.9.3 Station 3, applicering av lim	11
2.4.9.4 Station 4, vikning av långsidor	11
2.4.10 Uppstart av lådförslutare	11
Scenario	11
2.4.10.1 Steg1:	11
2.4.10.2 Steg2:	12
2.4.10.3 Steg3:	12
2.4.10.4 Steg4:	12
2.4.10.5 Steg5:	12

2.4.10.6 Steg6:.....	12
2.4.10.7 Steg7:.....	12
2.4.11 Tillval tilltryckare	12
2.4.12 Uppstart av tilltryckare	12
Scenario	12
2.4.12.1 Steg1:.....	13
2.4.12.2 Steg2:.....	13
2.4.12.3 Steg3:.....	13
3 Elkonstruktion	13
3.1 Komponenter i styrskåpet.....	14
3.1.1 Jordfelsbrytare.....	15
3.1.2 Frekvensomriktare.....	15
3.1.3 Filter	15
3.1.4 Nätaggregat.....	15
3.1.5 PLC	16
3.1.6 HMI.....	16
3.1.7 Säkerhetsrelä	16
3.1.8 Automatsäkringar	16
3.2 Komponenter och utrustning i yttre kretsen	17
3.2.1 Ventilramp	17
3.2.2 Sensorer.....	17
3.2.3 Utrustning för applicering av smältlim.....	18
3.3 Dimensionering.....	18
3.4 Montageritning	18
3.5 Standarder	19
4 Programmering	19
4.1 Om PLC.....	19
4.1.1 Ladder diagram (LD)	19
4.1.2 Sequential Function Charts (SFC).....	20
4.1.3 Function Block Diagram (FBD).....	20
4.1.4 Structured Text (ST).....	20
4.1.5 Instruction List (IL).....	20
4.2 Design	20
4.2.1 I/O Lista	21
4.2.2 Program och programsektioner.....	22
4.2.2.1 Startup	24
4.2.2.2 Alarm.....	24
4.2.2.3 Outputs	25
4.2.2.4 End.....	25
4.2.2.5 Stopper	25
4.2.2.6 Kicker	25
4.2.2.7 Glueing.....	26

4.2.2.8 Flap Folding.....	26
4.2.2.9 HMI	26
4.2.2.10 Box Level Adjuster.....	27
4.3 HMI	27
4.3.1 Main	27
4.3.2 Recipe.....	27
4.3.3 Adjuster	28
4.3.4 Tags	29
4.4 Test och simulering.....	29
5 Slutsatser	31
5.1 Resultat	31
5.2 Möjlig vidareutveckling av lådförslutaren	32
6 Terminologi.....	32
7 Referenser	33
Bilagor.....	34

1 Inledning

Examensarbete utförs på Ecolean Development AB i Helsingborg. Målsättning är att göra ett examensarbete och därmed slutföra högskoleingenjörsutbildning i datateknik på LTH vid Campus Helsingborg. Examensarbete omfattar 22,5 högskolepoäng och kommer att bedrivas under 15 veckors tid.

1.1 Bakgrund

Ecolean AB och Ecolean Development AB i Helsingborg grundades 1996 och har cirka 220 anställda varav 110 arbetar i Helsingborg. Företaget tillverkar förpackningar för pastöriserade flytande produkter såsom mjölk, fil, yoghurt med mera. Material som används för tillverkning av förpackningar kallas Calymer som baseras på kalciumkarbonat och polymer, kalk och plast [1].

Utvecklingsavdelningen där examensarbetet kommer att utföras, utvecklar och tillverkar fyllmaskinslinjer. Under januari 2008 beslutade man att starta ett projekt för att ta fram en maskin som skulle försluta lådor som kommer från förpacknings maskiner.

Vid första projektmötet informerade avdelningens chef Mikael Scott om projektet. För närvarande håller Ecolean på att utveckla en lådförslutare som skall limma flickar på slitslådor. Lådförslutaren skall vara en del av en helautomatisk fyllmaskinlinje.

Anläggningen kommer att bestå av två frekvensomriktarstyrda transportband som griper tag i lådorna på sidorna och transporterar dem förbi limpistolerna där smältlim appliceras på locket för att sedan tryckas fast innan lådan skickas vidare.

Vid andra mötet träffade jag Ronnie Sik som är Technical Product Manager på Ecolean Development AB. Ronnie skulle vara projektledare och handledare för examensarbetet. Under mötet beslutades det att jag skulle börja arbeta på projektet vecka 7 och att titel för examensarbetet skulle vara: "Förstudie och utveckling av styrsystem för lådförslutare"

1.2 Syfte

Även om jag ser ett lyckat projekt för utveckling av lådförslutaren och mitt examensarbete som en helhet, måste jag i vissa fall skilja på de två arbetena.

1.2.1 Projekt för lådförslutare

Syftet med projektet är att utveckla en lådförslutare som uppfyller krav när det gäller pålitlighet, priset, storlek m.m., ställda från både Ecolean Development AB och kunder.

1.2.2 Examensarbete

Att under 15 veckors tid lära mig att rita el-schema i ELPROCAD ic PRO som är el-konstruktionsverktyg, programmera PLC i CX-one Programmer som är Omrons programmeringseditor och programmera HMI (Human Machine Interface) som är pekskärm som programmeras i NTXS som är Omrons programmeringseditor för enklare pekskrmar. Utvecklingen av styrsystem bedrivs parallellt med maskinkonstruktion och testning, vilket innebär att jag kommer att medverka som fullvärdig medlem i projektgruppen. Deltagande i projektet kommer att vara lärorikt på alla sätt och vis.

1.3 Målsättning

1.3.1 Projekt

Att ha en körbar version av lådförslutare till vecka 19. Målet kommer att uppnås med hjälp av ett fullt fungerande styrsystem.

1.3.2 Examensarbete

Att med examensarbetet slutföra högskoleingenjörsutbildning i datateknik på LTH vid Campus Helsingborg.

1.4 Problemformulering

Ecolean Development AB har inte någon lämplig leverantör för maskiner som kan försluta lådor och garantera säker drift och service för en sådan maskin.

1.5 Utgångsläge

Grundläggande komponenter är valda så som limaggregat, PLC, operatörspanel och frekvensomriktare.

1.6 Önskemål

Examensarbetet omfattar el-konstruktion av styrskåp i ELPROCAD ic PRO och programmering av PLC och HMI för första prototypen. Programmering ska göras i CX-one Programmer och i NTXS (se terminologi).

Ett vist signalutbyte med limanläggningen och kringliggande transportband och styrutrustning ska finnas. Operatörspanelen är tänkt att hållas väldigt

enkel och i möjligaste mån vara språkoberoende för att minimera översättningsarbete, dock kommer alarmlistan att vara i text.

När det gäller val av el-komponenter, skall de uppfylla den svenska och den europeiska maskinsäkerhetsstandarden, lågspänningsdirektiv och CE-kraven eftersom maskinen måste vara godkänd enligt dessa.

2 Beskrivning av arbetsmetoder

Under det här kapitlet kommer jag att beskriva arbetsgången för examensarbetet. Avsikten är att ge läsaren förståelse och inblick för projektet som jag ser och uppfattar det.

2.1 Projektmodell

När man under definitionsfasen av ett projekt, gör en grov projektplan, är det viktigt att göra en fasindelning av projektet. Avsikten med den grova projektplaneringen är att skapa överblick över arbetet, vilka resurser som behövs, tidsramen med mera. Samtidigt som man analyserar projektet i sin helhet, utarbetar man strategin för projektmodellen där fasindelning är en viktig del i arbetet [3]. Inom till exempel datateknikens värld har man forskat mycket kring projektmodeller och kravspecifikationer för både stora och små projekt. Det är bevisat att valet av lämplig projektmodell ytterst kan betyda misslyckat eller lyckat projekt. Med misslyckat projekt menar jag att man har oförutsedda kostnader som skjuter i höjden, missnöjda kunder, svårigheter att styra projektet runt problemen, tidsramen som spricker och allmänt oklar framtid för projektet som helhet.

2.1.1 Projekt för lådförslutare

Utveckling av en maskinprototyp ställer olika krav på alla inblandade i projektet. Förutom tekniska aspekter måste man vid utvecklingen tänka på, kostnader, servicevänlighet, operatörsvänlighet, säkerhet och så vidare. Alla dessa aspekter ställer höga krav på en projektmodell. En flexibel projektmodell tillåter att man går tillbaka och rättar till fel utan större ingrepp i projektet i övrigt och att man för varje inkrementell cirkel närmar sig målet, ökar chanser för ett lyckat projekt. En sådan projektmodell heter iterativ projektmodell. I grova drag är det just den modell som man har valt från Ecoleans sida för att utveckla lådförslutaren. Genom att tillverka en maskinmodell som består av en gammal transportbana, använda aluminiumprofiler för att bygga ramen för maskinen, snickra vissa detaljer i trä, så har man möjliggjort iterativ utveckling. Man provar sig fram genom ständiga upprepningar. Man testar idéer och bygger på fungerande modeller

hela tiden. Den iterativa projektmodellen lämpar sig bäst när man saknar erfarenhet från liknande projekt d.v.s. utvecklar en prototyp.

2.1.2 Examensarbetet

Redan under första veckan på Ecolean har Ronnie Sik, Markus Nilsson och jag diskuterat en projektalgoritm. Tack vare Markus mångåriga erfarenhet inom automation kunde vi enas om en projektalgoritm (se terminologi) som var lämplig både för mitt examensarbete och för projektet i övrigt.

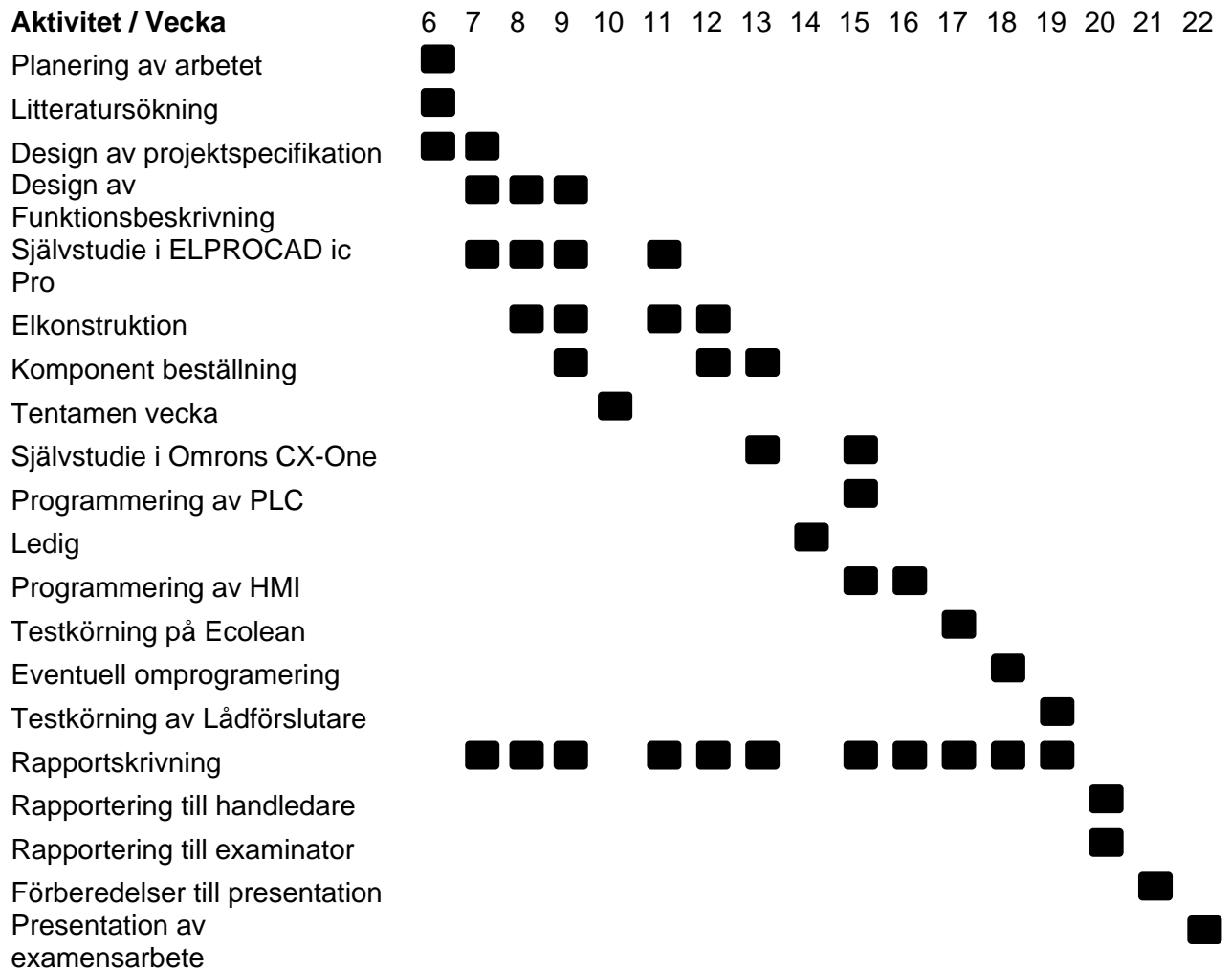
Vattenfallsprojektmodell var det självklara valet eftersom vi visste vilka dokument och arbete jag skulle producera och i vilken följd de behövde produceras för att projektets tidsram skulle hålla. Vattenfallsmodellen lämpar sig när man har kunskap i ämnet eller produkten, man har drivit liknande projekt tidigare eller man har en kund eller beställare av arbetet som har kunskap om ämnet eller produkten. I mitt fall kommer fördelen med Vattenfallsmodellen att vara att jag kommer att koncentrera mig på en uppgift i taget istället för att arbeta med flera olika uppgifter samtidigt.

2.2 Tidplan

Grunder för tidplanen har jag lagt redan innan examensarbete skulle börja. Med hjälp av Ronnie Sik och hans projektplan för lådförslutare har jag finjusterat min tidplan som slutligen ser ut enligt nedan.

2.2.1 Gantt-schema

Jag är säker på att fler än jag tycker att ett gantt-schema är ett suveränt hjälpmedel när man skall planera ett arbete som sträcker över en längre period eller när man behöver uppskatta hur lång tid det tar att avsluta ett projektarbete som t.ex. detta examensarbete.



Figur 2. Gantt-schema. [Egen källa]

2.2.2 Deadlines

Testkörning av Lådförslutare vecka 19

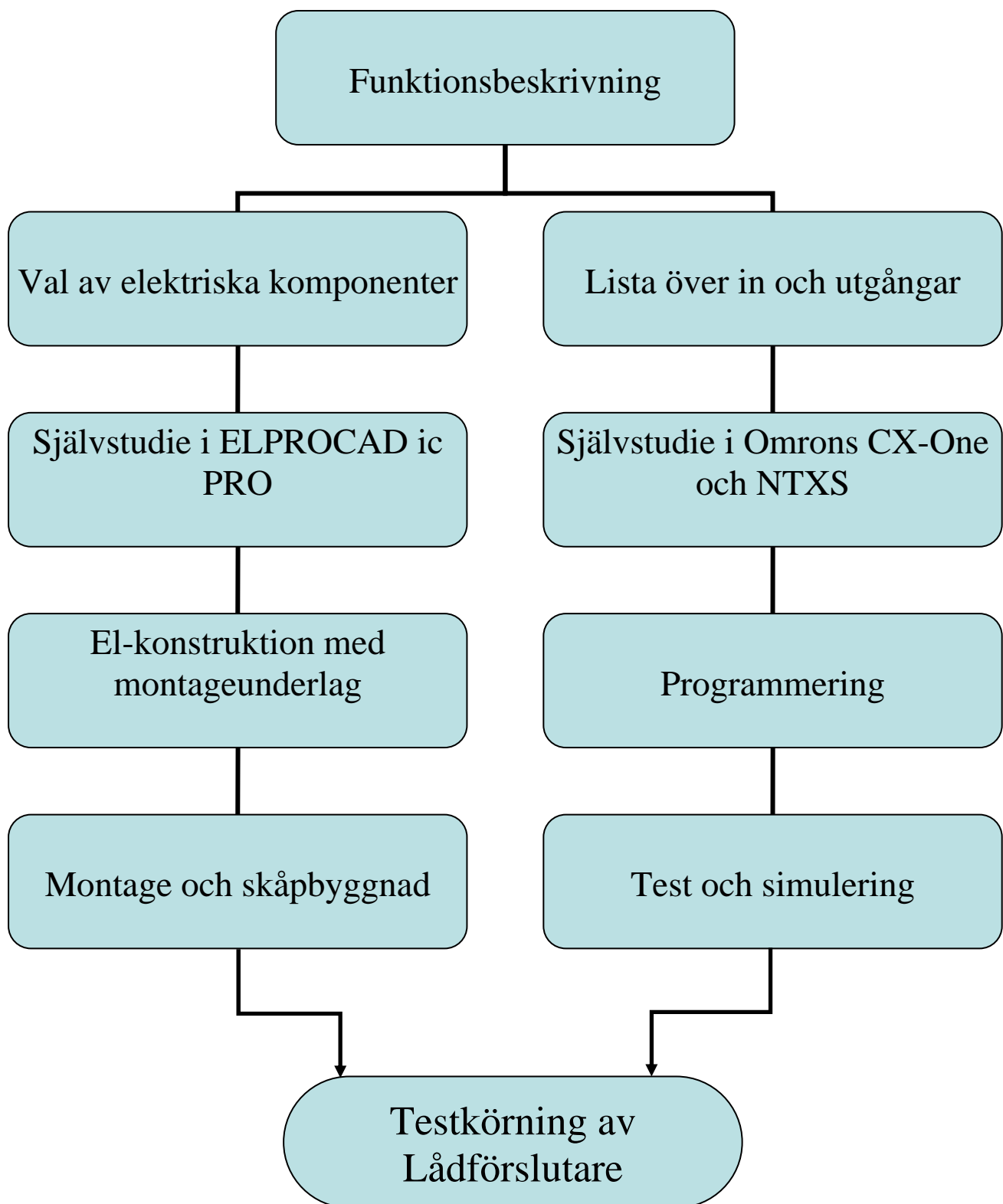
Rapport klar vecka 20

Presentation av examensarbete vecka 22

2.3 Algoritm

Figur över algoritmen är ritad i efterhand. Förutom självstudierna och funktionsbeskrivningen har elkonstruktionen och programmeringen bedrivits

parallellt, trots tidigare planer. T.ex. så har ändringarna i el-schema utförts under programmeringen.



Figur 3. Översikt över Algoritm. [Egen källa]

2.4 Funktionsbeskrivning av lådförslutare

Funktionsbeskrivningens syfte är dels att specificera alla funktioner som lådförslutare kommer att ha dels att underlätta utvecklingsprocessen. Per definition bör funktionsbeskrivningen innehålla förteckning över in- och utgångar [2], men den här funktionsbeskrivningen är en blandning mellan kravspecifikation och funktionsbeskrivning. Jag blev tvungen att skriva den eftersom det inte fanns någon kravspecifikation när jag skulle börja med design av programmet till lådförslutaren. Funktionsbeskrivningen har väckt många frågetecken och startat många diskussioner angående maskinens utförande, indikationssystem, servicevänlighet, säkerhet och mycket mer.

2.4.1 Elskåp

På dörren till elskåpet kommer det att finnas ett nödstopp, en start och stopp knapp, ett återställningsknapp och en display (HMI).

- Nödstoppen kommer att stoppa alla rörelser i maskinen.
- Med start- och stopptryckknapp startar man och stoppar maskinen.
- Med återställningsknappen kvitterar man alla alarmtyper. Tryckknappen skall även ha signallampa som lyser när det är läge att trycka på den.
- Med hjälp av HMI skall olika parametrar och data vara ställbara respektive avläsningsbara.

2.4.2 Säkerhetssystem

Säkerhetssystemet kommer att bestå av dörrbrytare på varje skyddsdörr, nödstopp på elskåp samt skyddsskal runt lådförslutaren.

- När man öppnar dörren på lådförslutaren kommer alla rörelse att stoppas och transportbandet kommer att stanna.
- Nödstopp kommer att stoppa alla rörelse i maskinen. Genom att stänga av matnings luft till maskinen på luftberedningsenheten, kommer alla pneumatiska cylindrar att vara luftlösa och därmed ofarliga för människor. Motorer som driver transportbandet kommer att stanna.

2.4.3 HMI

På HMI skall man kunna avläsa olika data, exempelvis: en alarmlista, antal lådor som har passerat förslutaren och annan statistisk information som kan tänkas vara intressant. Även ändringar av parametrar skall kunna utföras via HMI. Parametrar som skall kunna ändras är:

- Tid mellan signal och aktivering av cylinder
- Tid för applicering av limmet
- Tid för paus mellan två limningar
- Tid för transportbandets stillestånd
- Tid för hur länge cylindern pressar flikar

2.4.4 Ljusfyr

Ljusfyren kommer att användas för: att indikera status på maskinen, att påkalla operatörens uppmärksamhet och att bekräfta att ett kommando eller ett villkor för idrifttagning blivit uppfyllt. Ljusfyren skall placeras på elskåpet, den skall ha tre färgade indikeringslampor. Färgerna skall vara från topp till botten: gult, blått och grönt.

- Grön indikeringslampa lyser med fast sken då maskinen är i drift eller normal tillstånd. Grön indikeringslampa blinkar när maskinen är redo för idrifttagning.
- Gul indikeringslampa lyser med fast sken för onormalt tillstånd då det finns risk för kritiskt tillstånd och då det krävs ingrepp av operatören (t ex larm av högre grad).
- Blå indikeringslampa lyser med fast sken då maskinen måste återställas efter strömavbrott. Blå indikeringslampa blinkar då maskinen måste återställas (t ex låg nivå i limtanken), detta kan inträffa under driften då även grön indikeringslampa lyser. Efter återställning av larm kommer blå indikeringslampa att sluta blinka.

OBS!

Om flera larm inträffar samtidigt kommer enbart larm av högre grad att visas på ljusfyren.

2.4.5 Återställningsknapp

Återställningsknappen kommer att ha blå indikeringslampa.

Indikeringslampan kommer att tändas när man skall återställa maskinen efter strömavbrott eller larm av lägre grad (t ex låg nivå i limtanken). Efter åtgärdat fel och återställt larm kommer indikeringslampan att släckas.

2.4.6 Terminologi

Stopper	är en enhet bestående av pneumatisk cylinder som separerar lådor som kommer in i lådförslutaren
Plog	är ett plogliknande metallstycke som trycker ner lådans första flik.
Spark	är ett metallstycke som sparkar ner lådans andra flik. Spark manövreras med pneumatisk cylinder.
Vikare	består av två pneumatiska cylindrar som manövrerar två metallplåtar som viker lådans flikar från sidorna och samtidigt sammanfogar flikarna
HMI	Human Machine Interface är en operatörspanel som består av en pekskärm som programmeras med samma mjukvara som PLC.

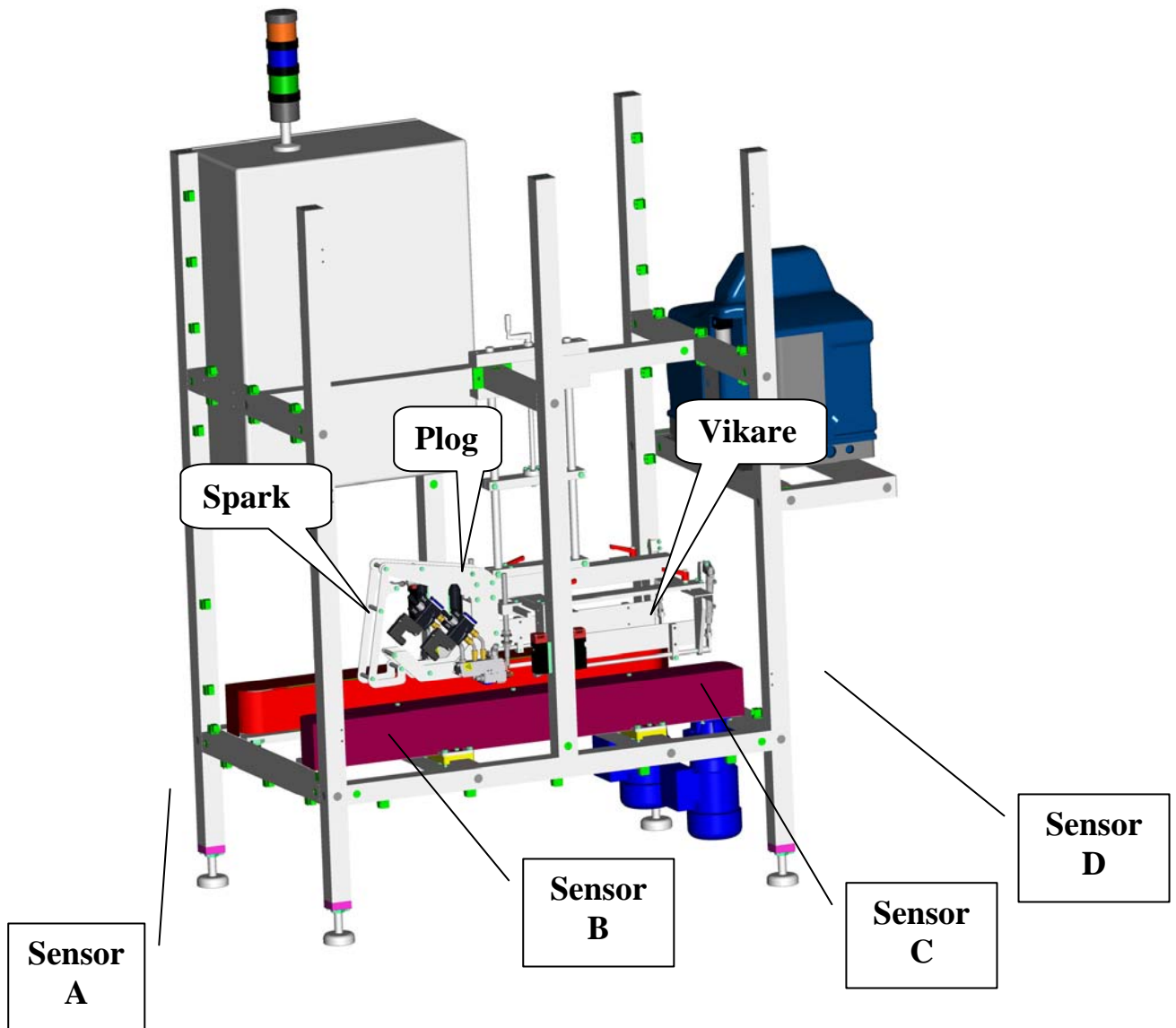
2.4.7 Terminologi Svenska till Engelska

Stopper	– Stopper
Plog	– Fixt Flap folder
Spark	– Kicker
Vikare	– Flap folder
Tilltryckare	– Box Level Adjuster

2.4.8 Sensorer

Sensor A	Tillhör station 1 och känner av när lådan har kommit i läge för antingen separering eller separering och tilltryckning av lådor.
Sensor B	Tillhör station 2 och känner av när lådan har kommit i läge för vikning av kortsida med Spark.
Sensor C	Tillhör station 3 och känner av när lådan har kommit i läge för vikning av långsidor med Vikare.
Sensor D	Tillhör station 4 och känner av om det finns köbildning på transportbanan efter Lådförslutaren.

Se nedanstående figur för illustration av sensorernas placering.



Figur 4. Sensorernas placering i lådförslutaren och på transportbanor före och efter lådförslutaren.

[Källa Per Wahlström Ecolean Development AB och egen modifiering]

2.4.9 Uppdelning av lådförslutare i stationer

2.4.9.1 Station 1, separering av lådor

Sensor A känner av en låda och Stopper går ner, om det finns en signal från sensor D från station 4. Tid mellan signal och aktivering av Stopper är ställbar från HMI.

2.4.9.2 Station 2, vikning av kortsidor

Sensor B känner av en låda och fliken sparkas ned. Tid mellan signal från sensor B och aktivering av Spark är ställbar från HMI.

2.4.9.3 Station 3, applicering av lim

Sensor B känner av när en låda passerar. Lim kommer att sprutas i två strängar. Tid för när första strängen ska börja är ställbar. Tid för hur länge första limning ska vara är ställbar. Tid mellan de två limningarna är ställbar. (Tid för andra limning ställbar, kan möjligtvis alltid vara samma som första limningen)

2.4.9.4 Station 4, vikning av långsidor

Sensor C känner av när en låda har kommit i läge för vikning och transportbandet stannar. Vikare aktiveras och flikar pressas i ungefär två sekunder. Efter två sekunder startar transportbandet. Tid för hur länge Vikare pressar är ställbar. Tid för när band stannar är ställbar. (Tid för Vikare och transportband kommer att vara samma)

2.4.10 Uppstart av lådförslutare

När man slår på strömmen kommer gul lampa på ljusfyren samt återställningsknappen att lysa. När man trycker på återställningsknappen, slutar gul lampa att lysa om nödstopp inte är intryckt och ingen dörr är öppen. När man trycker på grön startknapp för första gången kommer maskinen att luftsättas samt limaggregat startar uppvärmningssekvensen. När limaggregatet är redo och övriga startsekvenssignaler är OK, börjar grön lampa på ljusfyren att blinka. Det betyder att maskinen är redo och att nästa knapptryckning startar maskinen.

Alla lådor som redan har passerat Stopper matas ut, utan att station 2 eller 3 aktiveras (detta för att mata ut eventuella lådor som är kvar i maskinen vid ett nödstopp).

Stopper, Spark och Vikare ska ställas i översta läget och transportbandet ska köra viss tid innan start för att säkerställa att maskinen är tom. Sensor D skall känna av om det uppstår köbildning på transportbanan efter lådförslutaren. Om det är kö på transportbanan, kommer lådförslutaren att stanna.

Scenario

Scenario för hur lådförslutaren kommer att fungera när lådor kommer in en och en. Scenariot är skrivet med tanke på vad som händer med lådan under problemfri drift.

2.4.10.1 Steg1:

En låda kommer mot Stopper och ställer sig i rätt position vilket aktiverar sensor A. Stopper väntar på signal från sensor D från station 4. När sensor D är påverkad går Stopper ner och lådan kan åka till lådförslutaren.

2.4.10.2 Steg2:

Lådan kommer in i lådförslutaren. Transportbandet tar tag i lådan och drar den fram mot sensor B. På väg mot sensor B kommer plogen att vika första fliken.

2.4.10.3 Steg3:

Transportbandet går hela tiden under andra steget. Första sensor B påverkas och andra fliken sparkas ned.

2.4.10.4 Steg4:

Limpistoler sprutar lim i två strängar på de vikta flikarna medan lådan fortsätter mot sensor C.

2.4.10.5 Steg5:

Lådan aktiverar sensor C och transportbandet stannar.

2.4.10.6 Steg6:

När lådan har stannat kommer Vikare att vika flikar och samtidig sammanfoga flikarna. Under det här steget kommer Vikare att stanna i samma position i ungefär två sekunder så att limmet torkar.

2.4.10.7 Steg7:

När tiden för sammanfogning av flikar har gått ut, kommer Vikare att gå upp och transportbandet kommer att starta igen.

2.4.11 Tillval tilltryckare

Tilltryckaren kommer att pressa ner förpackningar i lådan innan den kommer in i lådförslutaren. Tilltryckaren kommer att styras från lådförslutaren d.v.s. el-, luft- och säkerhetssystem kommer från ett och samma styrskåpet. Tilltryckaren och lådförslutaren kommer att dockas ihop mekaniskt.

2.4.12 Uppstart av tilltryckare

Om sensor A inte är påverkad, är Stopper och Pressare uppe medan transportbanan är i drift.

Scenario

Scenario för hur Tilltryckare kommer att fungera när lådor kommer in en och en. Scenariot är skrivet med tanke på vad som händer med lådan under problemfri drift.

2.4.12.1 Steg1:

En låda kommer mot Stopper och ställer sig i rätt position vilket aktiverar sensor A. Pressare går ner och trycker till förpackningar i lådan.

2.4.12.2 Steg2:

Pressare går upp. Stopper väntar på signal från sensor D från station 4. När signal från sensor D är kommen, går Stopper ner och lådan kan åka till lådförslutaren.

2.4.12.3 Steg3:

Innan lådan har åkt över Stopper kommer Stopper att gå upp för att stoppa eventuell nästföljande låda och på detta sätt separera lådor som kommer in i lådförslutaren.

3 Elkonstruktion

Uppgiften var att producera tre olika typer av ritningar som skulle innehålla all information beträffande elektriska förbindningar för lådförslutaren.

- Huvudkretsschema eller Circuit Diagram (bilaga 1) som innehåller ritningar över interna förbindningar i styrskåpet AS1.
- Yttre anslutningsschema eller Connection Diagram (bilaga 2) som innehåller förbindningar mellan styrskåpet AS1 och komponenter i yttre kretsen.
- Montageritning eller Mounting Diagram (bilaga 3) som innehåller information om utseende på styrskåpets ut- och insida.

Elkonstruktionsfasen i projektet präglades av självstudier i ELPROCAD ic PRO, det är därför jag inleder det här kapitlet genom att citera från utbildningspärmen [8]:

En CAD-satsning utan en rejäl utbildning är som att köpa en tävlingscykel utan hjul. Man kommer inte särskilt långt.

Det var på detta vis jag började med elkonstruktionen. Tack vare tidigare erfarenhet med elinstallation och elskåpsbyggnation visste jag hur ett styrskåp bör se ut. Det stora jobbet var att lära mig ELPROCAD. Till mitt förfogande hade jag en pärm med några enkla övningsuppgifter och enorm dos av tålamod och vilja att lära mig. Första två veckorna gick det åt att göra övningsuppgifter och förbereda mig inför ritning av el-schema för lådförslutaren. Allt detta skulle gå mycket smidigare om mjukvaran var stabil, vilket jag senare fått veta från Sikromas support som är leverantör av

ELPROCAD ic PRO. När jag skulle spara ett projekt och någon ritning som var knuten till projektet klagade mjukvaran och vägrade spara. Efter många fruktlösa försök att spara vissa symboler, kontaktade jag Sikromas support som till slut sa att det var lönlöst att fortsätta jobba med den versionen av programmet jag hade, de skulle skicka en ny version av ELPROCAD ic PRO. Cd skiva med ny mjukvara anlände veckan efter. När jag installerade mjukvaran och började rita med den, öppnades det en helt ny värld för mig. Förutom att jag kunde spara projekt och ritningar, gick det att utföra vissa funktioner som jag innan fick varningar för. Plötsligt var det inte så svårt att rita symboler, flytta objekt och utföra korsreferenser och analyser. Med ny vind i segel kunde jag koncentrera mig på väsentligheter, såsom vilka komponenter som skall användas i styrskåpet och hur skall de kopplas ihop både internt och externt. Val av komponenter var till en viss del redan utfört. I första hand ska man välja standardkomponenter det vill säga komponenter som redan finns på lager eller komponenter som används i andra maskiner. Ju färre komponenter man lagerför på ett företag desto mindre hanterings- och lagerkostnader man har. För min del var det bara att säga vilken säkring, apparatskåp eller tryckknapp jag ville ha, resten skulle inköpsavdelningen göra.

3.1 Komponenter i styrskåpet

Komponenter som PLC och frekvensomriktaren var redan valda, resten av komponenterna finns angivna i nedanstående figur. Beteckningar för respektive komponent bestäms av ELPROCAD. När man infogar en ny komponent i en ritning får den en beteckning automatisk. Säkringar exempelvis, börjar alltid med bokstaven F, apparat med bokstaven A osv.

Beteckn.	Komponent	Beteckn.	Komponent
Q01	Huvudbrytare	P01	Grön indikeringslampa
Q02	Jordfelsbrytare	P02	Gul indikeringslampa
F01	Huvudsäkring	P03	Blå indikeringslampa
F02	Säkring till frekvensomriktare	S01	EM Stop Push
F03	Säkring till ProBlue	S02	Blue LED Pushbutton
F04	Säkring 24V-agg	S02	Blue LED element 24V
F05	Uttag 230V i Elskåp	S03	Start button
G01	24V-aggreat	S04	Stop button
A01:1	Frekvensomriktare 1	S05:1	Säkerhetsbrytare dörr 1
A01:2	Frekvensomriktare 1	S05:2	Säkerhetsbrytare dörr 2
A03	HMI-panel	S05:3	Säkerhetsbrytare dörr 3
A04:1	PLC-CPU	S05:4	Säkerhetsbrytare dörr 4
A04:2	PLC-Expansionsmoduler	X01	230V uttag i elskåp
A04:3	PLC-Expansionsmoduler	Z01:1	Filter frekvensomriktare
A05:1	Säkerhetsrelä	Z01:2	Filter frekvensomriktare
A05:2	Expansionsrelä	AS1	Kompaktapparatskåp AE

Figur 5. Förteckning över komponenter i styrskåpet. [Egen källa]

3.1.1 Jordfelsbrytare

Man använder jordfelsbrytare av två anledningar, den ena är att skydda liv och den andra att skydda egendom. Därför finns det två olika typer av jordfelsbrytare, en med märkutlösningström på 30 mA och en med märkutlösningström på 500 mA [9].

Jordfelsbrytare jämför strömmar som flyter i fas- och nolledare. När det uppstår differens mellan dessa strömmar som är större eller lika med märkutlösningströmmen bryter jordfelsbrytaren strömmen, och kretsen efter brytaren blir strömlös (Se bilaga 1 sida 003).

3.1.2 Frekvensomriktare

En frekvensomriktare eller frekvensomvandlare är den mest använda styrutrustningen för elmotorer i industrin idag. Den omvandlar en växelspanning av konstant frekvens, oftast nätfrekvens, (i Europa 50 Hz) till en likspanning som senare hackas sönder och moduleras till den önskade frekvensen som liknar en växelspanning. Genom att enbart ändra frekvensen kan både synkrona och asynkrona trefasmotorer med framgång varvtalregleras med bibehållet vridmoment. Frekvensomriktare kan matas med en- och trefas växelspanning [4, 13].

Lådförslutarens båda transportband drivs med två frekvensomriktare som är anslutna till trefasväxelspanning. Frekvensomriktarna har en effekt på 0.2 KW var och är säkrade med en enda säkring som har märkström på 6A. Jag har valt att använda enbart en säkring eftersom transportbanden skall vara synkrona och ifall det uppstår fel skall båda stanna samtidigt, d.v.s. när F02 löser ut skall transportbanden stanna (Se bilaga 1 sida 003).

3.1.3 Filter

Vid frekvensomriktning skapas störningar som skickas ut på nätet, sådana störningar heter övertoner. 3:e, 5:e och 7:e överton som frekvensomriktare oftast skickar ut i nätet, framgångsrikt filtreras bort med speciellt framtagna RFI filter som kopplas mellan frekvensomriktare och nätet [4, 13].

Filterna Z01 kopplade jag in mellan frekvensomriktare och säkring F02. De filtrerar bort övertoner som annars hade skickats ut på nätet (Se bilaga 1 sida 003).

3.1.4 Nätaggregat

Inom industrin används 24V logik, d.v.s. alla styrsignaler har en spänning på 24V. Nätaggregat försörjer styrskåpet med 24V likspanning. PLC, HMI, säkerhetsbrytaren, pneumatiska ventiler, ljusfyren och alla sensorer matas med 24V (Se bilaga 1 sida 004).

3.1.5 PLC

För styrning av lådförslutaren används Omrons PLC som heter CP1L som matas med 24V likspänning. Den har två expansionsenheter, 8ED har åtta ingångar och 8ET1 har åtta utgångar vilka utgör sammanlagt 32 ingångar och 24 utgångar. Det används enbart 24 ingångar och 17 utgångar. PLC kommunicerar med HMI via en niopolig Dsub kontakt (Se bilaga 1 sida 005).

3.1.6 HMI

HMI är operatörspanelen som är monterad på dörren till styrskåpet. Den indikerar maskinstatus och används till att ställa in värden för timers som beror på formatet av de lådor som förslutas i lådförslutaren. HMI liksom PLC matas med 24V likspänning och den har två RS232 kontakter. Den ena kontakten används för kommunikation med PLC och den andra som är ledig kan användas för styrning av exempelvis en frekvensomriktare (Se bilaga 1 sida 005).

3.1.7 Säkerhetsrelä

”Ett fel i styrkretsens logik, liksom fel eller skador på styrkretsen, får inte leda till farliga situationer”. Detta krav finns i EGs maskindirektiv och föreskriften AFS 1994:48 i Bilaga 1 under rubriken 1.2.7 Fel i styrkrets [11].

Dessa krav tvingar fram användning av säkerhetsrelä för brytning av luft, matningsspänning och andra medier som är viktiga för drift av en industri maskin.

Lådförslutaren har en säkerhetskrets som övervakar dörrbrytare och nödstopp. För säkerhetsfunktioner se kap. 2.4.2 Säkerhetssystem. Säkerhetskretsen som är överordnat styrsystemet, styrs av ett säkerhets- och ett expansionsrelä som är konstruerade och godkända enligt tillämpliga standarder i Sverige och utomlands. För exempel på tillämpliga föreskrifter och standarder se referenser [12].

RT9 och E1T som säkerhets- och expansionsrelä heter matas med 24V likspänning (Se bilaga 1 sida 006).

3.1.8 Automatsäkringar

I styrskåpet används fem stycken automatsäkringar eller dvärgbrytare, tre av dessa är 3pols automatsäkringar. F01 som är huvudsäkring säkrar hela kretsen i styrskåpet, F02 säkrar frekvensomformare och F03 säkrar limaggregatet.

Deras märkströmmar ligger på 16A, 6A respektive 10A.

F04 och F05 säkrar nätaggregatet respektive uttaget och deras märkströmmar ligger på 6A (se bilaga 1 sida 003 och 004).

3.2 Komponenter och utrustning i yttre kretsen

Alla komponenter och utrustning i yttre kretsen är kopplade på plintar i styrskåpet AS1.

Beteckn.	Name	Komponent
Y101	Main Air	Air start valve
Y102:1	Stopper	Air valve terminal
Y102:2	Kicker	Air valve terminal
Y102:3	Flap folder	Air valve terminal
Y102:4	Box Level Adjuster	Air valve terminal
Y103	Glue On	Air valve
B01	Box @ Stopper	Sensor A
B02	Box @ Hotmelt	Sensor B
B03	Box @ Flap folder	Sensor C
B04	Que @ Conveyor	Sensor D
B05	Stopper up	Cylinder position sensor
B06	Stopper down	Cylinder position sensor
B07	Kicker up	Cylinder position sensor
B08	Kicker down	Cylinder position sensor
B09	Flap folder 1 up	Cylinder position sensor
B10	Flap folder 1 down	Cylinder position sensor
B11	Flap folder 2 up	Cylinder position sensor
B12	Flap folder 2 down	Cylinder position sensor
B13	Box Level Adjuster up	Cylinder position sensor
B14	Box Level Adjuster down	Cylinder position sensor
A02	Hotmelt	Limaggregat

Figur 6. Förteckning över komponenter i yttre kretsen. [Egen källa]

3.2.1 Ventilramp

Ventilrampen Y102 innehåller fem pneumatiska ventiler där en ventil är oanvänd. Ventiler öppnar och stänger luft till pneumatiska cylindrar och på så sätt styrs mekaniska rörelser i maskinen. Ventilrampen är uppkopplad med kabel W27 mot plintar som är vidarekopplade mot utgångar på PLC i styrskåpet (Se bilaga 2 sida 005).

3.2.2 Sensorer

Det finns två sorter sensorer som används i maskinen. Sensorer med beteckningar B01 till B04 är fotooptiska sensorer och deras uppgift är att upptäcka lådor på speciellt valda platser i maskinen.

Sensorer B05 till B014 är så kallade tungelement som påverkas av magnetfält från en kolv i en pneumatisk cylinder, på detta sätt kan sensorerna signalera om cylindern har nått önskat läge (Se bilaga 2 sida 003 och 004).

3.2.3 Utrustning för applicering av smältlim

Limaggregat A02 är från en gammal beprövad leverantör. Aggregatet har en tank där limmet värms upp och i flytande tillstånd transporteras med speciella värmeslangar till en pneumatisk ventil som styr applicering av limmet. När ventilen Y103 öppnar, kommer det varma limmet att sprutas genom ett munstycke som formar strålen och riktar den mot önskat objekt.

För kommunikationen mellan styrskåpet och limaggregatet används en fyrledarkabel vid namn W04 (för signal info. se I/O lista).

För att spänningsmata limaggregatet använder jag en femledarkabel vid namn W03 (Se bilaga 2 sida 002 och 005).

3.3 Dimensionering

Vid dimensionering av kablage och säkringar, har jag tänkt på eventuell utökning av antal komponenter i styrskåpet. Därför kommer man exempelvis att kunna installera en extra frekvensomvandlare för styrning av ett transportband, om någon kund så önskar. Det finns även plats för extra säkringar eller plintar.

Name	Cabel	Name	Cabel
W01	Frequency Inverter 1	W15	Position sensor cabel
W02	Frequency Inverter 2	W16	Position sensor cabel
W03	Hotmelt power supplie 5x1.5 mm2	W17	Position sensor cabel
W04	Hotmelt signal cabel 4x0.75 mm2	W18	Position sensor cabel
W05	HMI to PLC signal cabel	W19	Position sensor cabel
W06	Safety switch 1 cabel 4X0.75 mm2	W20	Position sensor cabel
W07	Safety switch 2 cabel 4X0.75 mm2	W21	Position sensor cabel
W08	Safety switch 3 cabel 4X0.75 mm2	W22	Position sensor cabel
W09	Safety switch 4 cabel 4X0.75 mm2	W23	Position sensor cabel
W10	Pressure sensor	W24	Position sensor cabel
W11	Sensor A cabel	W25	Air start valve cabel
W12	Sensor B cabel	W26	Signalling beacon
W13	Sensor C cabel	W27	Air valve terminal cabel
W14	Sensor D cabel	W28	Glue on Air valve cabel

Figur 7. Förteckning över kablar i yttre kretsen. [Egen källa]

3.4 Montageritning

Montageritningssyfte är att ge all möjlig information om utseendet av ett styrskåp. Ritningen beskriver noggrant komponenters utseende, placering, mått och beteckning på styrskåpets insida och utsida, eftersom alla mått och komponenter på ritningen är skalenligt ritade (Se bilaga 3).

3.5 Standarder

Vid val av utrustning och vid dimensionering av kablage och säkringar för ett styrskåp måste man alltid följa gällande direktiv och standarder såsom lågspänningsdirektivet, CE-kraven den europeiska maskinsäkerhets standarden eftersom maskinen måste vara godkänd enligt dessa.

4 Programmering

Innan jag började programmera var jag tvungen att bekanta mig med ett datorprogram som heter CX-Programmer. Med CX-Programmer kan man programmera PLC, dokumentera program och övervaka PLC under exekvering. Med hjälp av Omrons pärm [7] och enkla övningar som finns i den, kunde jag inom några dagar börja programmera för lådförslutaren.

4.1 Om PLC

I slutet av 1970 talet började PLC ersätta gamla reläsystem. Det var på Allen Bradley man utvecklade PLC system. Laddertekniken användes för att programmera dessa system. Ladderdiagram ser ut som ett reläschemat vilket gjorde att PLC system accepterades snabbt i industrin. Under 1980 och 1990 talet har utvecklingen av PLC gått så långt att priset för PLC har minskat, användarvänlighet och pålitlighet har ökat markant. Idag är PLC system komplicerade kraftfulla styrsystem som kan styra ett stort antal sensorer, motorer, pneumatiska och hydrauliska don. Ökad informationsmängd mellan PLC, PC och annan utrustning uppnås genom uppkoppling i nätverk eller fältbus. Presentation av data och statistisk information uppnås med hjälp av displayer, skrivare och bildskärmar.

Den internationella standarden för PLC (IEC 61131-3) specificerar följande språk som kan användas för programmering av PLC. Dessa språk är:

- Ladder diagram (LD)
- Sequential Function Charts (SFC)
- Function Block Diagram (FBD)
- Structured Text (ST)
- Instruction List (IL)

4.1.1 Ladder diagram (LD)

Ladder diagram är fortfarande det mest använda PLC språket. Fördelen med språket är att det är grafiskt och att det ser ut som ett relälinjeschema. Dessa egenskaper möjliggjorde att även elektriker eller elingenjörer kunde förstå och programmera PLC med detta språk.

4.1.2 Sequential Function Charts (SFC)

SFC har utvecklats för mer avancerade och större PLC system som ska vara lätta att överblicka. Den liknar en flödesplan men den är kraftfullare och exekveringen behöver inte följa en enda väg genom flödesplanen.

4.1.3 Function Block Diagram (FBD)

FBD är ett grafiskt programmeringsspråk där huvudkonceptet är att data kommer från en ingång, flyter in i ett funktionsblock som senare genererar resultat till en utgång.

4.1.4 Structured Text (ST)

ST är ett textbaserat modernt programmeringsspråk som liknar BASIC och Pascal. Det är lämpligt att använda när man ska programmera speciella kontrollalgoritmer t.ex. funktionsblock som skall användas ihop med exempelvis ladderdiagram. Liksom andra högnivåspråk är koden kompakt och överskådlig.

4.1.5 Instruction List (IL)

Instruktionslista eller mnemonic instruktion är ett annat sätt att representera ladderdiagram. Den liksom ladderdiagram är de äldsta programmeringsspråken för PLC.

4.2 Design

Design av ett PLC program kan vara omfattande, många delmoment i ett projekt måste vara klara innan man kan börja med själva programmeringen. En funktionsbeskrivning är ett måste, den skall vägleda programmeraren när hon eller han skall ta fram underlag för ett PLC program. Det i särklass viktigaste underlaget för ett PLC program är I/O listan. I/O listan är en förteckning över objekt som skall anslutas till PLC:ns ingångar och utgångar. Det finns inga regler vad en lista bör innehålla förutom in- och utgångar. Jag tycker att en I/O listan bör ha:

- bra förklarande namn för in- och utgångar
- namn eller funktion för objekt som är anslutna till in- och utgångar
- plintnummer
- nollnummer (se terminologi)

Det finns exempel på I/O listor [2] där man även vill ha spänningsmatnings- och jordanslutningar samt logiska funktioner för respektive in- och utgångar, men jag tycker att en I/O lista inte ska vara för komplicerad eftersom den kan vara ett hjälpmedel vid felsökningar som kan utföras av icke programmerare.

4.2.1 I/O Lista

I/O listan är på engelska för att engelskan är koncernspråk, dessutom kommer listan att användas i många olika länder runt om i världen och därför är det viktigt att skriva den på engelska. Nedanstående figurer 8 och 9 innehåller samtliga PLC:ns in- och utgångar oavsett om de används eller ej.

IN	Namn	Objekt	Nollnummer	Plintnummer
0.00	EM-stop OK	Safety Relay Units	103	
0.01	Main Air OK	Pressure sensor		1
0.02	Inverter 1 Fault	Frequency Inverter	119	
0.03	Inverter 2 Fault	Frequency Inverter	120	
0.04	Start button	Control button	125	
0.05	Stopp button	Control button	126	
0.06	Reset Button	Control/Signalling button	127	
0.07	Box @ Stopper	Sensor A		2
0.08	Box @ Hotmelt	Sensor B		3
0.09	Box @ Flap folder	Sensor C		4
0.10	Que @ Conveyor	Sensor D		5
0.11	Stopper up	Cylinder position sensor		6
1.00	Stopper down	Cylinder position sensor		7
1.01	Kicker up	Cylinder position sensor		8
1.02	Kicker down	Cylinder position sensor		9
1.03	Flap folder 1 up	Cylinder position sensor		10
1.04	Flap folder 1 down	Cylinder position sensor		11
1.05	Flap folder 2 up	Cylinder position sensor		12
1.06	Flap folder 2 down	Cylinder position sensor		13
1.07	Box Level Adjuster up	Cylinder position sensor		14
1.08	Box Level Adjuster down	Cylinder position sensor		15
1.09	Glue - Ready	Hotmelt		16
1.10	Glue - Fault	Hotmelt		17
1.11	Glue - Tank low level	Hotmelt (Early warning)		18
2.00				
2.01				
2.02				
2.03				
2.04				
2.05				
2.06				
2.07				

Figur 8. I/O Lista. [Egen källa] Anm. gråfärgade rutor representerar ingångar på expansionsmoduler.

UT	Namn	Objekt	Nollnummer	Plintnummer
100.00	Reset EM-stop	Safety Relay Units	117	
100.01	Start Inverter	Frequency Inverter	118	
100.02	Main Air	Air start valve	104	
100.03	Green light	Signalling beacon		19
100.04	Blue light	Signalling beacon		20
100.05	Yellow light	Signalling beacon		21
100.06	Stopper up	Air valve terminal		22
100.07	Stopper down	Air valve terminal		23
101.00	Kicker up	Air valve terminal		24
101.01	Kicker down	Air valve terminal		25
101.02	Flap folder up	Air valve terminal		26
101.03	Flap folder down	Air valve terminal		27
101.04	Box Level Adjuster up	Air valve terminal		28
101.05	Box Level Adjuster down	Air valve terminal		29
101.06	Spare valve 1	Air valve terminal		30
101.07	Spare valve 2	Air valve terminal		31
102.00	Glue - Aut.Standby	Hotmelt		32
102.01	Glue_On	Air valve		33
102.02	Blue button light	Control button		34
102.03				
102.04				
102.05				
102.06				
102.07				

Figur 9. I/O Lista. [Egen källa] Anm. gråfärgade rutor representerar utgångar på expansionsmoduler.

4.2.2 Program och programsektioner

Med hjälp av ett gammalt program från EL1 som är en fyllmaskin kunde jag se hur man brukar strukturera program på Ecolean.

Lådförslutarens program skulle ha liknande struktur som program i Ecoleans maskiner eftersom servicepersonal eventuellt skall serva och underhålla lådförslutare någon gång i framtiden (se bilaga 4 sid. 19).

Redan från början var det bestämt att lådförslutaren skall ha två program. Anledningen var att tilltryckaren skulle vara tillval till lådförslutaren och då kunde tilltryckaren vara en del av maskinen men programmet skulle vara detsamma oavsett om den fanns eller inte. Man skulle välja från HMI ifall man ville köra maskinen med tilltryckare eller inte. Detta resulterade i två program, Main_Program och Adjusting.

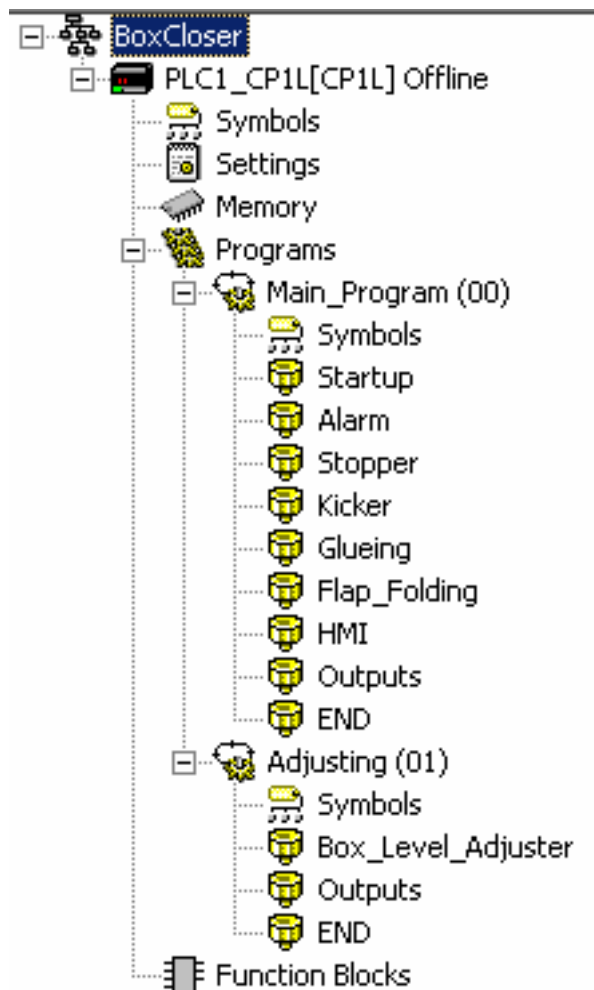
Varje program skall vara överskådligt och flexibelt för ändringar. Därför delades programmet in i sektioner. Varje sektion har fått namn efter sin funktion i programmet.

Grundläggande sektionsnamn och sektionsfunktioner i alla program brukar vara:

- Startup
- Alarm
- Outputs
- End

Andra sektioner brukar namnges efter komponenter eller efter stationsindelning. Resten av programmets sektioner heter:

- Stopper
- Kicker
- Glueing
- Flap_Folding
- HMI
- Box_Level_Adjuster



Figur 10. Program och programsektioner. [Egen källa]

4.2.2.1 Startup

I Startup programmerar man uppstart av maskinen med alla startsignaler som är viktiga för att en maskin skall fungera.

Vid programmering av Startup sektionen för lådförslutaren har jag tänkt på vad som händer när man för första gången sätter på spänning och därefter har jag utvecklat sektionen så att den tar hand om alla för drift nödvändiga signaler. I första raden använder jag en minnescell som heter *First_Cycle_task*, som namnet antyder handlar det om att cellen ger första impulsen vid starten av PLC. Impulsen sätter igång en kedjereaktion där t.ex. gul lampa på ljusfyren och återställningsknapp tänds samtidigt som Startup Sequence flagga sätts. För att aktivera utgångar, sätta flaggor och starta timers används instruktion SET som står för *Set*, motsatt instruktion som släcker utgångar eller påverkar flaggor heter RSET som står för *Reset*. Så länge man inte återställer en utgång eller en minnescell efter SET kommer utgången eller minnescellen att vara aktiv. Instruktionerna SET och RSET användes mest av alla instruktioner vid programmeringen. (se bilaga 4 sid. 1 till 4).

4.2.2.2 Alarm

I Alarm sektionen behandlas säkerhet, där samlar man alla alarmtyper och definierar deras viktighetsgrad (se bilaga 4 sid. 4).

4.2.2.3 Outputs

Outputs sektionen innehåller alla utgångar, där finns det bara förbindningar mellan specifika minnesceller och fysiska utgångar (se bilaga 4 sid. 13).

Minnesceller allokeras i läs- och skriv-minnesarean eller specifikt i mitt fall är det i IR data-area. I programmet kallas dessa minnesceller för Work bit och börjar med adressen W0.00. Minnescellernas syfte är att de skall manipuleras vid exekvering istället för fysiska utgångar. När exekvering av själva programkoden är klar kommer minnescellernas status att kopieras över till fysiska utgångar. Nedanstående figur visar dessa minnesceller.

Adress	Name	Data Type	Comment
W0.00	Reset	BOOL	Reset Safety Relay
W0.01	Start_Inverter	BOOL	Start Inverter
W0.02	Start_Main_Air	BOOL	Start Main Air
W0.03	Green_Light	BOOL	Signalling beacon
W0.04	Blue_Light	BOOL	Signalling beacon
W0.05	Yellow_Light	BOOL	Signalling beacon
W0.06	Stopper_Up	BOOL	Stopper Up
W0.07	Stopper_Down	BOOL	Stopper Down
W0.08	Kicker_Up	BOOL	Kicker Up
W0.09	Kicker_Down	BOOL	Kicker Down
W0.10	Flap_Folder_Up	BOOL	Flap Folder Up
W0.11	Flap_Folder_Down	BOOL	Flap Folder Down
W0.12	Glue_Aut_Standby	BOOL	Glue Aut. Standby
W0.13	Glue_On	BOOL	Glue On
W0.14	Box_Adj_up	BOOL	Box Level Adjuster up
W0.15	Box_Adj_down	BOOL	Box Level Adjuster down
W1.00	Blue_Button	BOOL	Control button

Figur 11. Översikt över minnesceller. [Egen källa]

4.2.2.4 End

End sektionen innehåller enbart END-instruktion som gör att programmet exekverar från början igen (se bilaga 4 sid. 18).

4.2.2.5 Stopper

Stopper sektionen innehåller villkor för styrning av en pneumatisk cylinder som separerar och stoppar inkommande lådor (se bilaga 4 sid. 6).

4.2.2.6 Kicker

Kicker sektionen innehåller villkor för styrning av Sparkcylindern som kan fördröjas med hjälp av en timer.

Jag valde att starta limningssekvensen i Kicker sektionen med hjälp av en instruktion som heter MOV(021) och som står för *Move*. Instruktion sätter ett

ord eller ett bit till det önskade värdet. Ord W20 får värde 1 i Kicker sektionen (se bilaga 4 sid. 7).

4.2.2.7 Glueing

Glueing sektionen innehåller villkor för styrning av limning. Förutom timers som styr när och hur länge limmet skall appliceras använde jag en instruktion som heter ASL(025). ASL är förkortning för *Arithmetic Shift Left*.

Instruktionen flyttar innehållet i bitar till vänster.

I limningssektion styr ord W20 limningssekvensen. Genom att, efter varje steg i programmet flytta en bit, ändras värdet för ord W20 som i sin tur också fungerar som villkor för nästa steg. På detta sätt kan man styra exekveringen av ett program oavsett hur programinstruktionerna är placerade i programmet. Efter avslutad limningssekvens sätter jag ordet W20 till 32768 med hjälp av MOV(021). Det innebär att bit nummer 15 det vill säga MSB har värde 1 vilket i sin tur betyder att limningssekvensen är klar och omöjlig att starta förrän MOV(021) i Kicker sektionen har satt W20 till 1 eller LSB är 1 (se bilaga 4 sid. 8 och 9).

4.2.2.8 Flap Folding

Flap folding sektionen styr pneumatiska cylindrar. Cylindrarna pressar lådornas flikar under en viss tid som bestäms av en timer. Under pressning måste transportbandet stå stilla, därför finns det en flagga som skall styra uppstart av frekvensomvandlaren, som driver transportbandet.

Samtidigt som transportbandet står stilla måste Stopper vara uppe och stoppa alla lådor på väg in i lådförslutaren. För den instruktion finns det en flagga som heter Flap Folder Flag (se bilaga 4 sid. 10).

4.2.2.9 HMI

HMI sektionen innehåller instruktioner för start och avstängning av tilltryckare. TKON(820) står för *Task On* som gör att programmet Adjusting exekveras i nästa läsning av programkoden, TKOF(821) står för *Task Off* och vid aktivering exekveras inte programmet Adjusting. Med instruktioner <>(305) *EJ lika med* och <=(315) *Mindre eller lika med* avläses LSB i ord D1 och sätter antingen TKON eller TKOF till 1. Ordet D1 som heter Adjuster är av typen Channel vilket innebär att det är två byte långt och används för kommunikation mellan HMI och PLC.

Sektionen innehåller även instruktioner för statusindikation på HMI. Ord D0 som heter HMI_Status_Flag är av samma typ som D1. Av 16 bitar som D0 har, används det sju bitar för att indikera status på lådförslutaren. Genom att sätta bitar till 1 med hjälp av MOV instruktionen styr jag statusindikering på HMI. PLC systemet kan indikera fem olika alarm. Ett av alarmen är varningsalarm som inte stoppar maskin utan bara varnar för låg limnivå i

tanken i limaggregaten, resterande alarm är av högre nivå. Även status under problemfridrift och stillestånd indikeras på HMI (se bilaga 4 sid. 11 och 12).

4.2.2.10 Box Level Adjuster

Box Level Adjuster innehåller villkor för styrning av den pneumatiska cylinder som pressar förpackningarna i lådor. Programmet är tillval och kan väljas från HMI.

4.3 HMI

Human Machine Interface som HMI står för, används flitigt inom industrin idag. Den är billig, enkel att programmera och lämplig att använda som indikerings- och manövreringshjälpmedel i styrsystem för industrimaskiner. Modellen som jag använde för lådförslutaren är av enklare typ, men fullt tillräcklig för ändamålet. Mjukvara som man programmerar HMI med heter NTXS finns gratis att ladda ner från Omrons hemsida på internet [14]. HMI:ns uppgift för lådförslutaren är att indikera maskinstatus och förändra värde för timern som styr speciella rörelser och limapplicering. HMI:ns gränssnitt skulle hållas enkel, därför har jag designat endast tre enkla sidor (se figur 11). Sidornas namn är:

- Main
- Recipe
- Adjuster

4.3.1 Main

Huvudsidan innehåller maskinnamnet som är EC1. Under namnet indikeras maskinstatus. Alarm indikeras med blinkande meddelande. Genom att trycka på ruta Recipes i övre vänstra hörnet kommer man till Popup screen (se figur 5) där man är tvungen att slå in koden för att fortsätta till receiptsidan.

4.3.2 Recipe

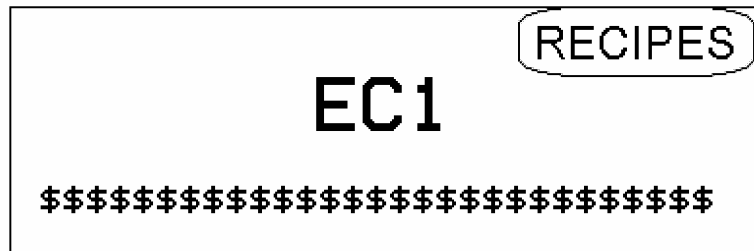
Enbart behörig personal kan komma åt recept sidan. På sidan kan man ändra fördröjningar för spark och lim, samt appliceringstid och paus mellan första och andra limningen. Det skall vara möjligt att försluta lådor med olika dimensioner i lådförslutaren därför finns den möjligheten att ändra olika tider (se funktionsbeskrivning kap.2.4.3 HMI). Genom att trycka på rutan bredvid texten dyker det upp en skärm (Popup screen) (se figur 5) där man trycker in önskat värde. Efter bekräftat värde med ruta ENT ändras respektive värde för timern i PLC. Main ruta leder till huvudsida och Next ruta leder till tilltryckarsida.

4.3.3 Adjuster

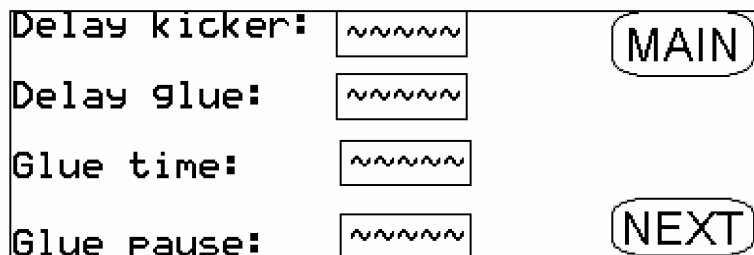
Genom att trycka på ON- eller OFF ruta kan man välja att stänga av respektive sätta på tilltryckaren. Main ruta leder till huvudsidan och Back rutan leder till receptsidan.

NTXS Screens :

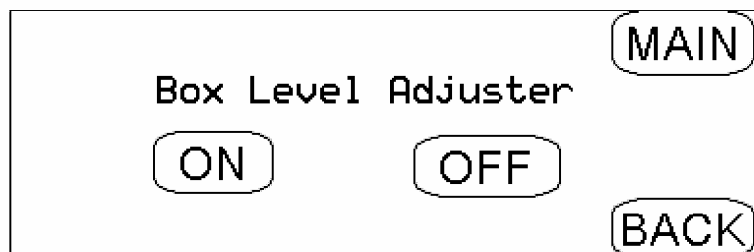
Screen No.0001 Screen Name : MAIN



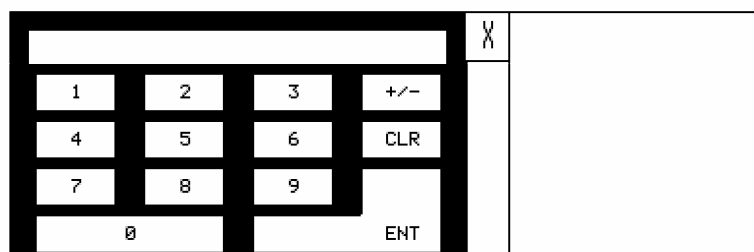
Screen No.0003 Screen Name : RECIPE



Screen No.0004 Screen Name : ADJUSTER



Screen No.65001 Screen Name : Popup screen : 1



Figur 12. Översikt över HMI:ns sidor. [Egen källa]

4.3.4 Tags

Innan man kan börja programmera HMI måste man definiera och namnge minnesceller och dataord som kallas tags på Omronspråk. När man har definierat tags kan man använda de i HMI:ns applikationer. Nedanstående figur visar de tags som används i applikationen. De är ord på 2 Byte som ändras i HMI och sedan kopieras till PLC. DM0 används för statusindikering. DM1 används för att aktivera respektive stänga av tilltryckare. DM10, DM11, DM12 och DM13 används för ändring av timers.

NTXS Tags :

No.	Node Name	Tag	Bytes	Tag Name
0001	PLC	DM00000	2	Status
0002	PLC	DM00001	2	Adjuster
0003	PLC	DM00010	2	Delaying Kicker
0004	PLC	DM00011	2	Delaying Glueing
0005	PLC	DM00012	2	Glueing Time
0006	PLC	DM00013	2	Glueing Pause

Figur 13. Översikt över minnesceller/Tags. [Egen källa]

4.4 Test och simulering

Utan testning och simulering vet man inte om programmet som man utvecklar fungerar som det är tänkt. Jag hade tur eftersom jag kunde både testa och simulera programmet vid mitt skrivbord. Oftast är man tvungen att sitta bredvid maskinen som man programmerar i miljöer där det kan vara buller och mycket folk som går omkring. PLC och HMI som skulle användas i styrskåpet hade jag på skrivbordet, vilket gjorde att jag kunde koppla upp de med min dator och programmera. CX-Programmer kan både användas som simulator och som övervakare. Det går att testa program online som betyder att dator övervakar exekveringen i PLC och indikerar utgångarnas status, samtidigt som den tillåter simulering och programmering.

När jag gjorde programmet, lånade jag nätaggregat och kopplade PLC till det. Jag laddade programmet över till PLC och började testa. Med simuleringsverktyg kan man sätta minnesceller och följa förloppet online. Eftersom jag hade scenario för uppstart av maskin nedskrivna i funktionsbeskrivningen, kunde jag simulera Startupsekvensen och hela Startupsektionen efter det scenariot. Därefter simulerade jag resten av programmet det vill säga alla programsektioner. Simuleringen fungerade över förväntan. Jag hittade många fel i programmet samtidigt som jag fick överväga vissa programavsnitt och ändra dem så att maskinen skulle fungera enligt funktionsbeskrivningen.

När jag programmerade HMI hade jag den uppkopplad mot min dator hela tiden, därför undvek jag ändring av programmet.

När det var dags för programmering av kommunikationen mellan PLC och HMI var det bara att koppla ihop komponenterna och testa. Det tog lite tid innan jag kom på vilka minnesceller jag kunde använda för kommunikationen. De pärmar som jag hade tillgång till och hjälpfiler som följde med både CX-Programmer och NTXS hade inga exempel eller anvisningar på hur man skulle upprätta kommunikation mellan PLC och HMI. När jag ändrade en nolla på HMI:ns display till en etta vilket jag samtidigt kunde avläsa på PLC visste jag att programmeringsfasen i projektet snart skulle vara över. Att snygga till koden i PLC och sammankoppla kommunikations minnesceller (se figur 13) med redan färdiga funktioner för PLC gick på en halvtimme.

5 Slutsatser

5.1 Resultat

Målet med examensarbetet var att utveckla styrsystem för lådförslutaren. För att kunna göra det, var jag tvungen att lära mig rita el-schema i ELPROCAD ic PRO och programmera PLC och HMI. Arbetet skulle utföras på Ecolean Development AB i Helsingborg under 15 veckors tid. Under vecka 19 skulle vi ha en körbar version av lådförslutaren.

Trots alla problem i början av projektet, lärde jag mig rita i ELPROCAD ic PRO. Jag hann programmera PLC och HMI i tid och jag hann testa och simulera mina program.

Utöver mina specificerade uppgifter beträffande examensarbetet har jag fått medverka som fullvärdig medlem i gruppen som skulle utveckla lådförslutaren och därigenom varit involverad i beslutsprocessen för hela lådförslutaren.

Det gick inte att ha en körbar version av lådförslutaren under vecka 19 eftersom lådförslutaren inte var monterad p.g.a. att maskindelarna inte var klara och levererade.

Målsättningen var tuff, men jag satsade hårt för att uppnå den. Nu i efterhand kan jag säga att hårt arbete lönade sig i form av uppnådda mål och goda resultat, eftersom jag utvecklade styrsystemet för lådförslutaren under 15 veckors tid.

Tack vare Per Wahlströms fina ritningar i CAD kan figur 14 delvis illustrera resultat av mitt examensarbete.



Figur 14 Styrskåp. [Källa Per Wahlström Ecolean Development AB]

5.2 Möjlig vidareutveckling av lådförslutaren

Från början fanns det tankar att driva båda transportbanden med en enda frekvensomformare, men tack vare osäkerheten kring symmetri i gummiband och framtida slitage av dem, tyckte vi att det var säkrare och flexiblere att driva varje transportband separat. Eftersom vi tog beslut p.g.a. osäkerheten, hade det varit intressant att verkligen testa ifall vi bedömde rätt eller fel. För att kunna testa det måste man köra och övervaka lådförslutaren under lång tid.

6 Terminologi

ELPROCAD ic PRO	Är ett el-konstruktionsverktyg som levereras av PROCAD Systems AB
HMI	Human Machine Interface är en operatörspanel eller en pekskärm.
PLC	Programmable Logic Controller
CX-one Programmer	Är Omrons programmeringseditor för PLC
NTXS	Är Omrons programmeringseditor för enklare pekskärmar.
Algoritm	Lista med väldefinierade instruktioner som från givet utgångsläge leder till ett definierat resultat
Nollnummer	Har kablar som går mellan komponenter i styrskaåpet
MSB	Most Significant Bit - Den mest signifikanta siffran
LSB	Least Significant Bit - Den minst signifikanta siffran

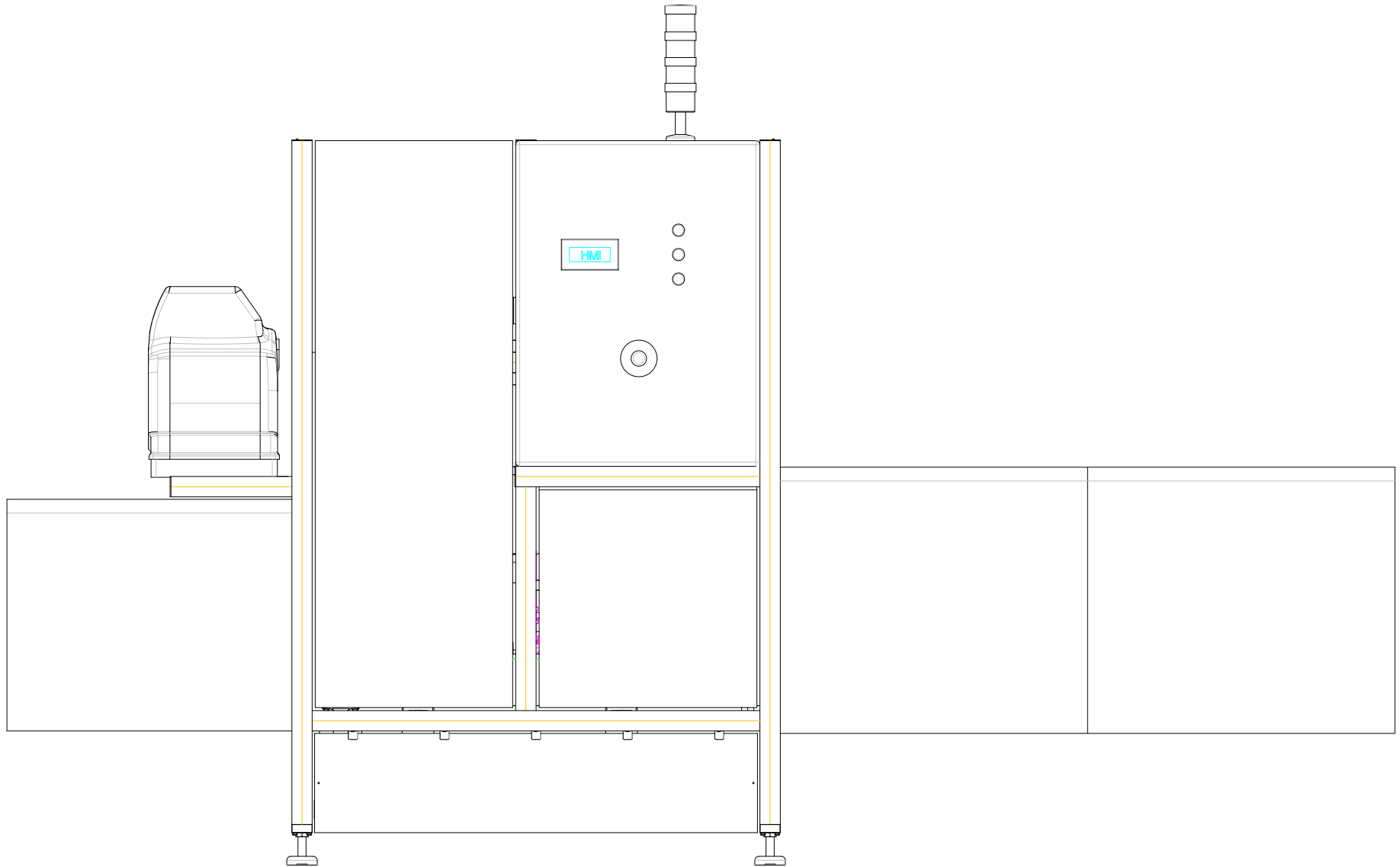
7 Referenser

- [1] Ecolean AB, Helsingborg, Sverige, februari 2008
<http://ecolean.com/packaging-systems/material.aspx>.
- [2] Haag, Bengt (1998), *Industriell systemteknik*, Studentlitteratur, Lund, ISBN 978-91-44-00819-6.
- [3] Eklund, Sven (2002), *Arbeta i projekt*, Studentlitteratur, Lund, ISBN 91-44-02365-0.
- [4] Alfredsson, Alf – Jacobsson, Karl Axel – Rejminger, Anders – Sinner, Bengt (1996), *Elmaskiner*, Liber AB, Arlöv, ISBN 91-47-00066-X.
- [5] *Elkraftsystem 2* (1997), Liber AB, Arlöv, ISBN 91-47-00065-1.
- [6] <http://www.what-is-net.info/>
- [7] Omron Electronics AB, Kista, Sverige, PLC-Programmering STEG-1, OMRON-Skolan, Juni 01.
- [8] SIKROMA AB, Utbildnings pärm i ELPROCAD IC PRO 2.0.
- [9] Elsäkerhetsverkets starkströmsföreskrifterna, 1999:5
- [10] Den europeiska maskinsäkerhets standarden, EN 60204-1:1997
- [11] Jokab Safety AB, Kungsbacka, maj 2008, (Säkerhetsreläer)
<http://www.jokabsafety.com/default.asp?viewset=1&lang=SE&on=Svenska&id=&initid=1910&heading=Svenska&mainpage=templates/jokablist.asp?sida=1662>
- [12] AFS 1994:48, AFS 2006:4, EN ISO 12100-1/-2, EN 60204-1, EN 954-1/EN ISO 13849-1.
- [13] Omron Electronics AB, Kista, Sverige, maj 2008
http://industrial.omron.se/sv/products/catalogue/motion_and_drives/frequency_inverters
- [14] Omron Electronics AB, Kista, Sverige, maj 2008
<http://industrial.omron.se/>

Bilagor

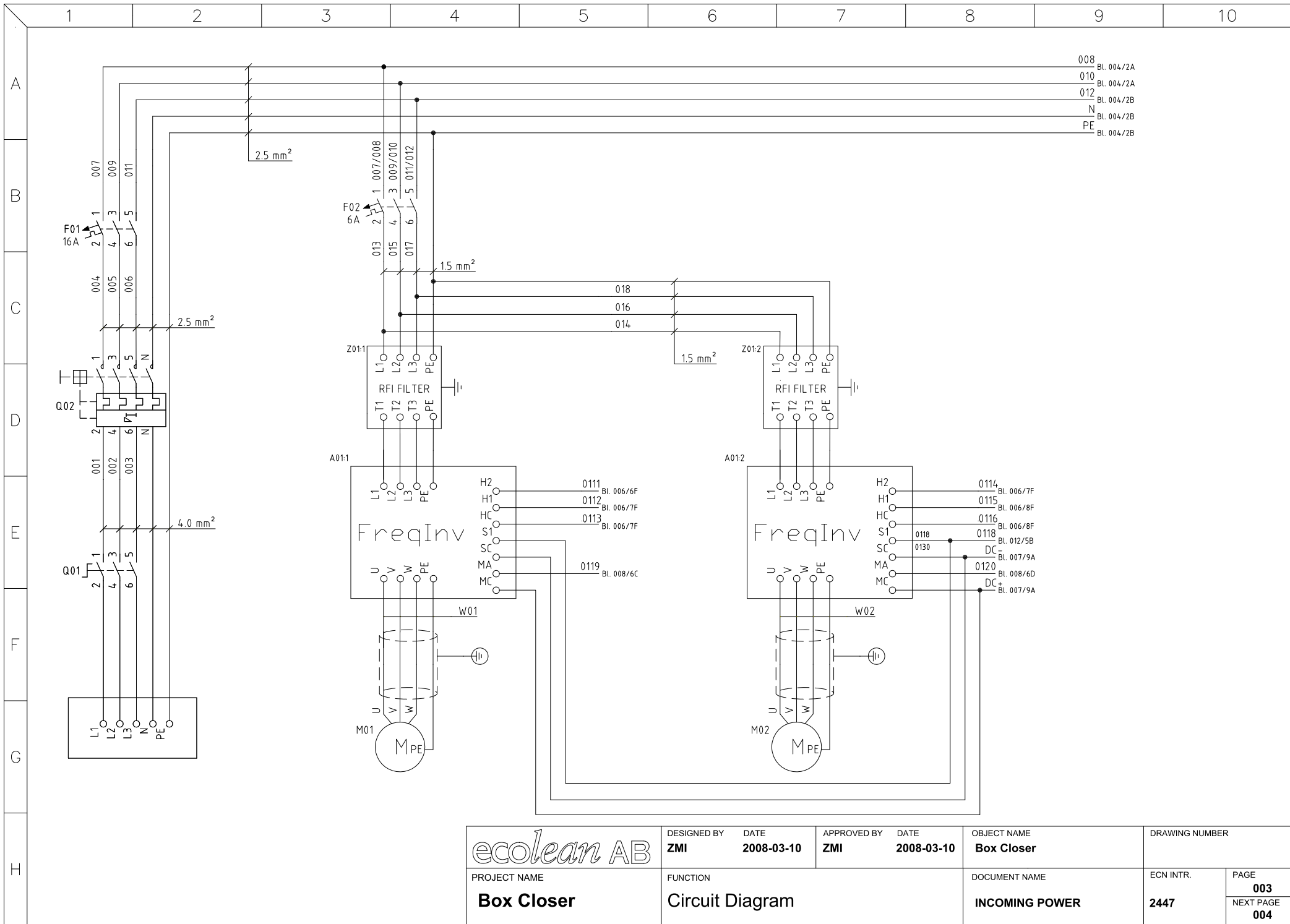
Bilaga 1 Circuit Diagram	(001/015)
Bilaga 2 Connection Diagram	(001/009)
Bilaga 3 Mounting Diagram	(001/002)
Bilaga 4 Ladder Diagram	(001/019)
Bilaga 5 PLC Symbols	(001/004)

Bilaga 1



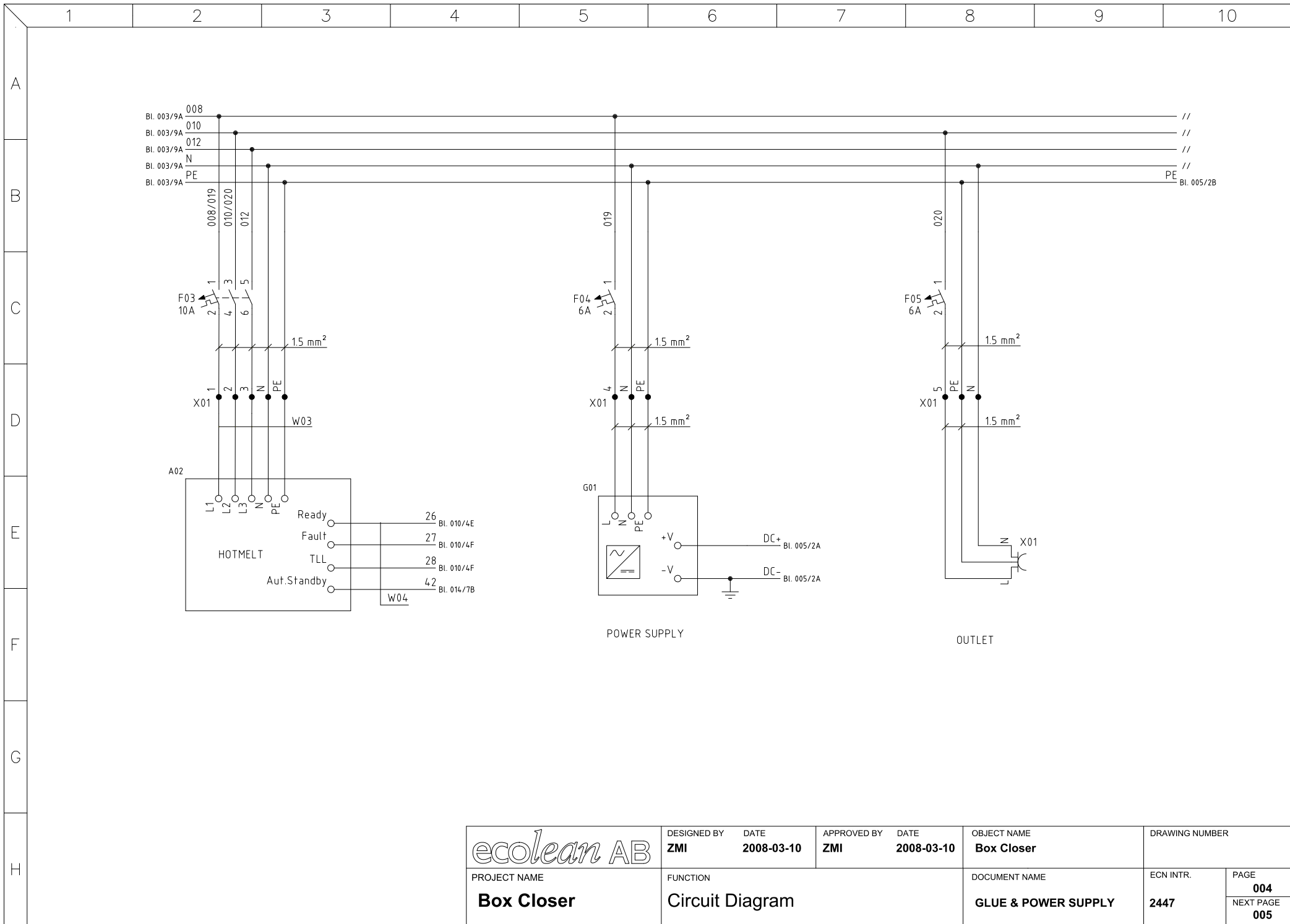
<i>ecolean</i> AB	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME ELECTRICAL MACHINE	ECN INTR. 2447	PAGE 001 NEXT PAGE 002

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																
A																																										
B	INDEX:																																									
C	<hr/> 003 POWER CIRCUIT - INCOMING POWER 004 POWER CIRCUIT - GLUE AND POWER SUPPLY 005 LOW VOLTAGE CIRCUIT - HMI AND PLC 006 LOW VOLTAGE CIRCUIT - SAFETY RELAYS 007 LOW VOLTAGE CIRCUIT - EMERGENCY AND SAFETY DOOR CIRCUIT 008 PLC INPUT A04:1 - INPUT 0.00 TO 0.07 009 PLC INPUT A04:1 - INPUT 0.08 TO 1.03 010 PLC INPUT A04:1 - INPUT 1.04 TO 1.11 011 PLC INPUT A04:2 - INPUT 2.00 TO 2.07 012 PLC OUTPUT A04:1 - OUTPUT 100.00 TO 100.07 013 PLC OUTPUT A04:1 - OUTPUT 101.00 TO 101.07 014 PLC OUTPUT A04:3 - OUTPUT 102.00 TO 102.07 015 PLC LAYOUT																																									
D																																										
E																																										
F																																										
G	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ZERO NUMBERS:</p> <hr/> POWER CONNECTIONS 001 - 027 SIGNALS 0100 - 0130 </div>																																									
H	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><i>ecolean</i> AB</td> <td>DESIGNED BY ZMI</td> <td>DATE 2008-03-10</td> <td>APPROVED BY ZMI</td> <td>DATE 2008-03-10</td> <td>OBJECT NAME Box Closer</td> <td colspan="4">DRAWING NUMBER</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROJECT NAME Box Closer</td> <td colspan="3">FUNCTION Circuit Diagram</td> <td colspan="2">DOCUMENT NAME INDEX</td> <td>ECN INTR. 2447</td> <td colspan="3">PAGE 002</td> </tr> <tr> <td colspan="7"></td> <td colspan="3">NEXT PAGE 003</td> </tr> </table>										<i>ecolean</i> AB		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER				PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME INDEX		ECN INTR. 2447	PAGE 002										NEXT PAGE 003		
<i>ecolean</i> AB		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER																																			
PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME INDEX		ECN INTR. 2447	PAGE 002																																		
							NEXT PAGE 003																																			

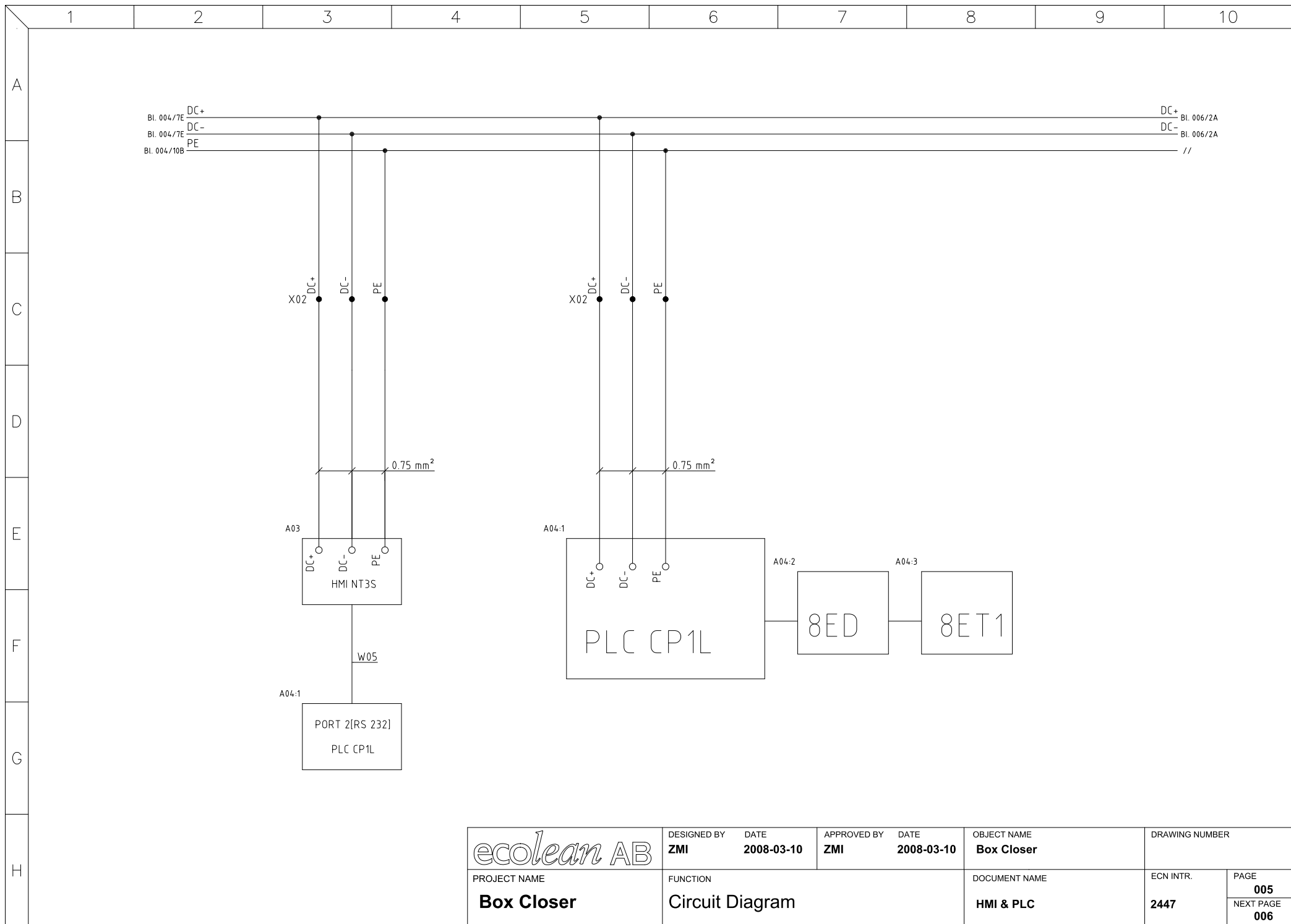


008 Bl. 004/2A
 010 Bl. 004/2A
 012 Bl. 004/2B
 N Bl. 004/2B
 PE Bl. 004/2B

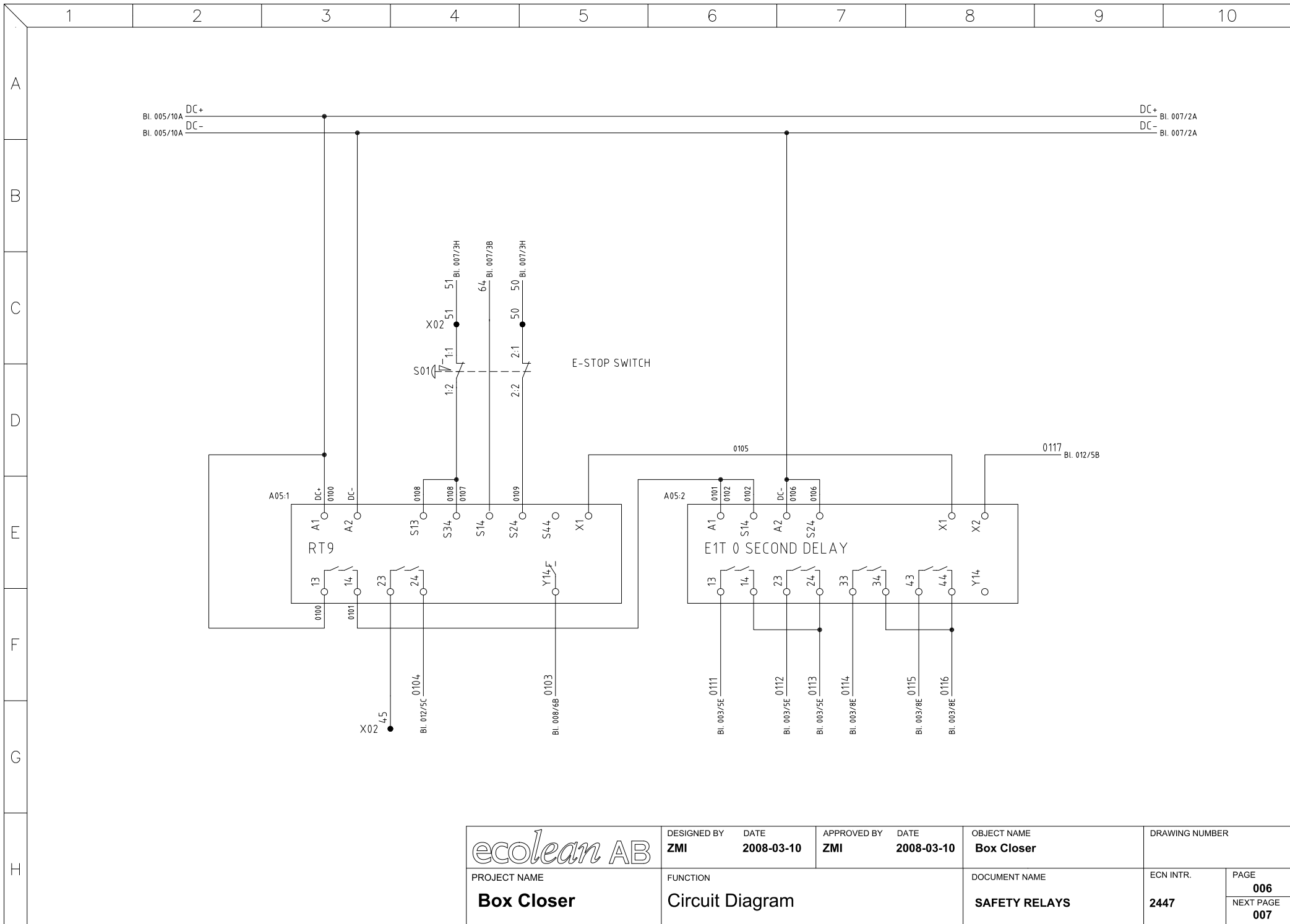
		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
		PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME INCOMING POWER	ECN INTR. 2447	PAGE 003 NEXT PAGE 004



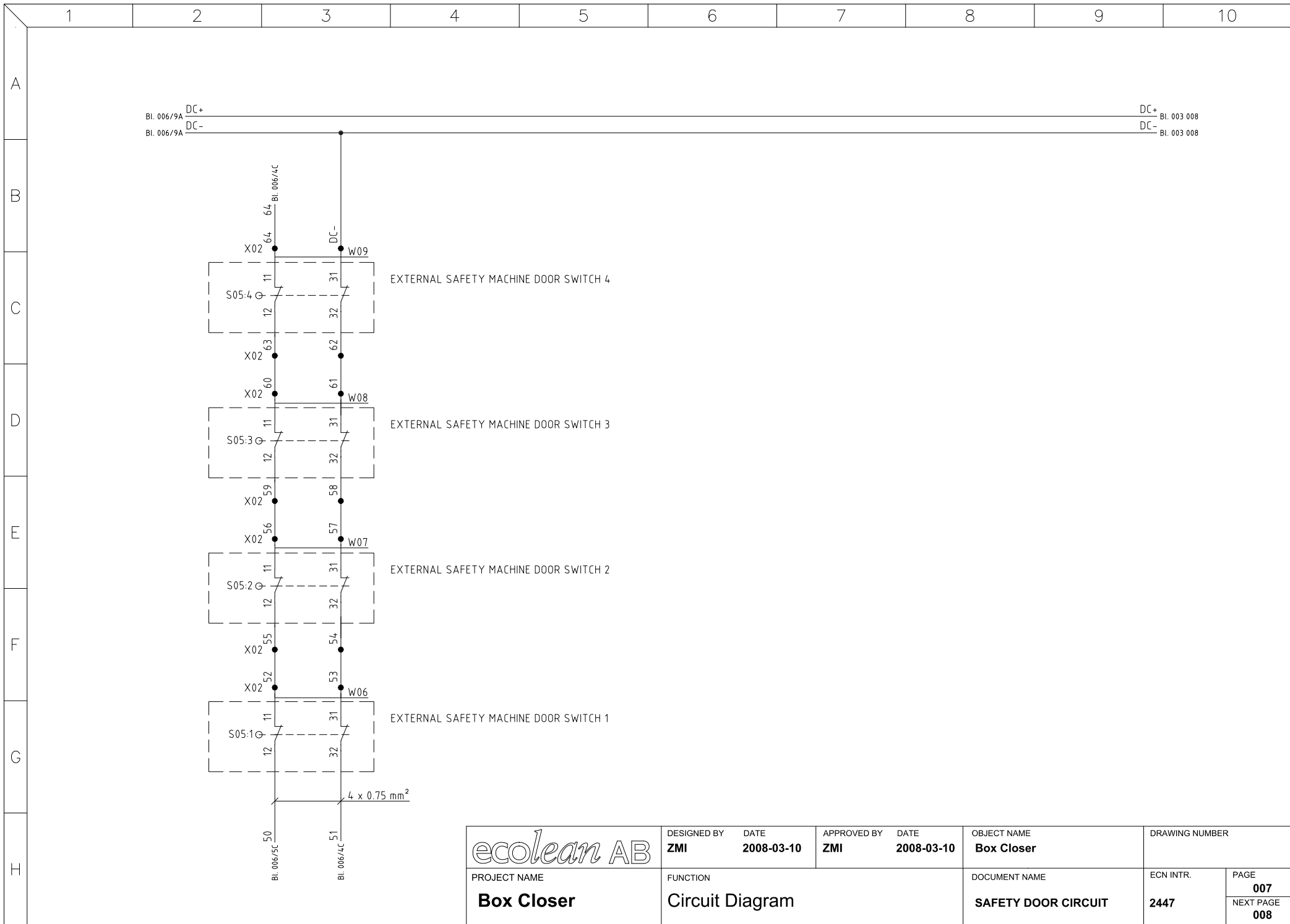
	DESIGNED BY	DATE	APPROVED BY	DATE	OBJECT NAME	DRAWING NUMBER	
	ZMI	2008-03-10	ZMI	2008-03-10	Box Closer		
PROJECT NAME	FUNCTION			DOCUMENT NAME	ECN INTR.	PAGE	
Box Closer	Circuit Diagram			GLUE & POWER SUPPLY	2447	004	
						NEXT PAGE	
						005	



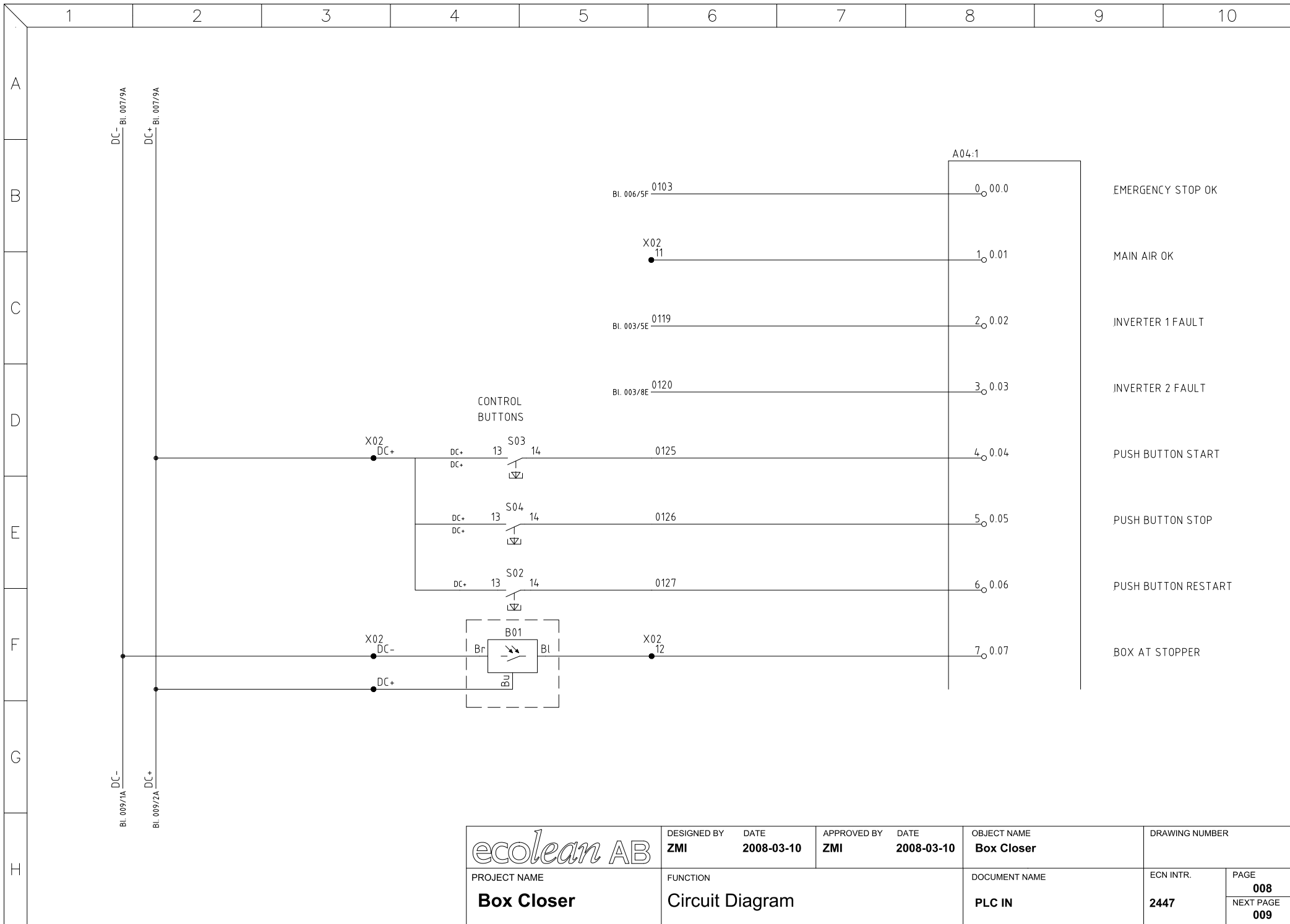
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME HMI & PLC	ECN INTR. 2447	PAGE 005 NEXT PAGE 006



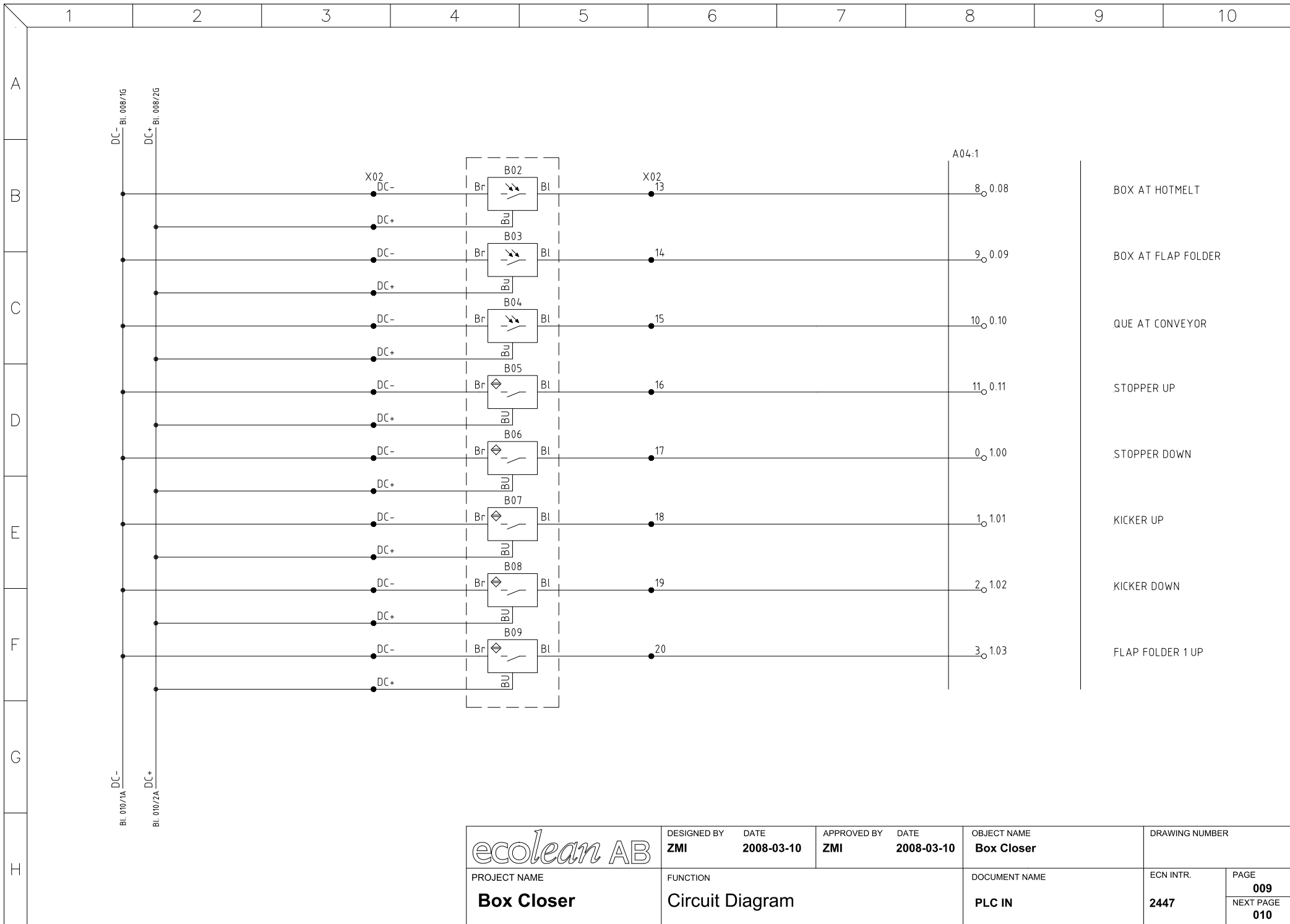
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME SAFETY RELAYS	ECN INTR. 2447	PAGE 006 NEXT PAGE 007

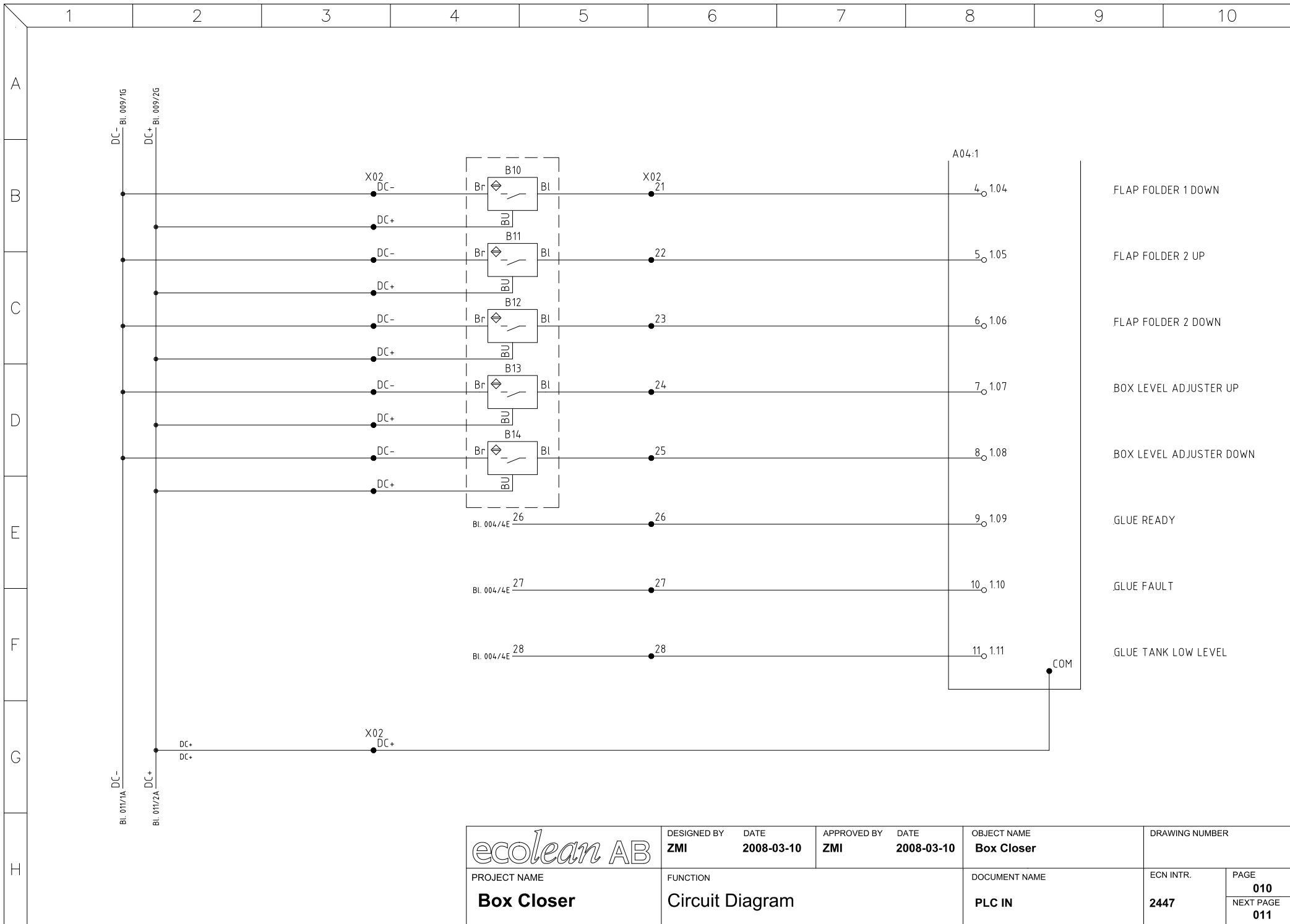


	DESIGNED BY	DATE	APPROVED BY	DATE	OBJECT NAME	DRAWING NUMBER
	ZMI	2008-03-10	ZMI	2008-03-10	Box Closer	
PROJECT NAME	FUNCTION				DOCUMENT NAME	ECN INTR.
Box Closer	Circuit Diagram				SAFETY DOOR CIRCUIT	2447
					PAGE	007
					NEXT PAGE	008

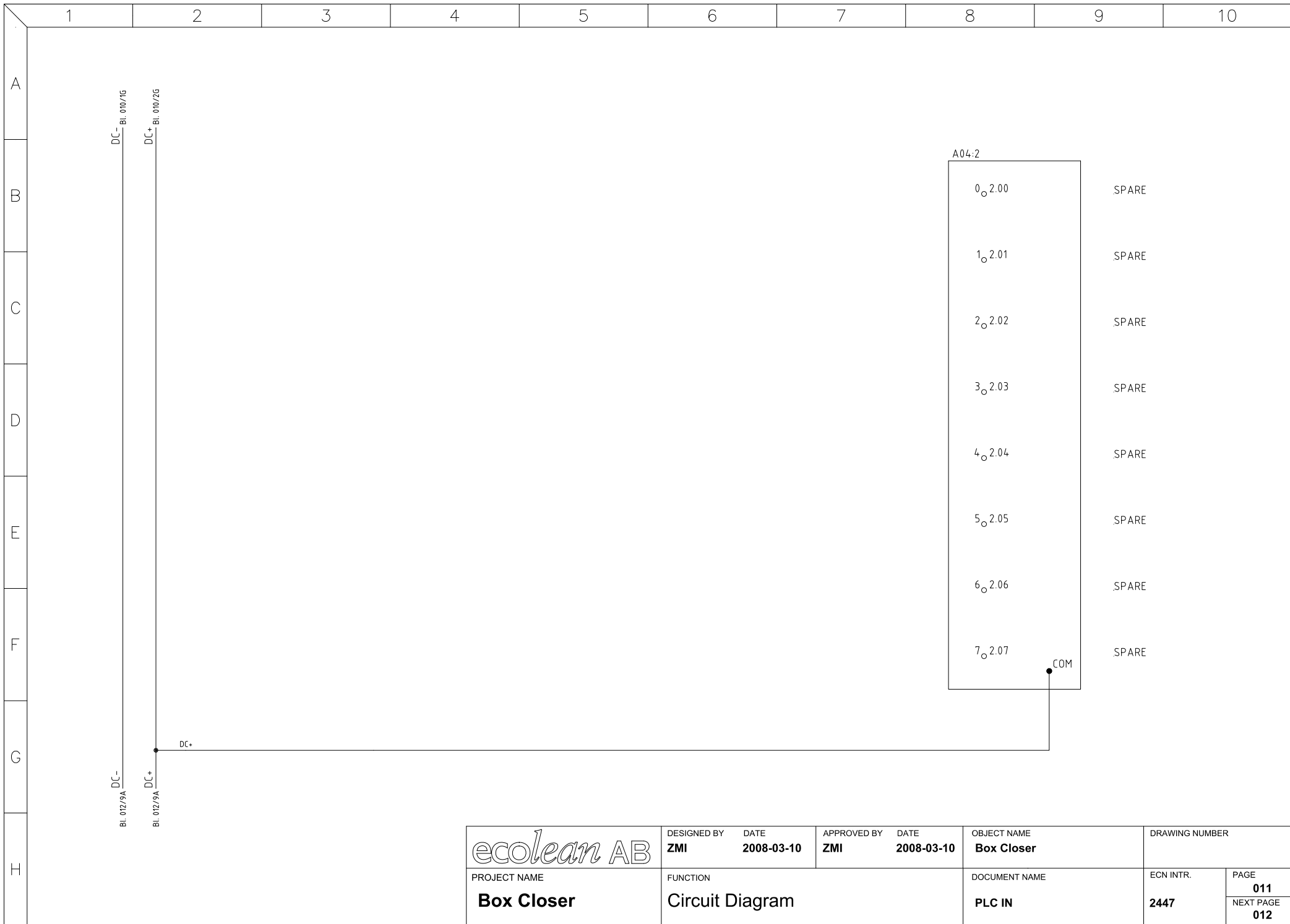


	DESIGNED BY	DATE	APPROVED BY	DATE	OBJECT NAME	DRAWING NUMBER	
	ZMI	2008-03-10	ZMI	2008-03-10	Box Closer		
PROJECT NAME	FUNCTION			DOCUMENT NAME	ECN INTR.	PAGE	
Box Closer	Circuit Diagram			PLC IN	2447	008	
					NEXT PAGE		
					009		

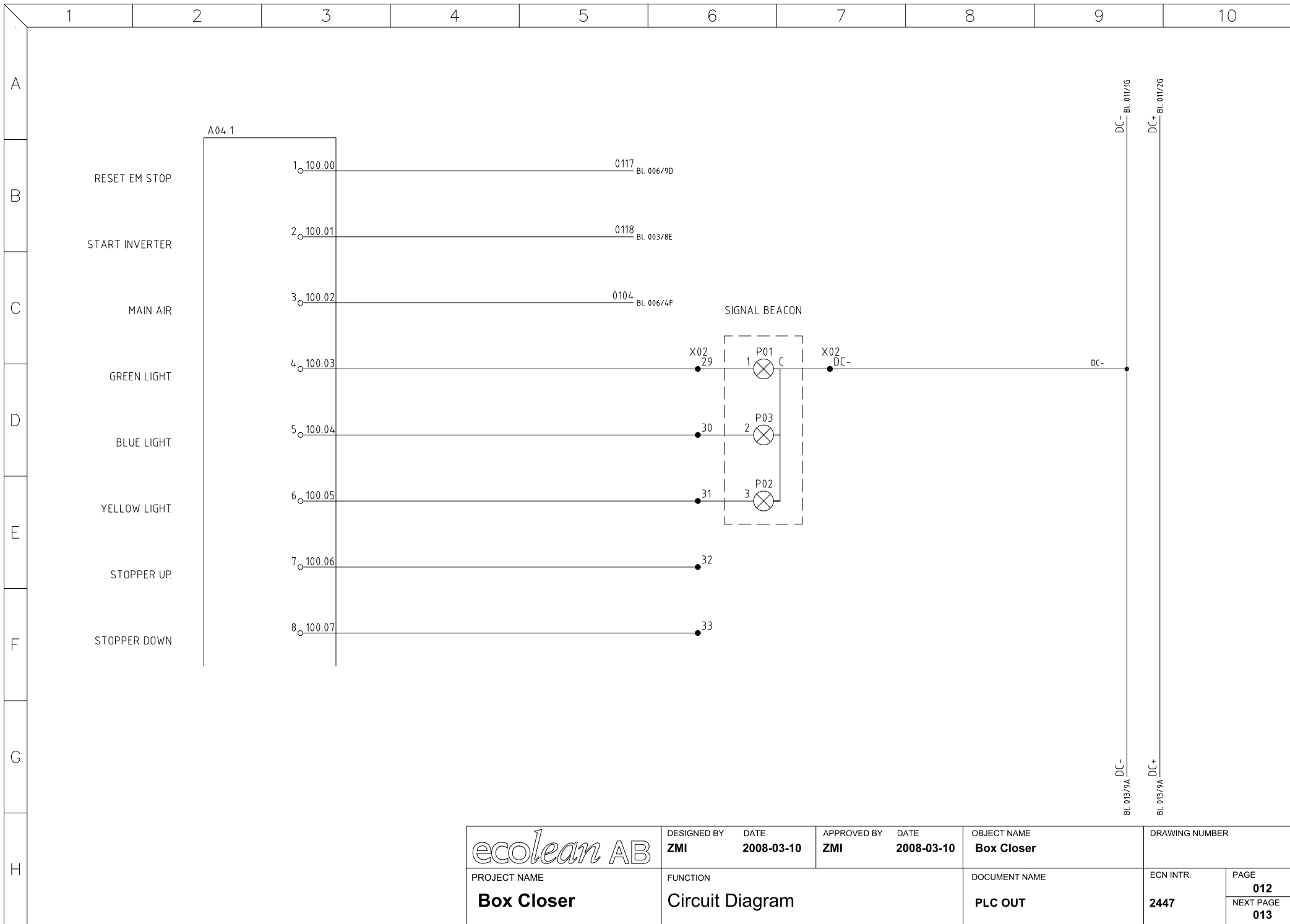




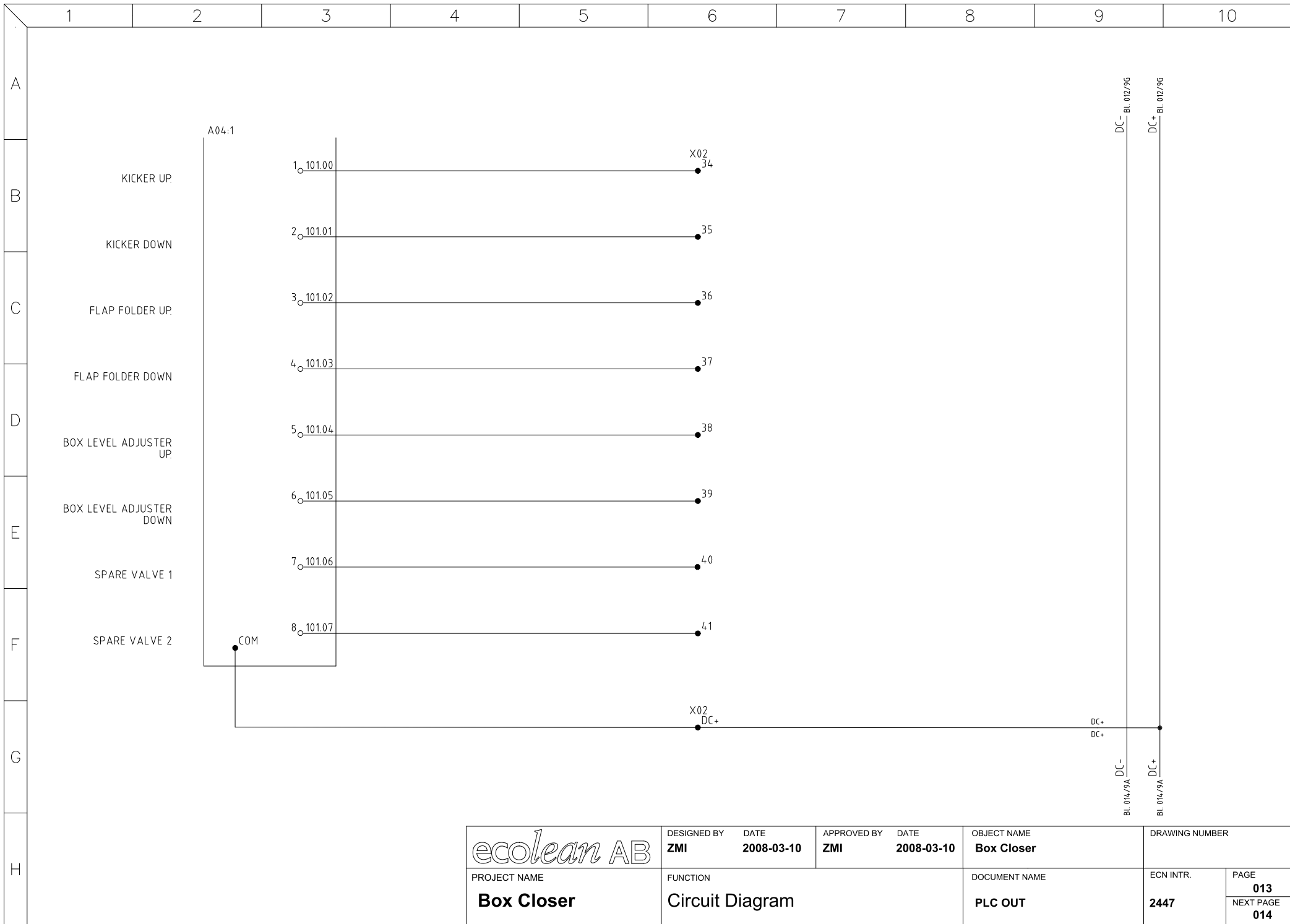
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC IN	ECN INTR. 2447	PAGE 010 NEXT PAGE 011



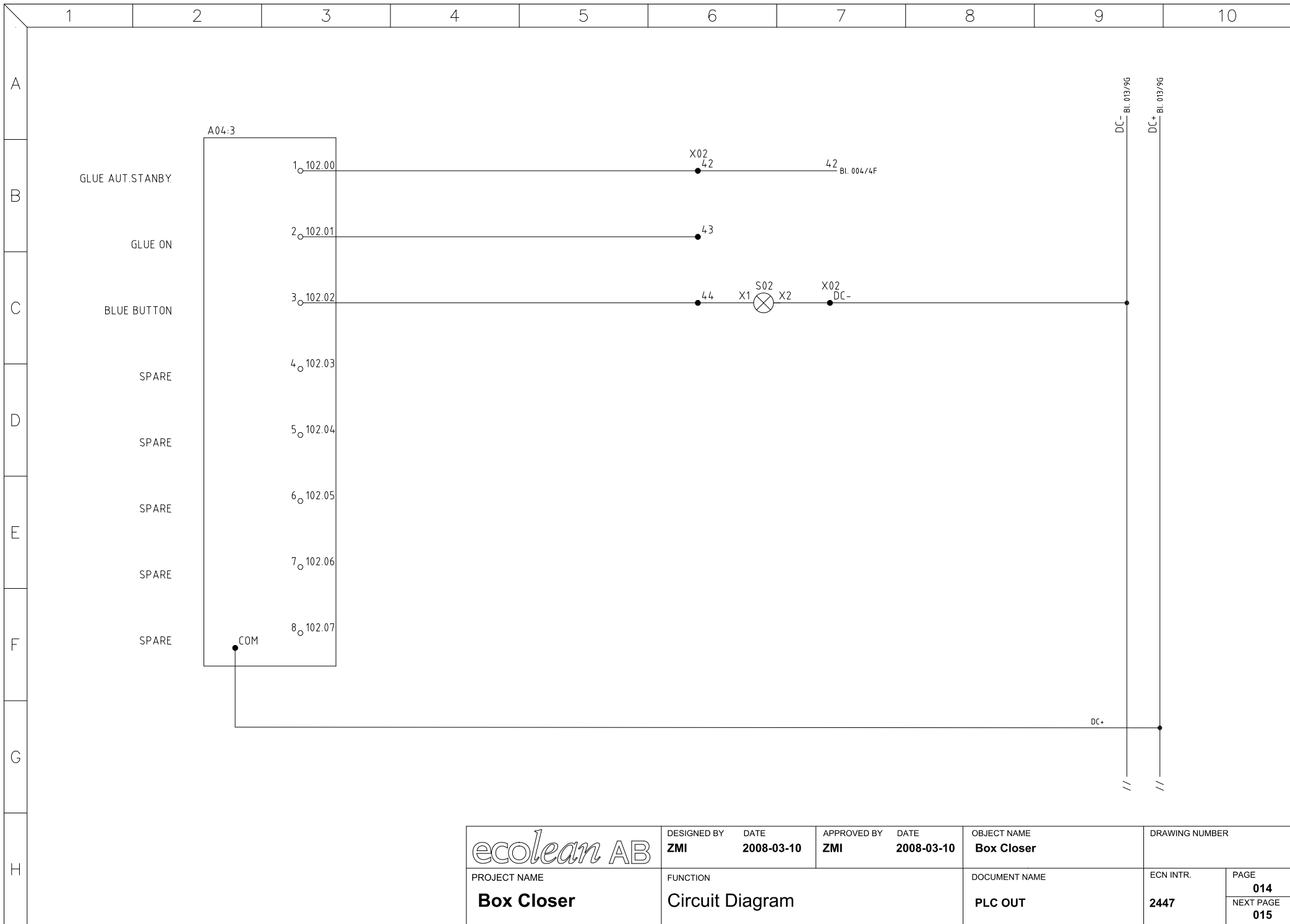
<i>ecolean</i> AB		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC IN		ECN INTR. 2447	PAGE 011
							NEXT PAGE 012	



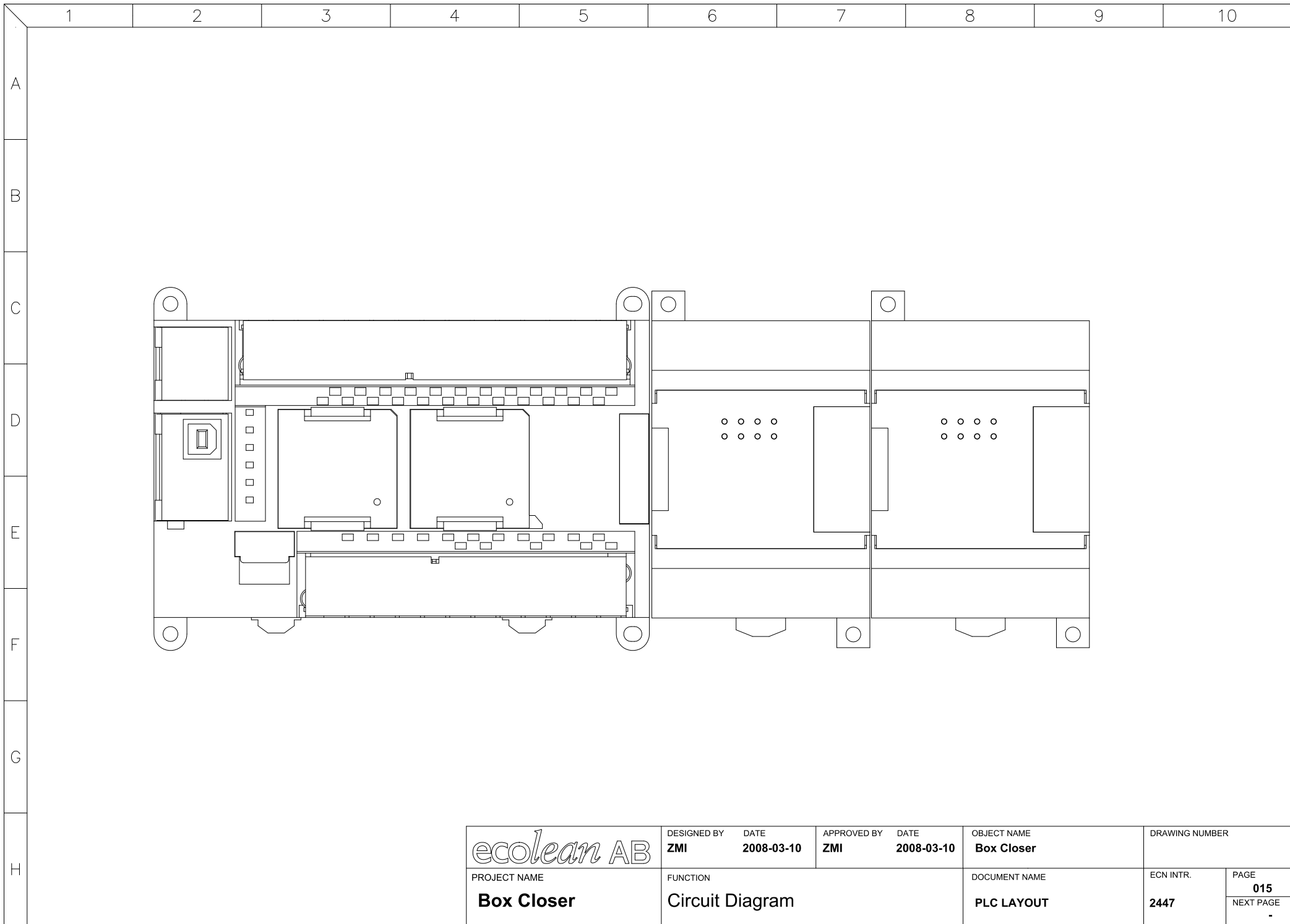
<i>ecolean</i> AB		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC OUT		ECN INTR. 2447	PAGE 012
							NEXT PAGE 013	



<i>ecolean</i> AB	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER
PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC OUT	ECN INTR. 2447	PAGE 013
						NEXT PAGE 014



<i>ecolean</i> AB	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER
PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC OUT	ECN INTR. 2447	PAGE 014
						NEXT PAGE 015

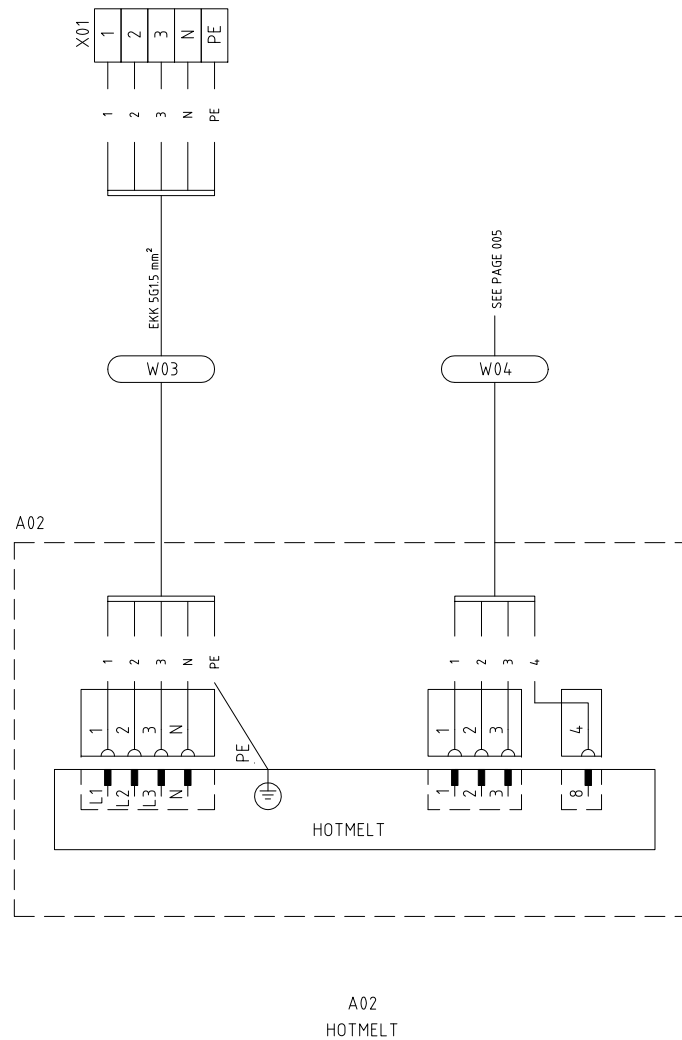



		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Circuit Diagram			DOCUMENT NAME PLC LAYOUT		ECN INTR. 2447	PAGE 015
							NEXT PAGE -	

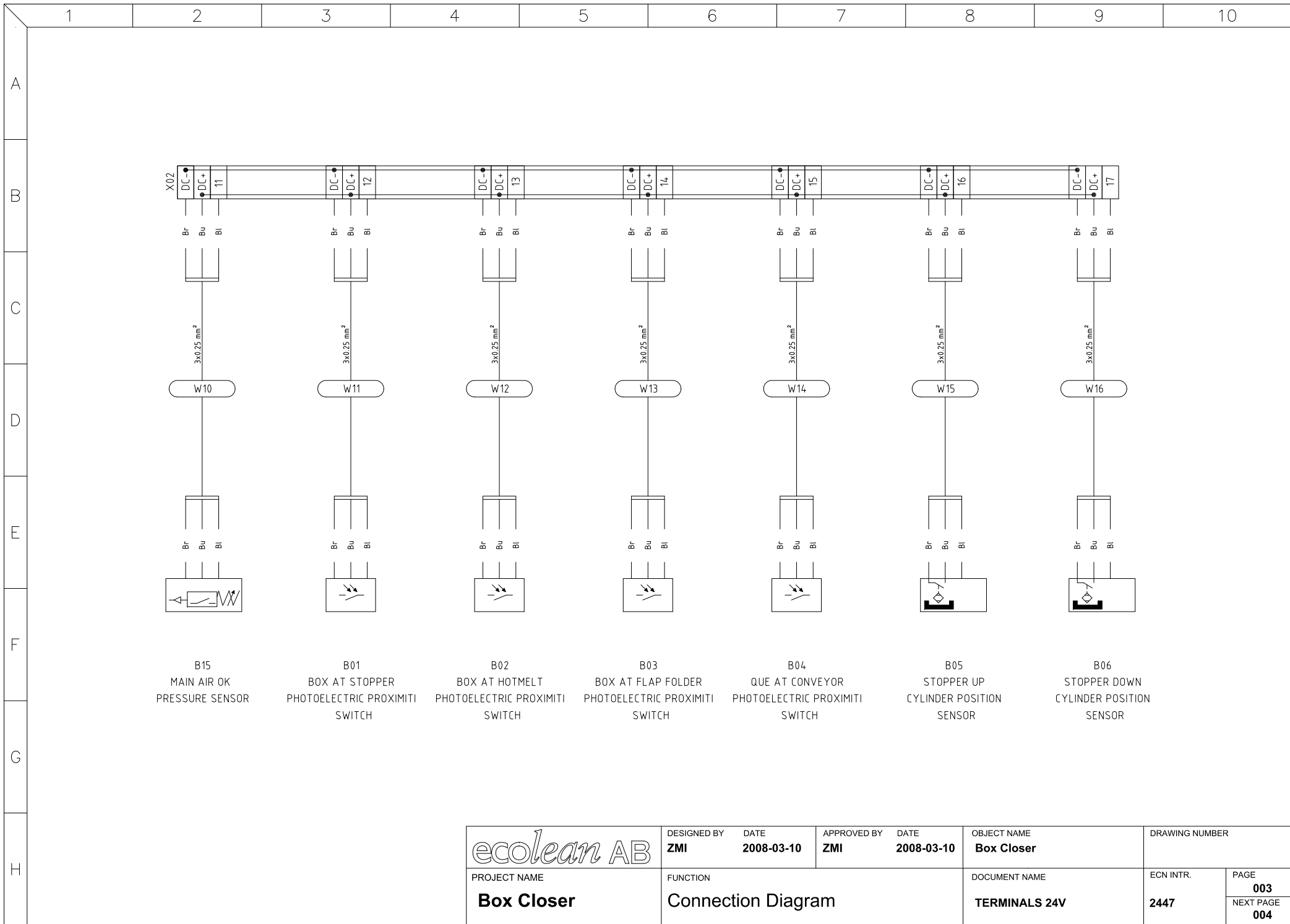
INDEX:

-
- 002 X01 [1-3] HOTMELT TERMINALS
 - 003 X02 [11-17] LOW VOLTAGE SENSOR CONNECTIONS
 - 004 X02 [18-25] LOW VOLTAGE SENSOR CONNECTIONS
 - 005 X02 [26-42] LOW VOLTAGE CONNECTIONS
 - 006 X02 [43-45] LOW VOLTAGE CONNECTIONS
 - 007 X02 [50-64] DOOR SAFETY CONNECTIONS
 - 008 DRIVE BELT MOTORS M01 & M02 WITH FREQUENCY INVERTERS
 - 009 LIST OF CABLES

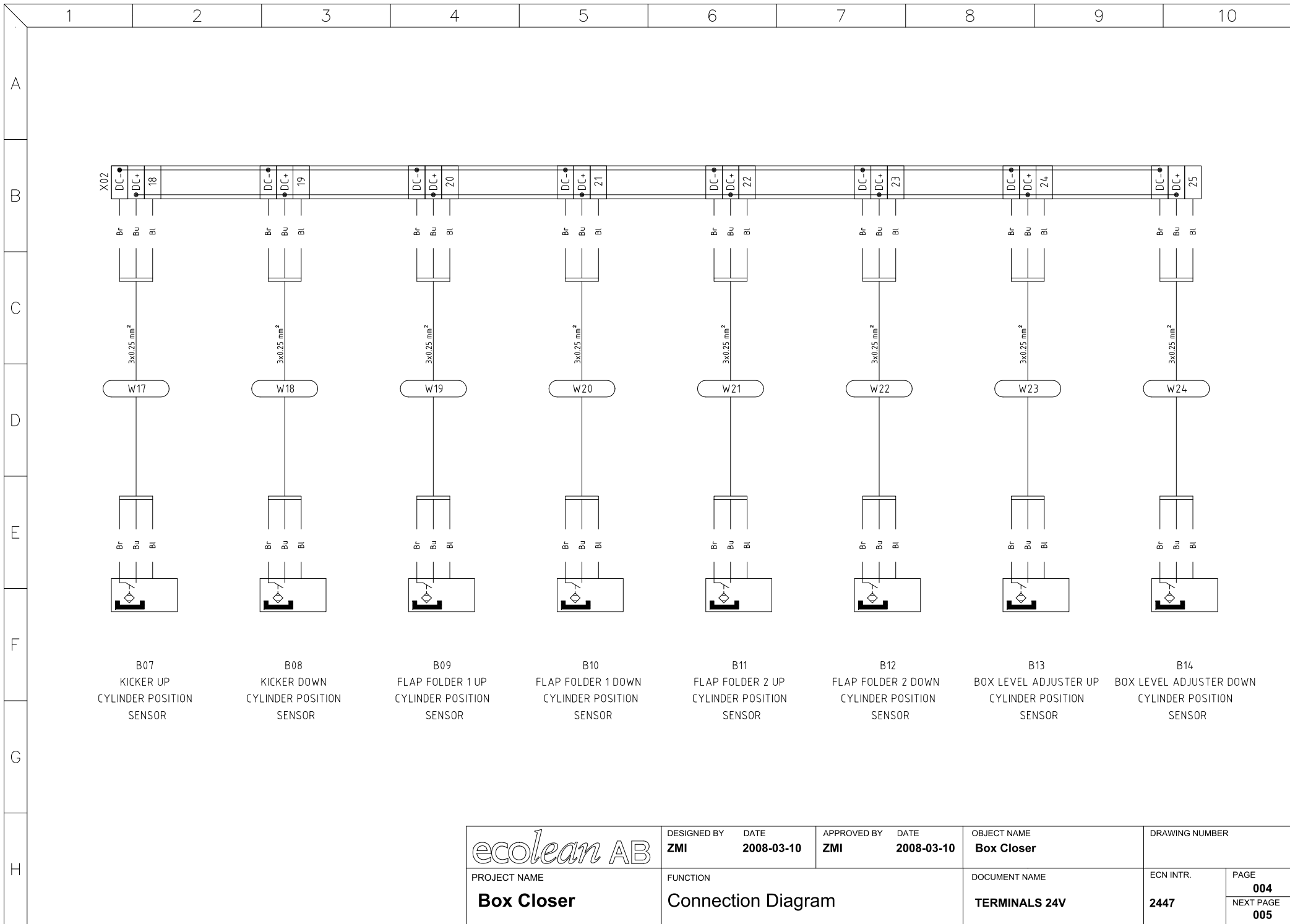
<i>ecolean</i> AB	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME INDEX	ECN INTR. 2447	PAGE 001
						NEXT PAGE 002	



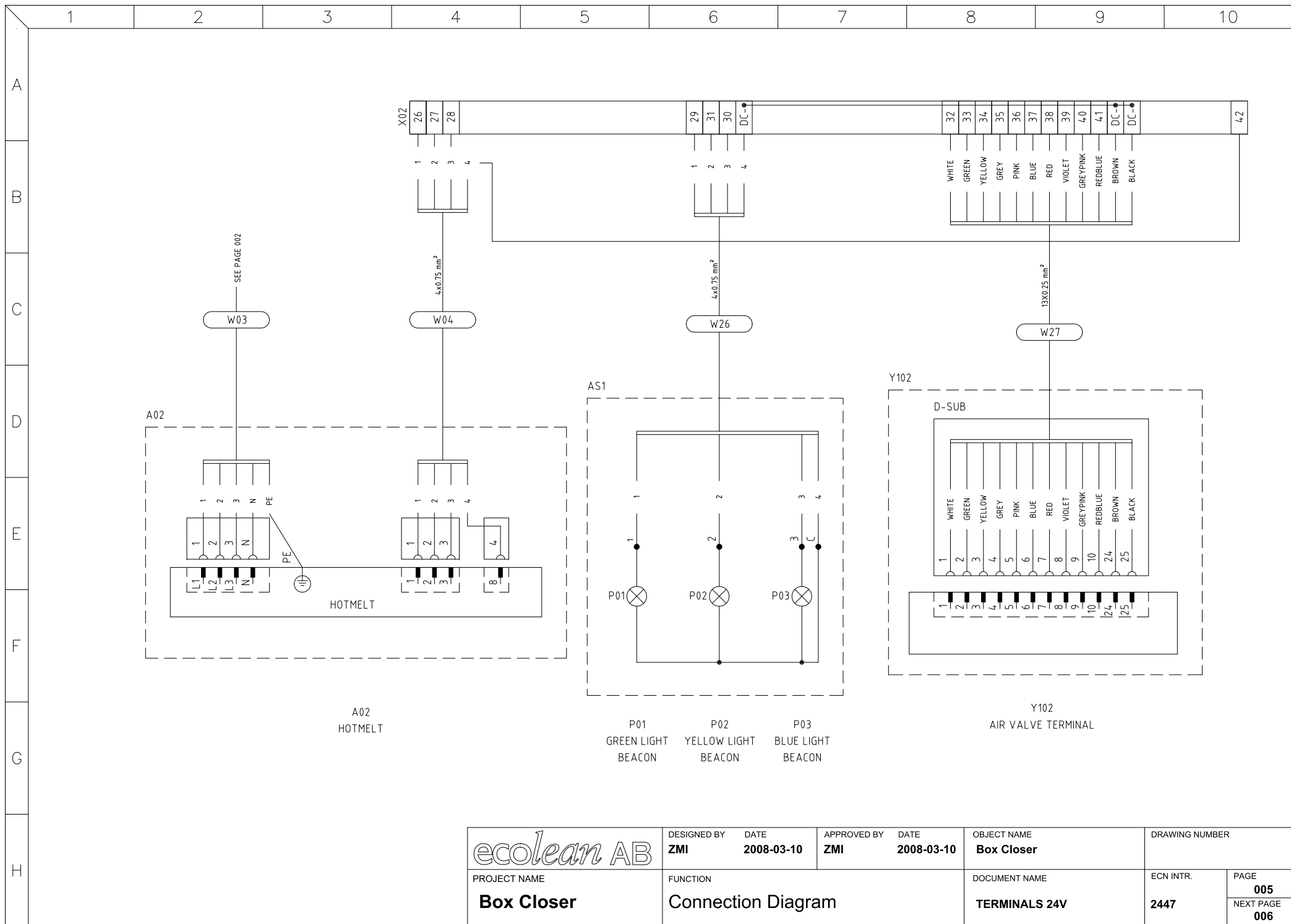
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME HOTMELT	ECN INTR. 2447	PAGE 002 NEXT PAGE 003



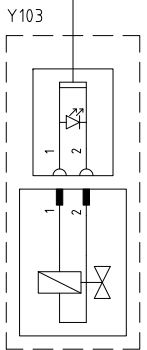
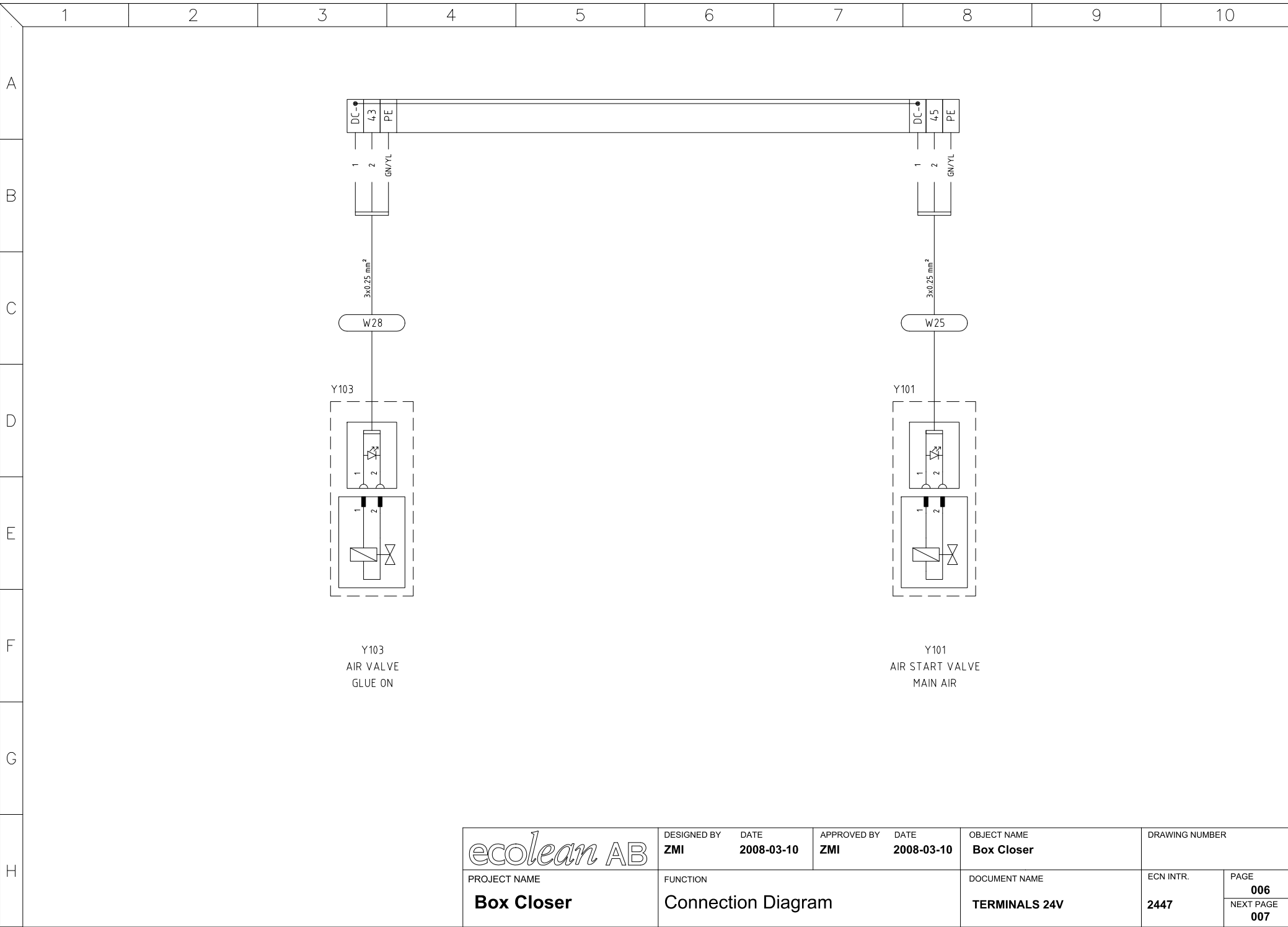
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME TERMINALS 24V	ECN INTR. 2447



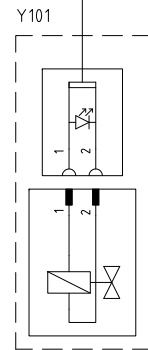
	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME TERMINALS 24V	ECN INTR. 2447	PAGE 004 NEXT PAGE 005



	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME TERMINALS 24V	ECN INTR. 2447	PAGE 005 NEXT PAGE 006

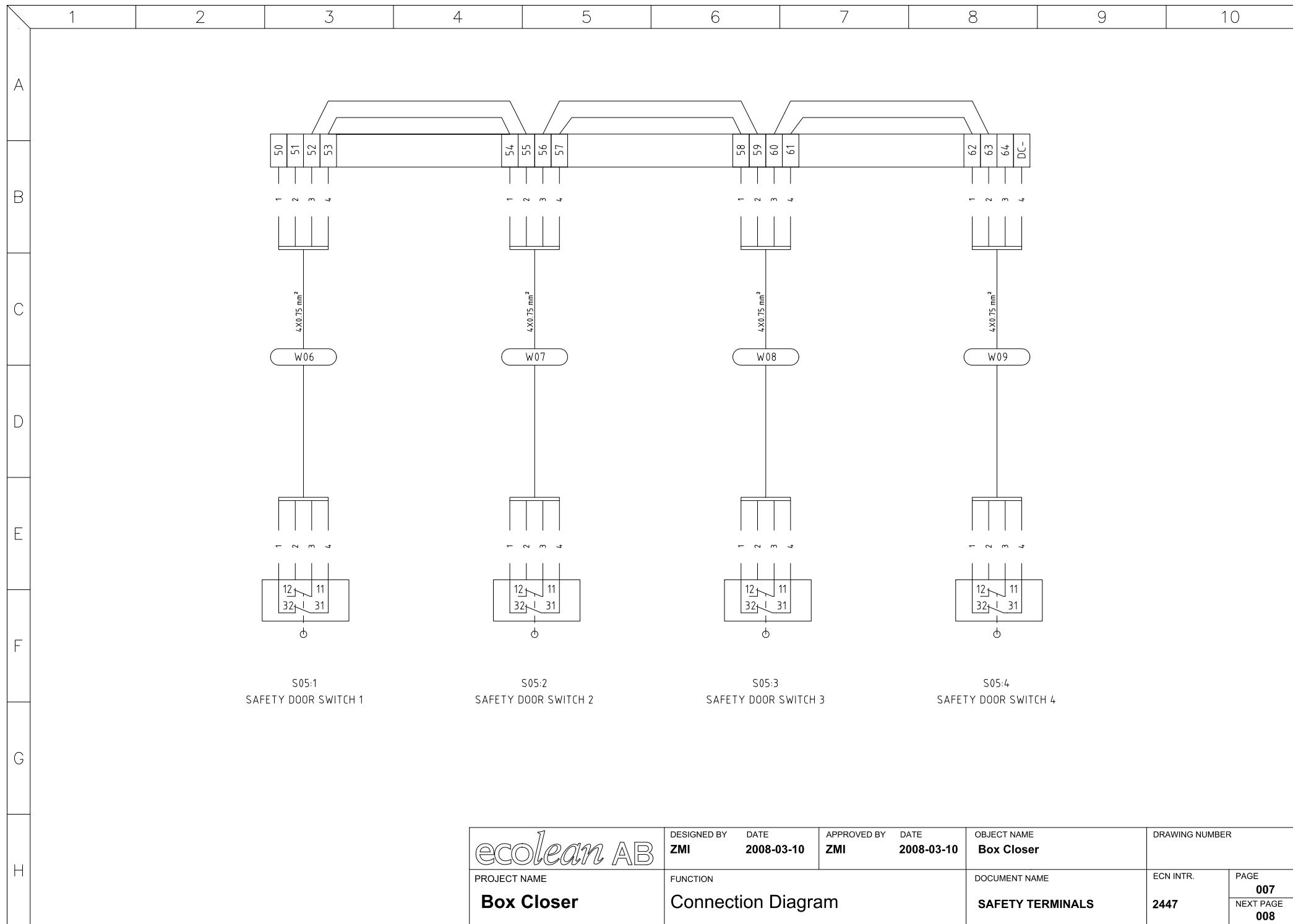


Y103
AIR VALVE
GLUE ON

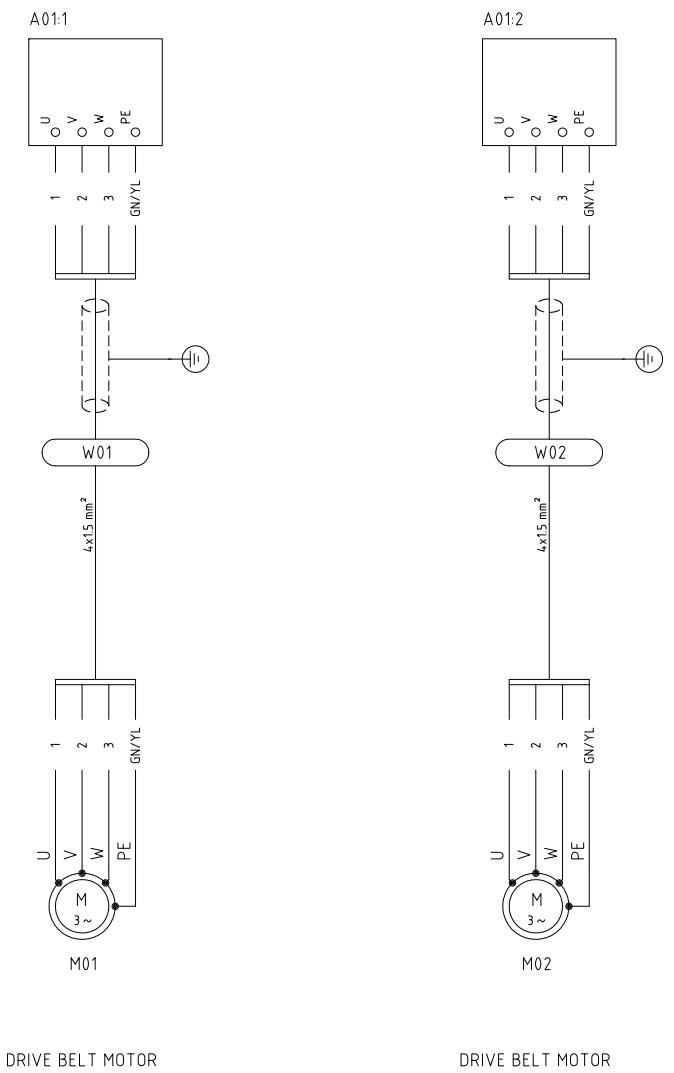


Y101
AIR START VALVE
MAIN AIR

<i>ecolean</i> AB		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME TERMINALS 24V		ECN INTR. 2447	PAGE 006
							NEXT PAGE 007	




		DESIGNED BY	DATE	APPROVED BY	DATE	OBJECT NAME	DRAWING NUMBER	
		ZMI	2008-03-10	ZMI	2008-03-10	Box Closer		
PROJECT NAME		FUNCTION				DOCUMENT NAME	ECN INTR.	PAGE
Box Closer		Connection Diagram				SAFETY TERMINALS	2447	007
								NEXT PAGE
								008




		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-10	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-10	OBJECT NAME Box Closer	DRAWING NUMBER	
		PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Connection Diagram			DOCUMENT NAME DRIVE BELT UNIT	ECN INTR. 2447	PAGE 008

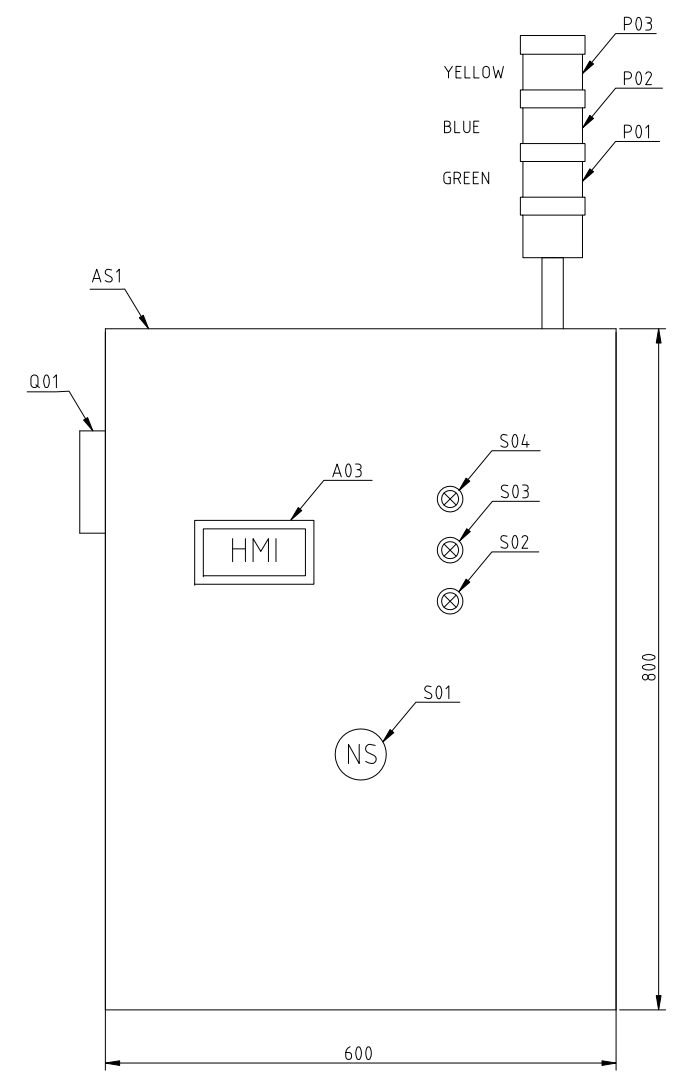
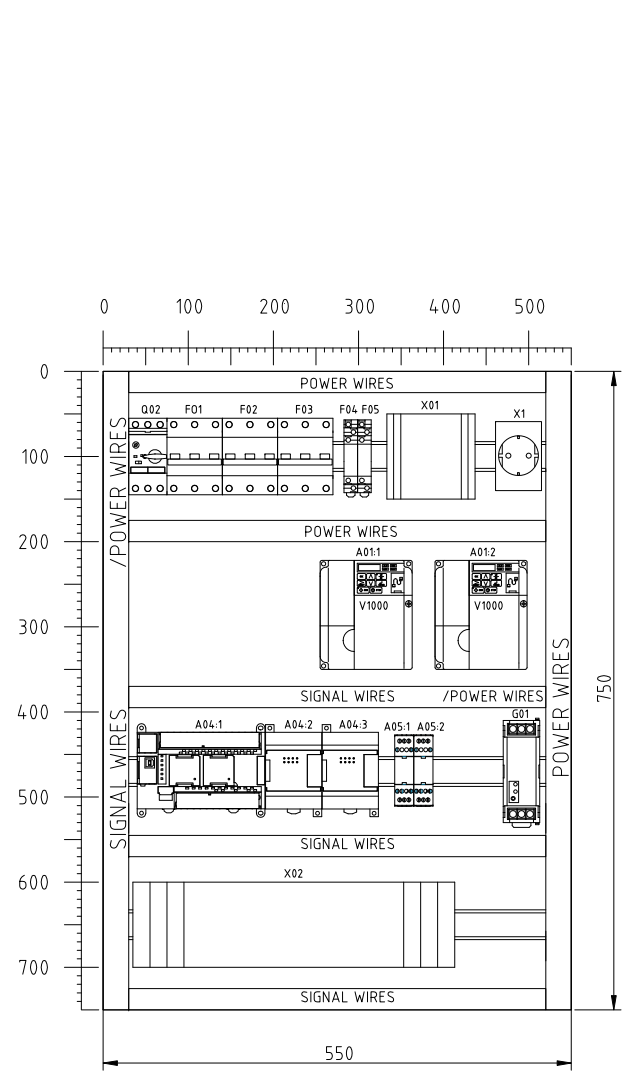
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	CABLES:									
B	<hr/>									
C	W01	Frequency Inverter 1						W15	Cilinder position sensor B05	
	W02	Frequency Inverter 2						W16	Cilinder position sensor B06	
	W03	Hotmelt power supplie, 5 x 1.5 mm ²						W17	Cilinder position sensor B07	
	W04	Hotmelt signal cabel, 4 x 0.75 mm ²						W18	Cilinder position sensor B08	
	W05	HMI to PLC signal						W19	Cilinder position sensor B09	
	W06	Safety switch 1, 4 X 0.75 mm ²						W20	Cilinder position sensor B10	
D	W07	Safety switch 2, 4 X 0.75 mm ²						W21	Cilinder position sensor B11	
	W08	Safety switch 3, 4 X 0.75 mm ²						W22	Cilinder position sensor B12	
	W09	Safety switch 4, 4 X 0.75 mm ²						W23	Cilinder position sensor B13	
	W10	Presure sensor B15						W24	Cilinder position sensor B14	
E	W11	Photoelectric Proximiti Switch B01						W25	Air start valve Y101	
	W12	Photoelectric Proximiti Switch B02						W26	Signalling beacon	
	W13	Photoelectric Proximiti Switch B03						W27	Air valve terminal Y102	
F	W14	Photoelectric Proximiti Switch B04						W28	Air valve Y103	
G										
H										

		DESIGNED BY	DATE	APPROVED BY	DATE	OBJECT NAME	DRAWING NUMBER	
		ZMI	2008-03-10	ZMI	2008-03-10	Box Closer		
PROJECT NAME		FUNCTION			DOCUMENT NAME	ECN INTR.	PAGE	
Box Closer		Connection Diagram			LIST OF CABLES	2447	009	
							010	

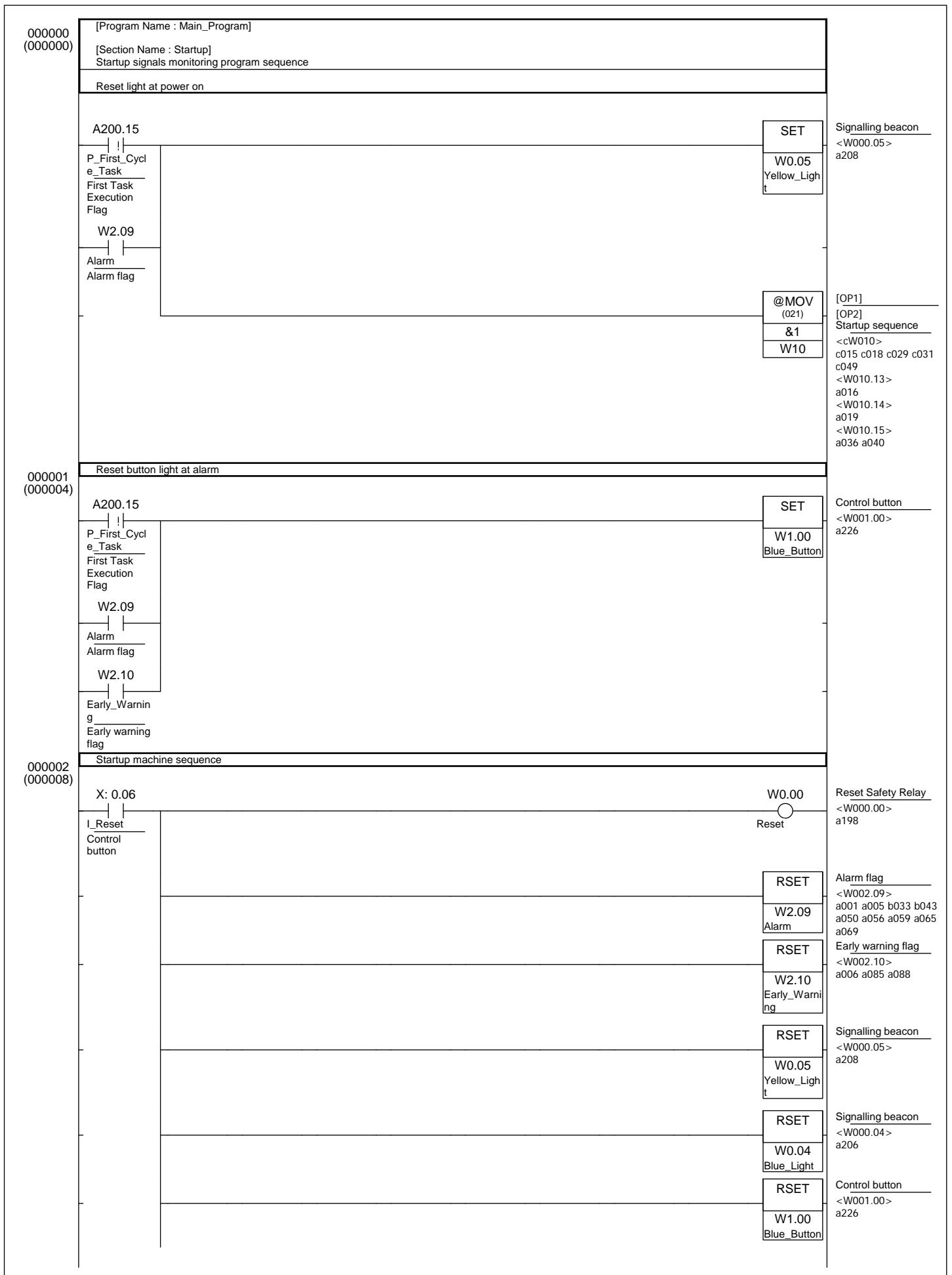
ELECTRICAL COMPONENTS:

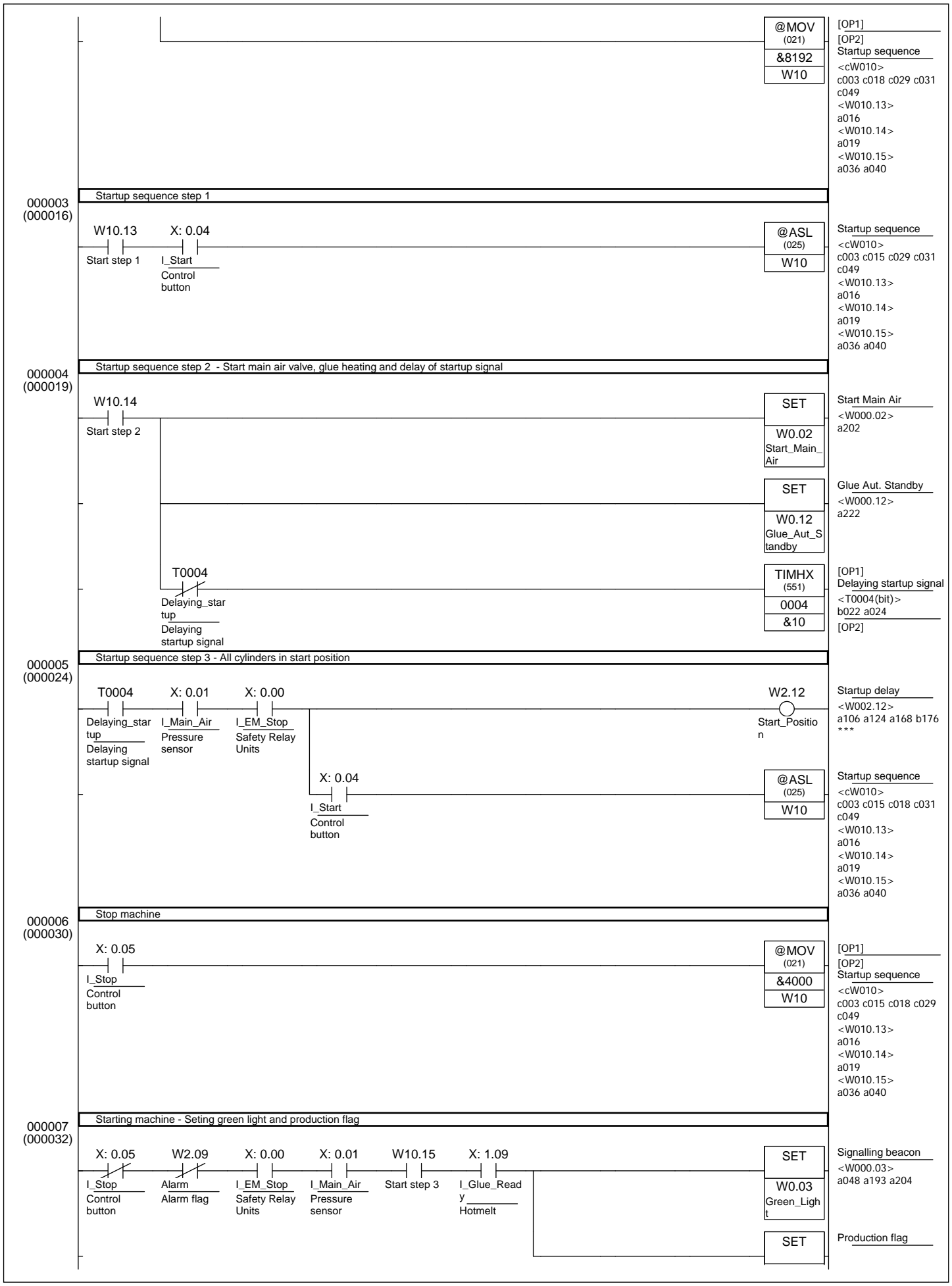
Q01	MAIN SWITCH	A05:1	SAFETY RELAY
Q02	EARTH FAULT BRAKER	A05:2	SAFETY EXPANSION RELAY
F01	FUSE 16/3 A	P01	LIGHT ELEMENT GREEN
F02	FUSE 6/3 A	P02	LIGHT ELEMENT BLUE
F03	FUSE 10/3 A	P03	LIGHT ELEMENT YELLOW
F04	FUSE 6 A	S01	EMERGENCY STOP PUSHBUTTON
F05	FUSE 6 A	S02	RESET PUSHBUTTON
G01	POWER SUPPLY	S03	START PUSHBUTTON
A01:1	FREQUENCY INVERTER 1	S04	STOP PUSHBUTTON
A01:2	FREQUENCY INVERTER 2	X1	230 V OUTLET
A03	HMI	AS1	ELECTRICAL CABINET
A04:1	PLC	X01	POWER TERMINALS
A04:2	EXPANSION INPUT UNIT	X02	LOW VOLTAGE TERMINALS
A04:3	EXPANSION OUTPUT UNIT		

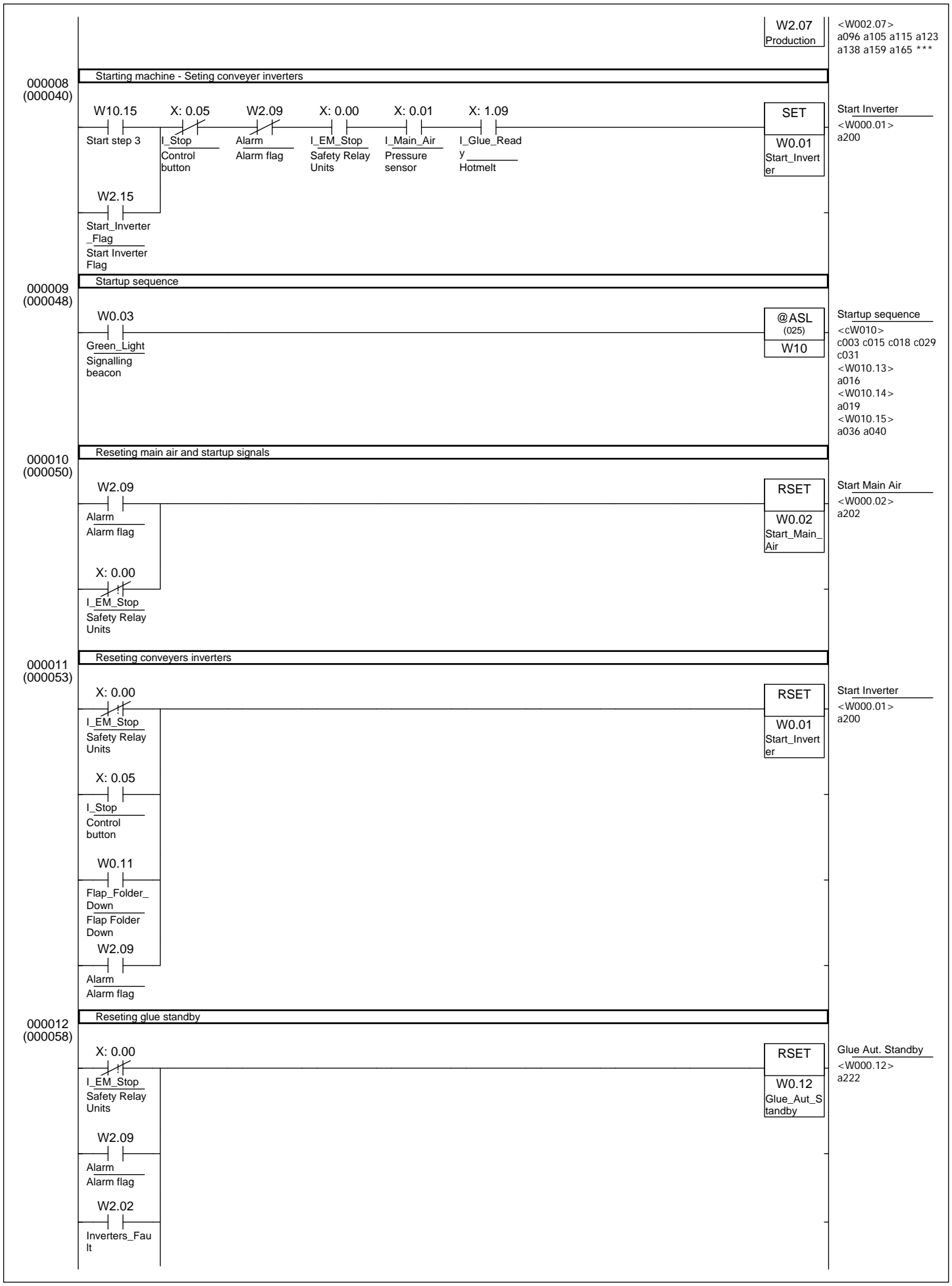
		DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-14	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-14	OBJECT NAME Mounting Diagram	DRAWING NUMBER	
		PROJECT NAME Box Closer		FUNCTION Mounting Diagram		DOCUMENT NAME ELECTICAL COMPONENTS	ECN INTR. 2447	PAGE 001
							NEXT PAGE 002	



	DESIGNED BY ZMI	DATE 2008-03-14	APPROVED BY ZMI	DATE 2008-03-14	OBJECT NAME Mounting Diagram	DRAWING NUMBER	
	PROJECT NAME Box Closer	FUNCTION Mounting Diagram		DOCUMENT NAME ELECTRICAL CABINET	ECN INTR. 2447	PAGE 002	NEXT PAGE 003







Inverters fault

X: 0.01

I_Main_Air
Pressure
sensor

X: 0.05

I_Stop
Control
button

000013
(000064)

Reseting production flag

X: 0.05

I_Stop
Control
button

W2.09

Alarm
Alarm flag

W2.02

Inverters_Fau
lt
Inverters fault

X: 0.01

I_Main_Air
Pressure
sensor

RSET
W2.07
Production

Production flag
<W002.07>
a096 a105 a115 a123
a138 a159 a165 ***

000014
(000069)

Reseting green light

W2.09

Alarm
Alarm flag

X: 0.05

I_Stop
Control
button

X: 0.00

I_EM_Stop
Safety Relay
Units

W2.02

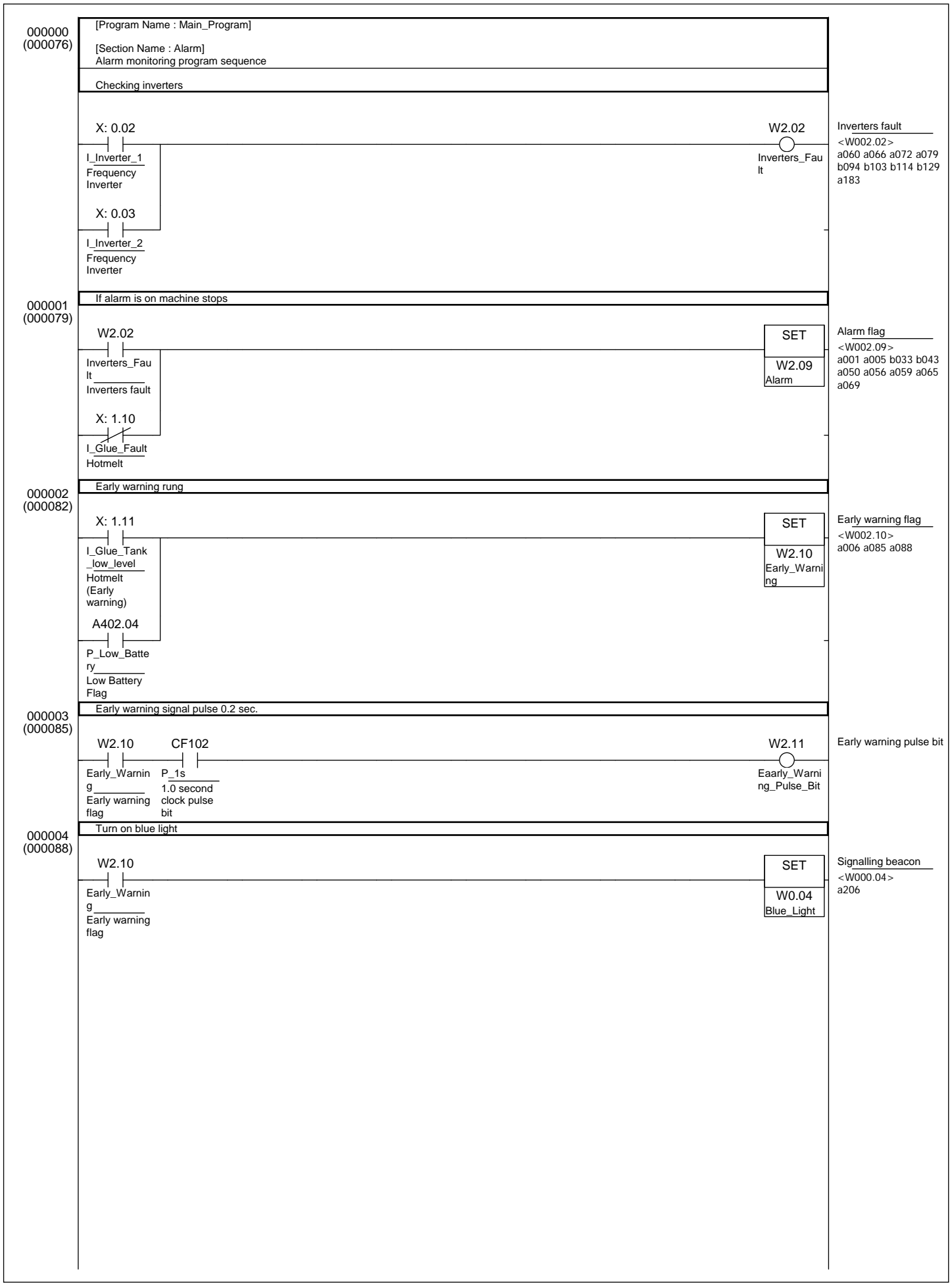
Inverters_Fau
lt
Inverters fault

X: 0.01

I_Main_Air
Pressure
sensor

RSET
W0.03
Green_Ligh
t

Signalling beacon
<W000.03>
a048 a193 a204

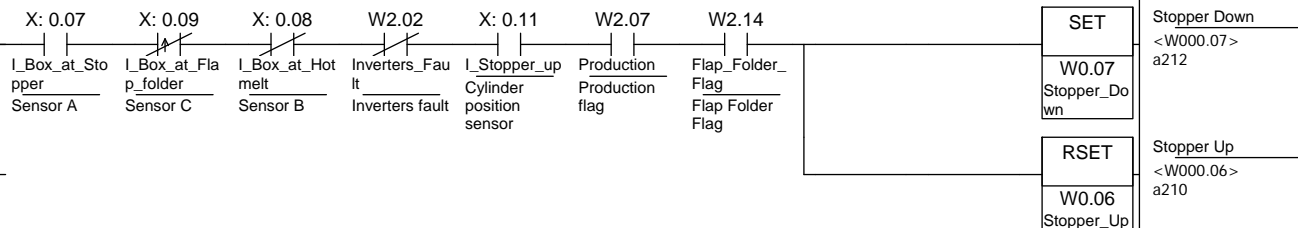


000000
(000091)

[Program Name : Main_Program]

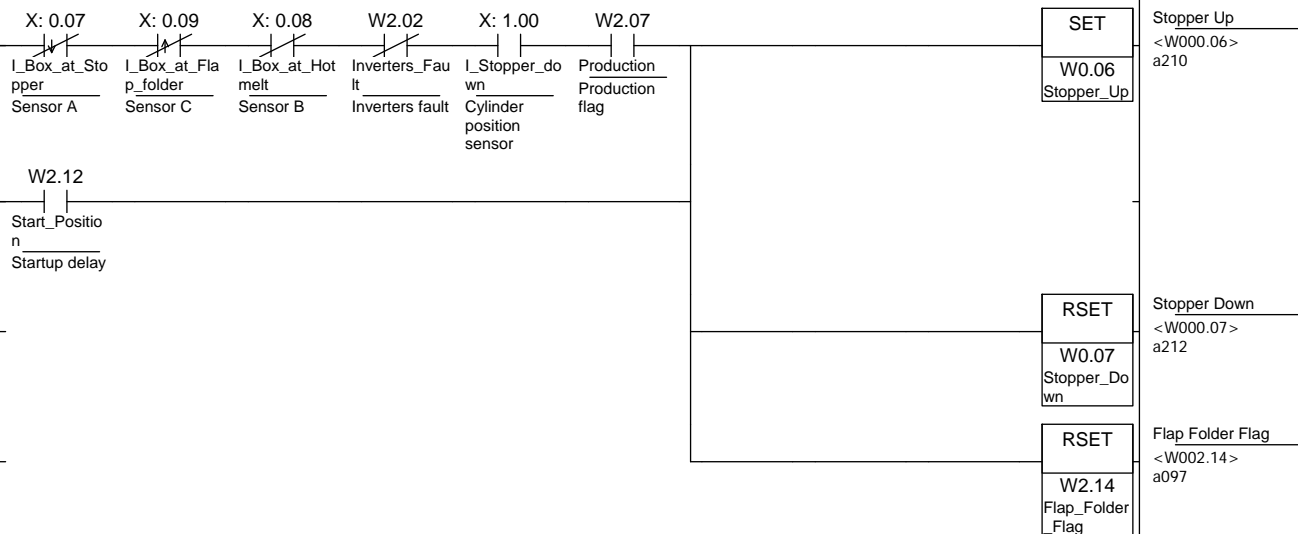
[Section Name : Stopper]
Stopper sequence

Separation of Boxes



000001
(000100)

Separation of Boxes

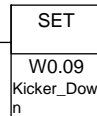
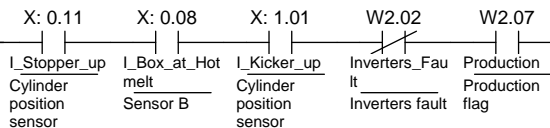


000000
(000111)

[Program Name : Main_Program]

[Section Name : Kicker]
Kicker sequence

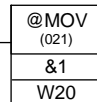
Kicker down and startup of glueing sequence



Kicker Down
<W000.09>
a216



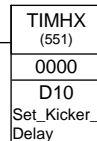
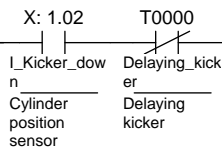
Kicker Up
<W000.08>
a214



[OP1]
[OP2]
Glueing sequence
<cW020>
c134 c143 c147 c151
c153
<W020.00>
a128
<W020.01>
a135
<W020.02>
a144
<W020.03>
a148
<W020.04>
a136
<W020.05>
a145
<W020.06>
a152
<W020.15>
a160

000001
(000119)

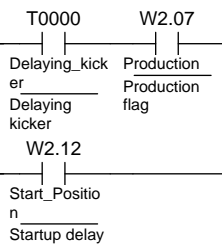
Delaying kicker up



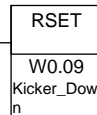
[OP1]
Delaying kicker
<T0000(bit)>
b120 a122
[OP2]
Change Kicker Delay

000002
(000122)

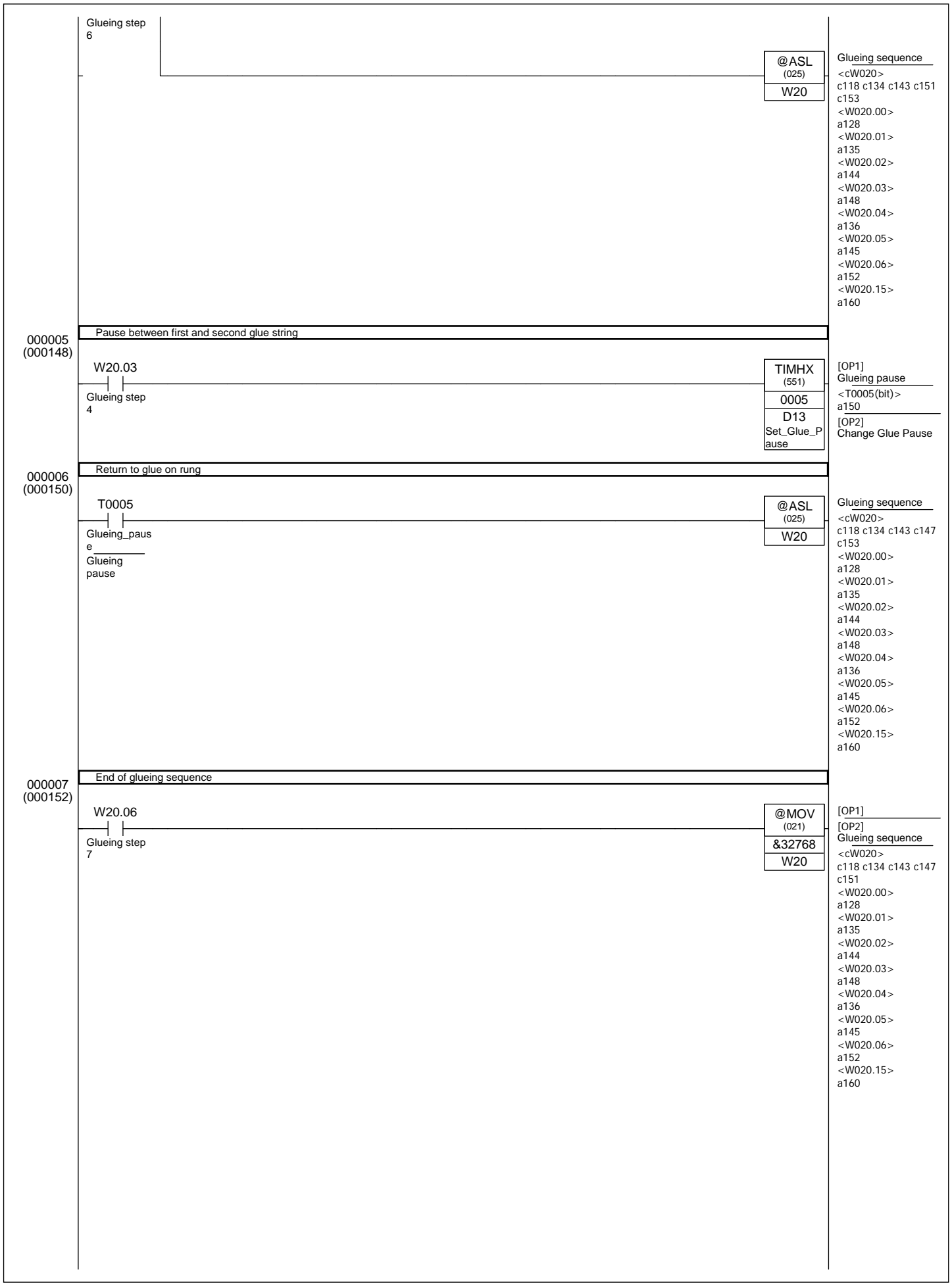
Kicker up



Kicker Up
<W000.08>
a214



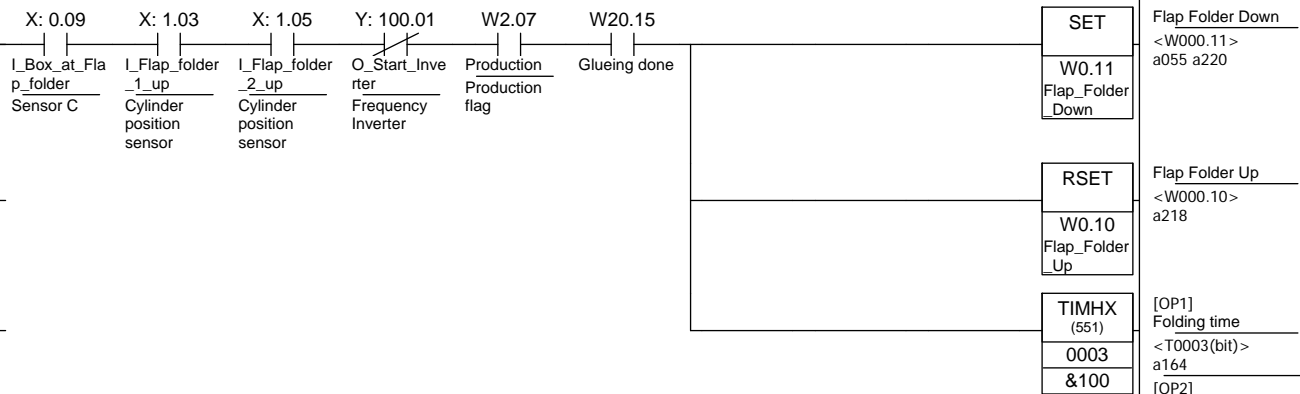
Kicker Down
<W000.09>
a216



000000
(000155)

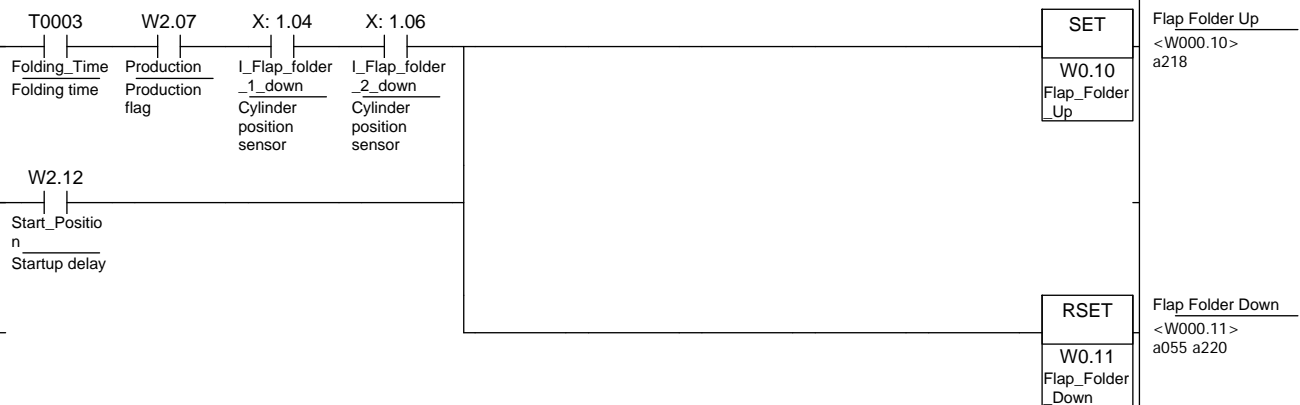
[Program Name : Main_Program]
[Section Name : Flap_Folding]
Flap folding sequence

Flap folder down with delay

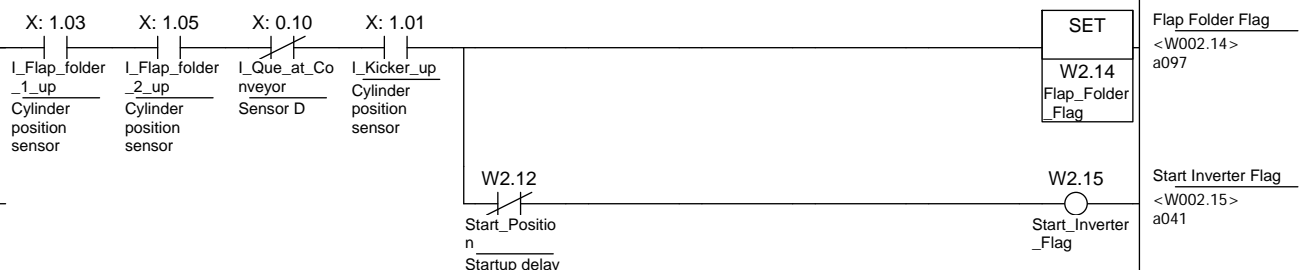


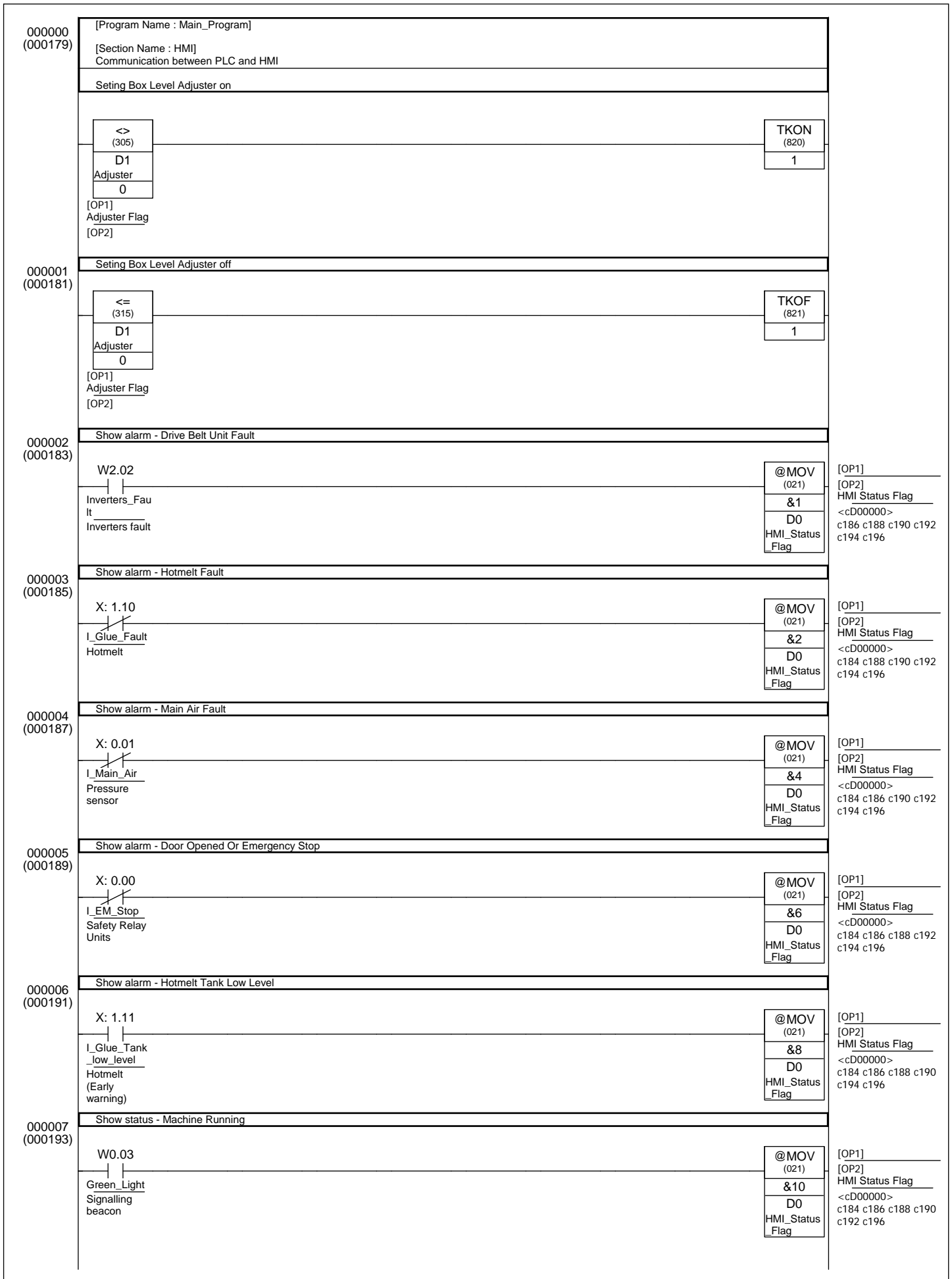
000001
(000164)

Flap folder up



000002
(000171)





000008
(000195)

Show status - Machine Standing By

X: 1.09

I_Glue_Read

y

Hotmelt

@MOV (021)
&12
D0
HMI_Status Flag

[OP1]
[OP2]
HMI Status Flag
<cD00000>
c184 c186 c188 c190
c192 c194

[Program Name : Main_Program]			
[Section Name : Outputs]			
Output monitoring program sequence			
000000 (000198)	W0.00 Reset Reset Safety Relay	Y: 100.00 O_Reset_EM _stop	Safety Relay Units
000001 (000200)	W0.01 Start_Inverter Start Inverter	Y: 100.01 O_Start_Inve rter	Frequency Inverter <100.01> b158
000002 (000202)	W0.02 Start_Main_A ir Start Main Air	Y: 100.02 O_Start_Main _Air	Air start valve
000003 (000204)	W0.03 Green_Light Signalling beacon	Y: 100.03 O_Green_lig ht	Signalling Beacon
000004 (000206)	W0.04 Blue_Light Signalling beacon	Y: 100.04 O_Blue_Light	Signalling Beacon
000005 (000208)	W0.05 Yellow_Light Signalling beacon	Y: 100.05 O_Yellow_lig ht	Signalling Beacon
000006 (000210)	W0.06 Stopper_Up Stopper Up	Y: 100.06 O_Stopper_u p	Air valve terminal
000007 (000212)	W0.07 Stopper_Dow n Stopper Down	Y: 100.07 O_Stopper_d own	Air valve terminal
000008 (000214)	W0.08 Kicker_Up Kicker Up	Y: 101.00 O_Kicker_up	Air valve terminal
000009 (000216)	W0.09 Kicker_Down Kicker Down	Y: 101.01 O_Kicker_do wn	Air valve terminal
000010 (000218)	W0.10 Flap_Folder_ Up Flap Folder Up	Y: 101.02 O_Flap_folde r_up	Air valve terminal
000011 (000220)	W0.11 Flap_Folder_ Down Flap Folder Down	Y: 101.03 O_Flap_folde r_down	Air valve terminal
000012 (000222)	W0.12 Glue_Aut_St andby Glue Aut. Standby	102.00 O_Glue_Aut_ Standby	Hotmelt
000013 (000224)	W0.13 Glue_On Glue On	102.01 O_Glue_On	Air valve
000014 (000226)	W1.00 Blue_Button	102.02 O_Blue_Butt	Control Button

Control
button

on

[Program Name : Main_Program]

[Section Name : END]
Ending sequence

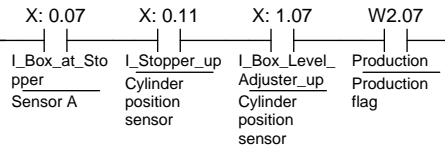
000000
(000229)

END
(001)

000000
(000000)

[Program Name : Adjusting]
[Section Name : Box_Level_Adjuster]
Box_Level_Adjuster sequence

Box level adjuster down



SET
W0.15
Box_Adj_down

Box Level Adjuster down
<W000.15>
a014

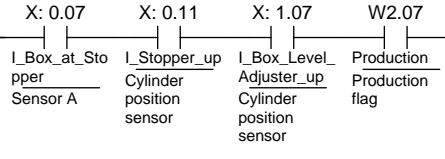


RSET
W0.14
Box_Adj_up

Box Level Adjuster up
<W000.14>
a016

000001
(000006)

Box level adjuster up



SET
W0.14
Box_Adj_up

Box Level Adjuster up
<W000.14>
a016



RSET
W0.15
Box_Adj_down

Box Level Adjuster down
<W000.15>
a014

[Program Name : Adjusting]

[Section Name : Outputs]
Output monitoring program sequence

000000
(000014)

W0.15

Y: 101.05

Air valve terminal

Box_Adj_dow
n
Box Level
Adjuster
down

O_Box_Level
_Adjuster_do
wn

000001
(000016)

W0.14

Y: 101.04

Air valve terminal

Box_Adj_up
Box Level
Adjuster up

O_Box_Level
_Adjuster_up

[Program Name : Adjusting]

[Section Name : END]
Ending sequence

000000
(000019)

END
(001)

PLC Name	Program Name	Section Name	Start Step Num.	End Step Num.	Pages
PLC1_CP1L					18
	Main_Program				15
		Startup	0	74	4
		Alarm	76	89	1
		Stopper	91	109	1
		Kicker	111	126	1
		Glueing	128	153	2
		Flap_Folding	155	177	1
		HMI	179	196	2
		Outputs	198	227	2
		END	229	229	1
	Adjusting				3
		Box_Level_Adjuster	0	12	1
		Outputs	14	17	1
		END	19	19	1

Name	Data Type	Address / ...Rack Lo...	Usa...	Comment
I_EM_Stop	BOOL	0.00	In	Safety Relay Units
I_Main_Air	BOOL	0.01	In	Pressure sensor
I_Inverter_1	BOOL	0.02	In	Frequency Inverter
I_Inverter_2	BOOL	0.03	In	Frequency Inverter
I_Start	BOOL	0.04	In	Control button
I_Stop	BOOL	0.05	In	Control button
I_Reset	BOOL	0.06	In	Control button
I_Box_at_Stopper	BOOL	0.07	In	Sensor A
I_Box_at_Hotmelt	BOOL	0.08	In	Sensor B
I_Box_at_Flap_f...	BOOL	0.09	In	Sensor C
I_Queue_at_Conve...	BOOL	0.10	In	Sensor D
I_Stopper_up	BOOL	0.11	In	Cylinder position sensor
I_Stopper_down	BOOL	1.00	In	Cylinder position sensor
I_Kicker_up	BOOL	1.01	In	Cylinder position sensor
I_Kicker_down	BOOL	1.02	In	Cylinder position sensor
I_Flap_folder_1_...	BOOL	1.03	In	Cylinder position sensor
I_Flap_folder_1_...	BOOL	1.04	In	Cylinder position sensor
I_Flap_folder_2_...	BOOL	1.05	In	Cylinder position sensor
I_Flap_folder_2_...	BOOL	1.06	In	Cylinder position sensor
I_Box_Level_Adj...	BOOL	1.07	In	Cylinder position sensor
I_Glue_Ready	BOOL	1.09	In	Hotmelt
I_Glue_Fault	BOOL	1.10	In	Hotmelt
I_Glue_Tank_lo...	BOOL	1.11	In	Hotmelt (Early warning)
O_Reset_EM_st...	BOOL	100.00	Out	Safety Relay Units
O_Start_Inverter	BOOL	100.01	Out	Frequency Inverter
O_Start_Main_Air	BOOL	100.02	Out	Air start valve
O_Green_light	BOOL	100.03	Out	Signalling Beacon
O_Blue_Light	BOOL	100.04	Out	Signalling Beacon
O_Yellow_light	BOOL	100.05	Out	Signalling Beacon
O_Stopper_up	BOOL	100.06	Out	Air valve terminal
O_Stopper_down	BOOL	100.07	Out	Air valve terminal
O_Kicker_up	BOOL	101.00	Out	Air valve terminal
O_Kicker_down	BOOL	101.01	Out	Air valve terminal
O_Flap_folder_up	BOOL	101.02	Out	Air valve terminal
O_Flap_folder_d...	BOOL	101.03	Out	Air valve terminal
O_Box_Level_A...	BOOL	101.04	Out	Air valve terminal
O_Box_Level_A...	BOOL	101.05	Out	Air valve terminal
O_Glue_Aut_Sta...	BOOL	102.00	Work	Hotmelt
O_Glue_On	BOOL	102.01	Work	Air valve
O_Blue_Button	BOOL	102.02	Work	Control Button
P_First_Cycle	BOOL	A200.11	Work	First Cycle Flag
P_Step	BOOL	A200.12	Work	Step Flag
P_First_Cycle_T...	BOOL	A200.15	Work	First Task Execution Fl...

Name	Data Type	Address / ...Rack Lo... Usa...	Comment
P_Max_Cycle_Ti...	UDINT	A262	Work Maximum Cycle Time
P_Cycle_Time_...	UDINT	A264	Work Present Scan Time
P_Cycle_Time_...	BOOL	A401.08	Work Cycle Time Error Flag
P_Low_Battery	BOOL	A402.04	Work Low Battery Flag
P_IO_Verify_Error	BOOL	A402.09	Work I/O Verification Error Fl...
P_CIO	WORD	A450	Work CIO Area Parameter
P_WR	WORD	A451	Work WR Area Parameter
P_HR	WORD	A452	Work HR Area Parameter
P_DM	WORD	A460	Work DM Area Parameter
P_EM0	WORD	A461	Work EM0 Area Parameter
P_EM1	WORD	A462	Work EM1 Area Parameter
P_EM2	WORD	A463	Work EM2 Area Parameter
P_EM3	WORD	A464	Work EM3 Area Parameter
P_EM4	WORD	A465	Work EM4 Area Parameter
P_EM5	WORD	A466	Work EM5 Area Parameter
P_EM6	WORD	A467	Work EM6 Area Parameter
P_EM7	WORD	A468	Work EM7 Area Parameter
P_EM8	WORD	A469	Work EM8 Area Parameter
P_EM9	WORD	A470	Work EM9 Area Parameter
P_EMA	WORD	A471	Work EMA Area Parameter
P_EMB	WORD	A472	Work EMB Area Parameter
P EMC	WORD	A473	Work EMC Area Parameter
P_Output_Off_Bit	BOOL	A500.15	Work Output OFF Bit
P_GE	BOOL	CF000	Work Greater Than or Equal...
P_NE	BOOL	CF001	Work Not Equals (NE) Flag
P_LE	BOOL	CF002	Work Less Than or Equals (...
P_ER	BOOL	CF003	Work Instruction Execution E...
P_CY	BOOL	CF004	Work Carry (CY) Flag
P_GT	BOOL	CF005	Work Greater Than (GT) Flag
P_EQ	BOOL	CF006	Work Equals (EQ) Flag
P_LT	BOOL	CF007	Work Less Than (LT) Flag
P_N	BOOL	CF008	Work Negative (N) Flag
P_OF	BOOL	CF009	Work Overflow (OF) Flag
P_UF	BOOL	CF010	Work Underflow (UF) Flag
P_AER	BOOL	CF011	Work Access Error Flag
P_0_1s	BOOL	CF100	Work 0.1 second clock pulse...
P_0_2s	BOOL	CF101	Work 0.2 second clock pulse...
P_1s	BOOL	CF102	Work 1.0 second clock pulse...
P_0_02s	BOOL	CF103	Work 0.02 second clock puls...
P_1min	BOOL	CF104	Work 1 minute clock pulse bit
P_On	BOOL	CF113	Work Always ON Flag
P_Off	BOOL	CF114	Work Always OFF Flag
HMI_Status_Flag	CHANNEL	D0	Work HMI Status Flag

Name	Data Type	Address / ...Rack Lo... Usa...	Comment
Adjuster	CHANNEL	D1	Work Adjuster Flag
Set_Kicker_Delay	CHANNEL	D10	Work Change Kicker Delay
Set_Glue_Delay	CHANNEL	D11	Work Change Glue Delay
Set_Glue_Time	CHANNEL	D12	Work Change Glue Time
Set_Glue_Pause	CHANNEL	D13	Work Change Glue Pause
Delaying_kicker	BOOL	T0000	Work Delaying kicker
Delaying_glueing	BOOL	T0001	Work Startup of glueing seq...
Glueing_time	BOOL	T0002	Work Glueing time
Folding_Time	BOOL	T0003	Work Folding time
Delaying_startup	BOOL	T0004	Work Delaying startup signal
Glueing_pause	BOOL	T0005	Work Glueing pause
Reset	BOOL	W0.00	Work Reset Safety Relay
Start_Inverter	BOOL	W0.01	Work Start Inverter
Start_Main_Air	BOOL	W0.02	Work Start Main Air
Green_Light	BOOL	W0.03	Work Signalling beacon
Blue_Light	BOOL	W0.04	Work Signalling beacon
Yellow_Light	BOOL	W0.05	Work Signalling beacon
Stopper_Up	BOOL	W0.06	Work Stopper Up
Stopper_Down	BOOL	W0.07	Work Stopper Down
Kicker_Up	BOOL	W0.08	Work Kicker Up
Kicker_Down	BOOL	W0.09	Work Kicker Down
Flap_Folder_Up	BOOL	W0.10	Work Flap Folder Up
Flap_Folder_Do...	BOOL	W0.11	Work Flap Folder Down
Glue_Aut_Standby	BOOL	W0.12	Work Glue Aut. Standby
Glue_On	BOOL	W0.13	Work Glue On
Box_Adj_up	BOOL	W0.14	Work Box Level Adjuster up
Box_Adj_down	BOOL	W0.15	Work Box Level Adjuster down
Blue_Button	BOOL	W1.00	Work Control button
Inverters_Fault	BOOL	W2.02	Work Inverters fault
Production	BOOL	W2.07	Work Production flag
Alarm	BOOL	W2.09	Work Alarm flag
Early_Warning	BOOL	W2.10	Work Early warning flag
Eearly_Warning...	BOOL	W2.11	Work Early warning pulse bit
Start_Position	BOOL	W2.12	Work Startup delay
Flap_Folder_Flag	BOOL	W2.14	Work Flap Folder Flag
Start_Inverter_Fl...	BOOL	W2.15	Work Start Inverter Flag
	CHANNEL	W10	Work Startup sequence
	BOOL	W10.13	Work Start step 1
	BOOL	W10.14	Work Start step 2
	BOOL	W10.15	Work Start step 3
	CHANNEL	W20	Work Glueing sequence
	BOOL	W20.00	Work Glueing step 1
	BOOL	W20.01	Work Glueing step 2

Name	Data Type	Address / ...Rack Lo... Usa...	Comment
	BOOL	W20.02	Work Glueing step 3
	BOOL	W20.03	Work Glueing step 4
	BOOL	W20.04	Work Gueing step 5
	BOOL	W20.05	Work Glueing step 6
	BOOL	W20.06	Work Glueing step 7
	BOOL	W20.15	Work Glueing done