



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## OVLÁDÁNÍ MOTOROVÉHO POHONU ODPOJOVAČE PLYNEM IZOLOVANÝCH ROZVÁDĚČŮ ABB

THE MOTOR DRIVE CONTROL OF THE GAS INSULATED DISCONNECTOR OF ABB SWITCHGEAR

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Martin Kysel'

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Jaroslava Orságová,  
Ph.D.

BRNO 2024

# Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

**Student:** Martin Kyseľ

**ID:** 240767

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2023/24

## NÁZEV TÉMATU:

### **Ovládání motorového pohonu odpojovače plynem izolovaných rozváděčů ABB**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznamte se s problematikou plynem izolovaných rozváděčů ABB a jejich motorových pohonů odpojovačů.
2. Proveďte rešerši možností ovládání motorového pohonu plynem izolovaných rozváděčů ABB.
3. Navrhněte schémata zapojení pro jednotlivé druhy ovládání v programu Eplan.
4. Připravte funkční model pro ovládání odpojovače a otestujte funkčnost.
5. Jednotlivé druhy ovládání porovnejte, zejména z hlediska nákladovosti.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

doporučená literatura podle pokynů vedoucího závěrečné práce

**Termín zadání:** 5.2.2024

**Termín odevzdání:** 29.5.2024

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

**prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.**  
předseda rady studijního programu

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Práca sa zameriava na riešenie problematiky riadenia trojpolohových odpojovačov v plynom izolovaných rozvádzačoch spoločnosti ABB. Cieľom práce bolo vytvoriť výkresy pre trojicu vybraných spôsobov ovládania a analyzovať ich vlastnosti. V úvode je podrobne analyzovaná štruktúra a komponenty plynom izolovaných rozvádzačov. Ďalej je skúmaná problematika trojpolohových odpojovačov a ich rôzne riadiace metódy. Praktická časť práce sa zaoberá návrhom štandardizovaných zapojení ovládania motorových pohonov odpojovačov, ktoré efektívne využívajú miesto a optimalizujú náklady. Jednotlivé zapojenia boli porovnané s cieľom vybrať najvhodnejšiu náhradu pôvodného ovládania. Na overenie funkčnosti navrhnutých riešení bol vytvorený model, ktorý slúži na demonštráciu ich fungovania.

## **Kľúčové slova**

plynom izolované rozvádzače, GIS, ZX, trojpolohový odpojovač, ovládanie motorového pohonu, EPLAN, DMC, DCU, MCU

## **Abstract**

This bachelor's thesis focuses on addressing the issue of controlling three-position disconnectors in gas-insulated switchgear by ABB. The aim of the thesis was to create drawings for three-position control methods and analyze their properties. The introduction provides a detailed analysis of the structure and components of gas-insulated switchgear. It further examines the issue of three-position disconnectors and their various control methods. The practical part of the thesis deals with the design of standardized control circuits for disconnector motor drives, which efficiently utilize space and optimize costs. The individual circuits were compared to select the most suitable replacement for the original control system. A model was created to verify the functionality of the proposed solutions, serving to demonstrate their operation.

## **Keywords**

gas insulated switchgear, GIS, ZX, three-position disconnector, motor drive control, EPLAN, DMC, DCU, MCU

## **Bibliografická citácia**

KYSEL, Martin. Ovládání motorového pohonu odpojovače plynem izolovaných rozváděčů ABB [online]. Brno, 2024 [cit. 2024-04-25]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/159539>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Jaroslava Orságová.



## Vyhlásenie autora o pôvodnosti diela

**Meno a priezvisko autora:** Martin Kysel'  
**VUT ID autora:** 240767  
**Typ práce:** Bakalárska práca  
**Akademický rok:** 2023/24  
**Téma záverečnej práce:** Ovládání motorového pohonu odpojovače plynem izolovaných rozváděčů ABB

Vyhlasujem, že svoju záverečnú prácu som vypracoval samostatne pod vedením vedúcej/cého záverečnej práce, s využitím odbornej literatúry a ďalších informačných zdrojov, ktoré sú všetky citované v práci a uvedené v zozname literatúry na konci práce.

Ako autor uvedenej záverečnej práce ďalej vyhlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto záverečnej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, najmä som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a/alebo majetkových a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovenia § 11 a nasledujúcich autorského zákona Českej republiky č. 121/2000 Sb., o práve autorskom, o právach súvisiacich s právom autorským a o zmene niektorých zákonov (autorský zákon), v znení neskorších predpisov, vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovenia časti druhej, hlavy VI. diel 4 Trestného zákonníka Českej republiky č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autora\*

---

\*Autor podpisuje iba v tlačenej verzii.

## **Podakovanie**

Rád by som sa poďakoval vedúcej bakalárskej práce pani doc. Ing. Jaroslave Orságovej Ph.D. a takisto konzultantovi pánovi Ing. Jakobovi Dobrovoľnému za odborné vedenie, konzultácie, trpezlivosť a podnetné návrhy k práci.

V Brne dňa: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
podpis autora

# Obsah

<b>Zoznam obrázkov</b>	<b>9</b>
<b>Zoznam tabuliek</b>	<b>11</b>
<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 Plynom izolované rozvádzače</b>	<b>13</b>
1.1 Princíp GIS rozvádzačov . . . . .	13
1.2 Plyn SF6 . . . . .	14
1.3 Konštrukcia . . . . .	14
1.4 Aplikácie . . . . .	15
1.5 Nové izolačné média . . . . .	16
<b>2 Plynové rozvádzače ABB</b>	<b>17</b>
2.1 Rozvádzač ZX0.2 . . . . .	17
2.2 Rozvádzač ZX2 . . . . .	19
<b>3 Trojpolohový odpojovač</b>	<b>22</b>
3.1 Trojpolohový odpojovač ZX0.2 . . . . .	23
3.2 Trojpolohový odpojovač ZX2 . . . . .	25
<b>4 Možnosti ovládania motorového pohonu</b>	<b>28</b>
4.1 Ovládanie ochrannou . . . . .	28
4.1.1 Zapojenie s SPO kartou . . . . .	29
4.1.2 Ovládanie pomocou stykačov . . . . .	30
4.2 DMC (Discrete Motor Control) . . . . .	31
4.3 DCU (Drive Control Unit) . . . . .	32
4.4 MCU (Motor Control Unit) . . . . .	35
<b>5 Návrh štandardného zapojenia, ovládania a blokovania</b>	<b>37</b>
5.1 Návrh zapojenia pre DMC . . . . .	38
5.1.1 Blokovacie podmienky pre odpojovač . . . . .	38
5.1.2 Spätné blokovanie vypínača . . . . .	42
5.1.3 H-mostík v DMC . . . . .	42
5.2 Návrh zapojenia pre DCU . . . . .	43
5.2.1 H-mostík v DCU . . . . .	44
5.3 Návrh zapojenia pre MCU . . . . .	44
5.3.1 H-mostík v MCU . . . . .	45

<b>6 Porovnanie zapojení</b>	<b>46</b>
6.1 Miesto . . . . .	46
6.2 Náklady . . . . .	47
<b>7 Vytváranie modelu</b>	<b>51</b>
7.1 Zapojenia . . . . .	51
7.1.1 Indikátory . . . . .	52
7.1.2 H-mostík v modele . . . . .	53
7.1.3 Ovládanie . . . . .	53
7.2 Uloženie . . . . .	54
7.3 Overenie funkčnosti . . . . .	57
<b>Záver</b>	<b>59</b>
<b>Literatúra</b>	<b>60</b>
<b>Zoznam symbolov a skratiek</b>	<b>62</b>
<b>Zoznam príloh</b>	<b>63</b>
<b>A Fotografie modelu</b>	<b>64</b>
<b>B Výkresy zapojení</b>	<b>68</b>
<b>C Výkresy pre model</b>	<b>105</b>

# Zoznam obrázkov

1.1	Štruktúra panelov (prevzaté zo zdroja [6]) . . . . .	15
2.1	Topológia rozvodne ZX0.2 (prevzaté zo zdroja [6]) . . . . .	18
2.2	Topológia rozvodne ZX2 (prevzaté zo zdroja [15]) . . . . .	20
3.1	Trojpolohový odpojovač v uzemňovači v zapnutej polohe spínača (prevzaté zo zdroja [16]) . . . . .	22
3.2	Panelový modul ZX0.2 s trojpolohovým odpojovačom (prevzaté zo zdroja [17]) . . . . .	23
3.3	Výkres konštrukcie pákového mechanizmu (prevzaté zo zdroja [18]) . . . . .	24
3.4	Výkres konštrukcie motora a odpojovacieho hriadeľa (prevzaté zo zdroja [18]) . . . . .	24
3.5	Oblasť ovládania operátora, mechanické ovládacie prvky a indikátory pre trojpolohového odpojovača (prevzaté zo zdroja [5]) . . . . .	25
3.6	Panelový modul s trojpolohovým odpojovačom (prevzaté zo zdroja [11]) . . . . .	26
3.7	Výkres zobrazujúci prevodové reťaze (prevzaté zo zdroja [19]) . . . . .	26
3.8	Výkres zobrazujúci hnací motor a odpojovací hriadeľ odpojovača (prevzaté zo zdroja [19]) . . . . .	27
3.9	Mechanizmus trojpolohového odpojovača (prevzaté zo zdroja [11]) . . . . .	27
4.1	Zapojenie pomocných kontaktov odpojovača do ochranného relé . . . . .	28
4.2	Obvod motorového pohonu . . . . .	30
4.3	Obvod motorového pohonu s stykačmi . . . . .	31
4.4	Obvod motorového pohonu s DMC . . . . .	32
4.5	Rozmery a komponenty DCU (prevzaté zo zdroja [20]) . . . . .	33
4.6	Rozmery MCU (prevzaté zo zdroja [21]) . . . . .	36
5.1	Legenda pre výkresy . . . . .	37
5.2	Vývojový diagram pre uzemňovač v polohe ES CLOSE . . . . .	39
5.3	Zjednodušené zapojenie odpojovača v polohe ES CLOSE . . . . .	40
5.4	Prehľad stavov v odpojovač . . . . .	41
5.5	Blokovanie vypínača v DMC . . . . .	42
5.6	Zjednodušené zapojenie napájania pohonu DMC . . . . .	43
5.7	Zjednodušené napájanie pohonu DCU . . . . .	44
5.8	Zjednodušené napájanie pohonu MCU . . . . .	45
6.1	Porovnanie riadiacich častí zapojení . . . . .	46
6.2	Porovnanie cien materiálu . . . . .	49
6.3	Porovnanie celkovej ceny zapojení . . . . .	49
7.1	Zjednodušené zapojenie napájania modelu . . . . .	51
7.2	Zjednodušené zapojenie indikátormi stavov . . . . .	52

7.3	Zjednodušené zapojenie motorového pohonu . . . . .	53
7.4	Zjednodušené zapojenie ovládacieho obvodu . . . . .	54
7.5	Dvere modelu . . . . .	55
7.6	Rozloženie panelov modelu . . . . .	56
7.7	Testovanie modelu bakalárskej práce . . . . .	57
7.8	Panel s osadenými dverami modelu . . . . .	58
A.1	Panel s osadenými súčiastkami na dverách . . . . .	64
A.2	Zadný pohľad na panel s dverami . . . . .	65
A.3	Panel s osadenými súčiastkami modelu . . . . .	66
A.4	Bočný panel modelu . . . . .	67

## Zoznam tabuliek

2.1	Parametre plynových rozvádzačov ZX (prevzaté zo zdroja [11]) . . . . .	17
2.2	Parametre typov rozvádzača ZX0.2 (prevzaté zo zdroja [6]) . . . . .	17
2.3	Parametre typov rozvádzača ZX2 (prevzaté zo zdroja [6]) . . . . .	19
4.1	Parametry SPO (prevzaté zo zdroja [16]) . . . . .	29
4.2	Prehľad 13 binárnych vstupov (BI) (prevzaté zo zdroja [20]) . . . . .	34
4.3	Prehľad parametrov MCU (prevzaté zo zdroja [21]) . . . . .	35
6.1	Porovnanie nákladov pre jednotlivé zapojenia uvedené v percentách . . . . .	47

# Úvod

Vzhľadom na stále sa zmeňujúce rozmery plynom izolovaných rozvádzačov vďaka novým technológiám je ich inštalácia priamo v centre elektrickej spotreby čoraz častejšia. Tento trend kladie dôraz na kritický význam bezpečného a spoľahlivého ovládania motorových pohonov, ktoré predstavujú kľúčový komponent odpojovačov v týchto rozvádzačoch.

S ohľadom na existenciu viacerých výrobcov prístrojov do vysokonapäťových rozvádzačov na trhu, ako napríklad ABB, Siemens a Schneider Electric, je stále častejšie, že ovládanie a motorový pohon pochádzajú od rôznych výrobcov. Z tohto dôvodu je nevyhnutné mať k dispozícii viacero možností ovládania motorových pohonov s cieľom zabezpečiť nezávislosť, bezpečnosť a spoľahlivosť dodávky elektrickej energie.

Práca ma za cieľ oboznámiť sa s problematikou plynom izolovaných rozvádzačov a ich motorových pohonov a následne analyzovať rôzne možnosti ich ovládania. V praktickej časti sa práca zaoberá návrhom zapojení pre ovládania trojpolohových odpojovačov, porovnaním zapojení s cieľom vybrania najvhodnejšieho druhu zapojenia a následným otestovaním všetky zapojení v modeli.



# 1 Plynom izolované rozvádzače

Plynom izolovaný rozvádzač (GIS) je technologickým zariadením, ktoré získava stále väčšiu popularitu vzhľadom na narastajúci počet obyvateľov v mestách a narastajúce nároky na priestor a elektrickú energiu. GIS reprezentuje inovatívny elektrický distribučný systém, kontrastujúci s tradičným rozvádzačom izolovaným vzduchom (AIS).

Podľa [1] primárnou výhodou GIS je jeho kompaktný a bezpečný charakter. Voči AIS je GIS výrazne menší a efektívnejší pokiaľ ide o využitie priestoru, zariadenie GIS potrebuje na účinnú izoláciu iba centimetre, zatiaľ čo rozvádzač so vzduchovou izoláciou by na rovnakú funkciu potreboval metre. To ho činí ideálnym pre oblasti s obmedzeným priestorom, ako sú mestské aglomerácie. Samotné zariadenie je izolované plynom, pričom izolačné médium tvorí stlačený plyn, často hexafluorid sírový (SF<sub>6</sub>), ktorý efektívne oddeľuje elektrické komponenty. Táto vlastnosť zabezpečuje bezpečnosť a znižuje riziko požiaru. [1]

GIS je tiež ľahko udržiavateľný a disponuje dlhou životnosťou, čo redukuje náklady na údržbu. Jeho schopnosť efektívne a spoľahlivo distribuovať elektrickú energiu ho robí ideálnym pre kritické aplikácie, ako sú nemocnice, strategické priemyselné oblasti a mestská infraštruktúra. [1]

## 1.1 Princíp GIS rozvádzačov

V [1] sa popisuje, že plynom izolovaný rozvádzač (GIS) predstavuje zložitú elektrickú zariadenie, ktoré pozostáva z uzavretého kovového rámu. V tomto ráme sú umiestnené rôzne elektrické komponenty, ako napríklad ističe, prípojnice, transformátory, uzemňovače, zvodnice prepätia a podobné. Tieto komponenty sú vložené v uzavretých priestoroch, ktoré sú vyplnené plynom hexafluoridu síry (SF<sub>6</sub>). Tieto priestory sú oddelené bariérovými zariadeniami, čo zabezpečuje, že SF<sub>6</sub> plynu neunikne do okolia.

Podľa [1] rozvodňa GIS má hlavnú úlohu v elektrických systémoch - prepína, oddeľuje, transformuje, meria a distribuuje elektrickú energiu.

Rozvádzače využívajúce SF<sub>6</sub> chránia napájanie a distribúciu elektrickej energie tým, že v prípade potreby prerušia tok prúdu v elektrickom obvode. Kontakty vypínačov sú za normálnych podmienok zatvorené, ale keď dôjde k poruche v elektrickom systéme, tieto kontakty sa oddelia a vznikne medzi nimi oblúk. Posun pohyblivých kontaktov je synchronizovaný s posunom ventilu, ktorý umožňuje vstup vysokotlakového SF<sub>6</sub> do komory, v ktorej vzniká oblúk. [1]

## 1.2 Plyn SF6

Plyn SF6 je veľmi vyhľadávaný na izolačné účely a ďalšie účely, od chemicky stabilného zloženia až po schopnosť odolávať extrémnym podmienkam. Podľa [2] plyn SF6 je bezfarebný plyn bez zápachu s hustotou pár päťkrát vyššou ako hustota pár vzduchu. Je schopný zostať vo forme pary (pri bežných prevádzkových teplotách) až do tlaku približne 250 PSI.

Ako uvádza zdroj [1] vlastnosti SF6 umožňujú absorpciu voľných elektrónov na ceste oblúka, pričom sa vytvárajú ióny, ktoré nenesú elektrický náboj - pretože sa stávajú príliš ťažkými. Dielektrická pevnosť plynu sa výrazne zvýši, takže oblúk zhasne.

Podľa zdroja [1] sa tlak SF6 počas zhasnutia oblúka znižuje vďaka jeho schopnosti rýchlej rekombinácie. Z tohto dôvodu sa SF6 skladuje v nízkotlakovej nádrži a neskôr sa presúva do vysokotlakovej nádrže, aby bolo pripravené na ďalšie použitie.

Napriek všetkým výhodám, ktoré vlastnosti plynu SF6 poskytujú odvetviu elektrotechniky a iným priemyselným odvetviám, jeho zloženie z neho robí silný skleníkový plyn. Zatiaľ čo oxid uhličitý (CO2) je často stredobodom diskusií o skleníkových plynoch a klimatických zmenách, zdroj [3] uvádza, že plyn SF6 je 23 500-krát lepší pri zachytávaní infračerveného žiarenia ako podobné množstvo CO2. SF6 je chemicky stabilný a jeho životnosť v atmosfére je 3 200 rokov. To znamená, že emisie SF6 môžu v atmosfére zotrvať celé stáročia bez toho, aby sa rozkladali. [3]

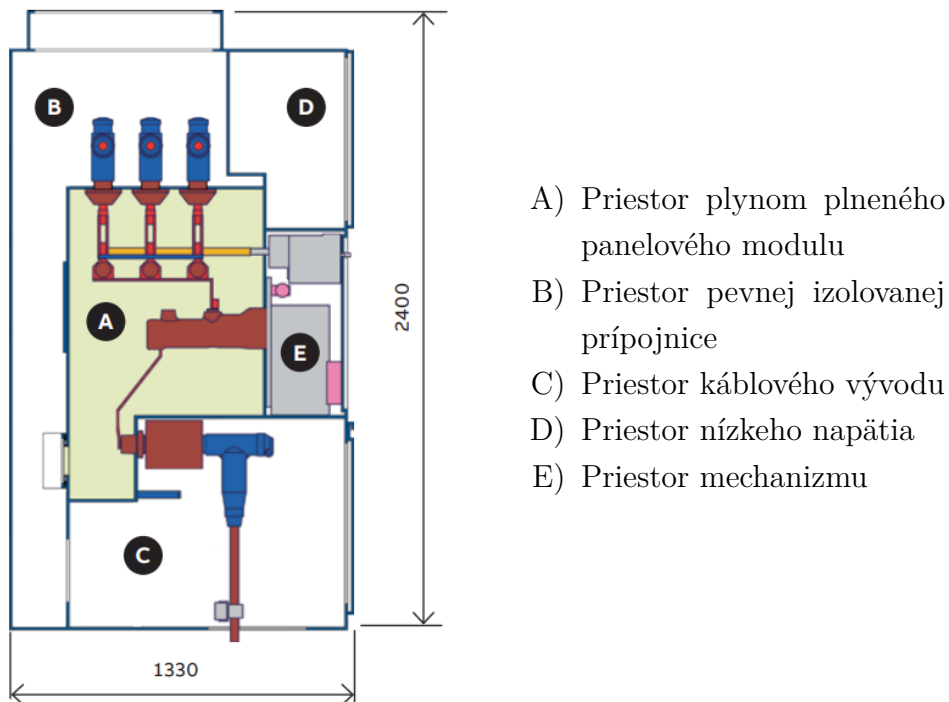
## 1.3 Konštrukcia

Podľa zdroja [4] boli rozvádzače vyvinuté s cieľom zmenšiť rozmery a zároveň ochrániť obsluhu pred nebezpečným dotykom pomocou kovového uzemneného krytu. Tento dizajn umožňuje umiestniť tieto rozvádzače priamo v centre spotreby elektrickej energie. Sú preto ideálne pre priemyselné rozvodne, čiastočne kvôli minimalizácii nákladov na stavebné úpravy a možnosti inštalácie v relatívne nečistých priestoroch bez potreby vyššej elektrotechnickej kvalifikácie. Okrem toho sa vyznačujú aj možnosťou montáže v závode do montážnych celkov.

Rozvádzač zobrazený na Obr. 1.1 je rozdelený na priestory, ktoré sú od seba rozdelené kovovými uzemnenými prepážkami. Ako uvádza zdroj [5] medzi tieto priestory patrí:

- priestor plynom plneného panelového modulu - vákuový istič, trojpolohový odpojovač
- priestor pevnej izolovanej prípojnice - puzdro z liatej živice na prípojnicu a prípojnicu

- priestor káblového vývodu - prístrojový transformátor prúdu, káblový konektor, hlavná uzemňovacia svorkovnica
- priestor nízkeho napätia - svorkovnice ovládacích a meracích obvodov, ochranné zariadenia a meriace prístroje
- priestor mechanizmu - operačný mechanizmus trojpolohového odpojovača a vypínača, senzor hustoty plynu a plynový plniaci ventil



Obr. 1.1: Štruktúra panelov (prevzaté zo zdroja [6])

## 1.4 Aplikácie

Zdroj [1] uvádza, že rozvodne GIS sú prvou voľbou pre typ inštalácie v oblastiach s obmedzeným priestorom alebo v oblastiach vystavených vysokej úrovni znečistenia (prachu, chemikáliám, vrstvám soli atď.), ktoré by mohli spôsobiť vzplanutie v iných typoch rozvodní, vďaka svojej malej, kompaktnej a pancierovanej konštrukcii.

Podľa zdroja [1] medzi najčastejšie aplikácie patrí:

- Vodné stanice
- Podzemné rozvodne
- Oblasti s vysokým znečistením
- Offshore plošiny
- Železnice

- Horské regióny
- Priemyselné komplexy
- Vysokonapäťové prenosové sústavy

## 1.5 Nové izolačné médiá

Európska únia aktívne usiluje zmierniť dopady globálneho otepľovania prostredníctvom Európskeho ekologického dohovoru (European Green Deal), ktorý zahŕňa politické iniciatívy na zníženie environmentálnych dopadov v rôznych odvetviach, vrátane energetiky. V rámci tohto dohovoru Európska komisia (EK) v roku 2022 schválila rozhodnutie zakázať používanie sírového hexafluoridu (SF<sub>6</sub>) vo väčšine nových elektrických zariadení s napätím do 24 kV od roku 2026, a pre vyššie napätia sa očakáva zákaz od roku 2030 [7]. Rovnaké rozhodnutie, citujúce [7], ďalej hovorí, že od 1. januára 2035 bude použitie fluórovaných skleníkových plynov v elektrických rozvodných zariadeniach úplne zakázané. Toto opatrenie reflektuje ambície EÚ v oblasti environmentálnej udržateľnosti a snahy o nízku uhlíkovú ekonomiku.

S vedomím potreby nájsť ekologicky šetrnejšie alternatívy k SF<sub>6</sub>, boli vyvinuté nové izolačné médiá s názvom Airplus a DryAir. Tieto substitúty sú navrhnuté tak, aby minimalizovali negatívne vplyvy na životné prostredie v porovnaní so SF<sub>6</sub>. Ich vývoj sa stal súčasťou úsilia dosiahnuť environmentálne udržateľnejšie technologické riešenia v energetickom sektore.

Ako uvádza zdroj [8] plyn AirPlus pozostáva z viac ako 80% suchého vzduchu a menej ako 20 % fluoroketónov C<sub>5</sub> 3M™ Novec™ 5110 Fluid. Kľúčová zložka v novom izolačnom plyne AirPlus je izolačný plyn Novec 5110. Toto médium kombinuje dobré elektrické izolačné vlastnosti so zanedbateľným potenciálom globálneho otepľovania (GWP), ktorý je menší ako 1. Podľa zdroja [9] čistý plyn Novec 5110 má relatívnu dielektrickú pevnosť 1,4-krát vyššiu ako SF<sub>6</sub> pri danom tlaku.

DryAir nie je hneď zrejmou voľbou, pretože hoci je známym izolačným médiom, jeho vlastnosti nie sú také skvelé ako fluórovaných plynov, ale ako uvádza zdroj [10] inovatívny konštrukčný prístup umožňuje zariadeniam so vzduchom nepretržite poskytovať vynikajúci výkon (vzduch pod tlakom 0,4 barov pre 12kV a 1,5 barov pre 24kV rozvádzače). Ponúka tiež niekoľko presvedčivých výhod pre ďalšie kľúčové aspekty. Zo svojej podstaty je udržateľný, voľne a široko dostupný, bezpečný a ľahko sa s ním manipuluje, je vhodný na použitie v širokom rozsahu teplôt a má nulový potenciál globálneho otepľovania (GWP). Z týchto dôvodov je vzduch bezproblémový a po skončení životnosti zariadenia sa môže uvoľniť do atmosféry. [10]

## 2 Plynové rozvádzače ABB

Plynové rozvádzače ZX od firmy ABB ponúkajú širokú škálu využitia pre sekundárne a primárne rozvody stredného napätia. Pod ZX rodinu patria plynom izolované rozvádzače rôznych napätí zobrazené v Tab. 2.1.

Tab. 2.1: Parametre plynových rozvádzačov ZX (prevzaté zo zdroja [11])

Typ produktov	$U_r$	$I_r$	$I_k$
ZX0	24 kV	1250 A	25 kA
ZX0.2	36 kV	2500 A	31,5 kA
ZX1.2	40,5 kV	2500 A	31,5 kA
ZX2	40,5 kV	3150 A	40 kA

Podľa zdroja [11] všetky rozvádzače sú testované na oblúkovú odolnosť podľa normy IEC 62271-200.

V tejto práci sa budeme zaoberať len trojpolohovým odpojovačom pre ZX0.2 a ZX2 preto sa ku ostatným modelom nebudeme vyjadrovať.

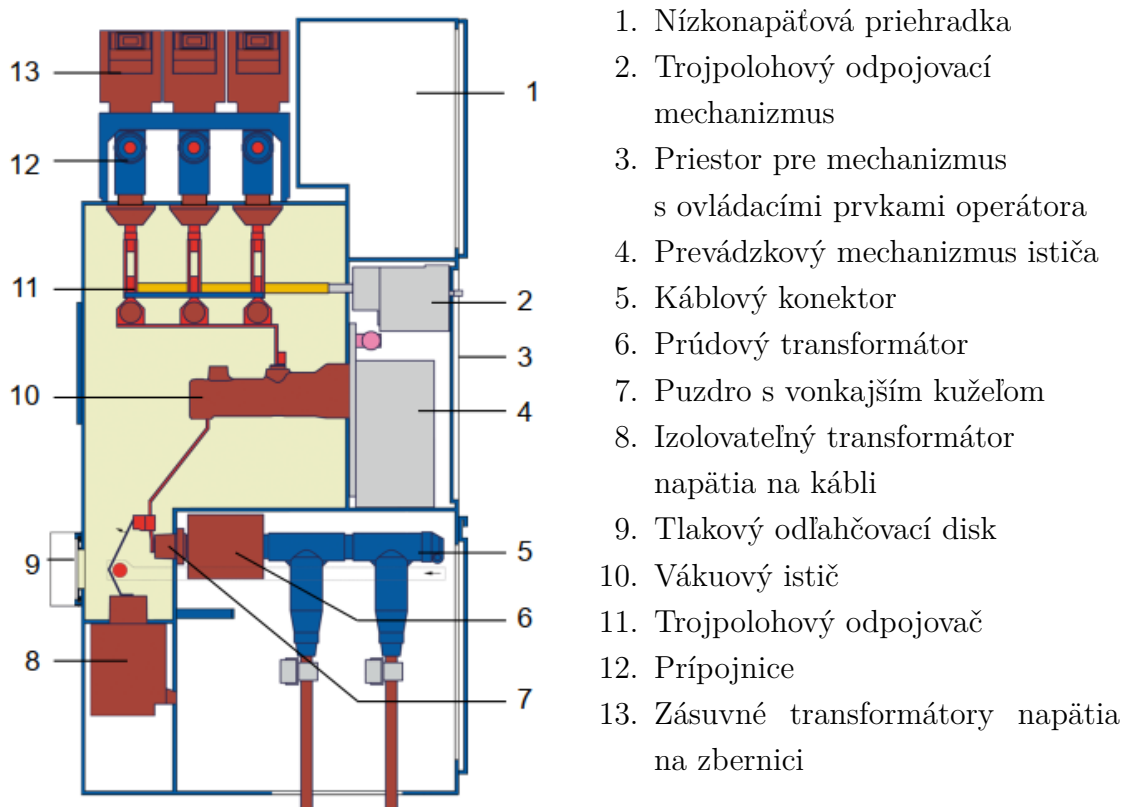
### 2.1 Rozvádzač ZX0.2

Ako uvádza zdroj [12] rozvádzač ZX0.2 je kovovo uzavretý systém s jednou prípojnou pre transformátorové a distribučné rozvádzače v individuálnom panelovom vyhotovení zobrazenom na Obr. 2.1. Inštalácia tohto typu rozvádzača je možná pri stene alebo voľne v miestnosti.

Rozvádzač podľa zdroja [5] odpovedá norme IEC 62271-200, patrí do triedy bezpečnosti LSC-2A a do triedy prístupnosti AFLR. Pracuje pri frekvenciách 50 a 60 Hz. Menovité napätie do 36 kV. Základné parametre rozvádzača sú zobrazené v Tab. 2.2.

Tab. 2.2: Parametre typov rozvádzača ZX0.2 (prevzaté zo zdroja [6])

Menovité napätie (kV)	12	24	36
Menovitý prúd prípojnic (A)	2500	2500	2500
Menovitý prúd odbočiek s ističom (A)	2500	2500	2500
Menovitý prúd odbočiek s odpojovačom (A)	80	63	-
Menovitý skrat vypínací prúd (kA)	31,5	31,5	31,5
Šírka (mm)	600 / 1200		
Výška (mm)	2400		
Hĺbka (mm)	1330		



Obr. 2.1: Topológia rozvodne ZX0.2 (prevzaté zo zdroja [6])

Ako uvádza zdroj [5] v rozvodniach ZX0.2 sa používajú 2 typy vákuových ističov (10). Typ VD4X sa používa v paneloch so šírkou 600, 900 a 1200 mm, a typ VD4X PT pre panely šírky 450 mm. Pevne namontované vákuové ističe sú trojfázové spínacie zariadenia a v zásade pozostávajú z ovládacieho mechanizmu (4) a troch pólových častí (11). Pólové časti obsahujú vlastné spínacie prvky, vákuové prerušovače (10) [5]. Dizajn a technické špecifikácie vypínača sú prispôbené medzinárodnej norme IEC 62271-1. Podľa tejto normy je nevyhnutné, aby vypínač prekonal náročné prevádzkové podmienky, konkrétne teplotné rozpätie od  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . V súlade s technickými požiadavkami, ktoré sú uvedené v zdroji citovanom ako [13], je určený čas oblúku vypínača pri frekvencii 50 Hz, ktorý nesmie presiahnuť 15 milisekúnd.

Napäťový transformátor (8) je podľa zdroja [5] vždy umiestnení mimo plynovej komory. Môže byť trvalo namontovaný alebo zásuvkovo pripojený. Menovité napätie primárneho vinutia dosahuje 24 kV pri trvalo namontovanom transformátore a až 36 kV pri zástrčkovom type. Prúdový transformátor (6) sa nachádza na vonkajšom kuželi mimo plynového priestoru. Pri návrhu sa dodržia ustanovenia a odporúčania noriem IEC 61936 a IEC 61869-2. Transformátory prúdu s kruhovým jadrom sa po-

užívajú na meranie prívodu v koncových paneloch. Dva kužele na fázy sa používajú v paneloch pre prúdy väčšie ako 1250 A. Skriňa je vybavená tlakovým odľahčovacím diskom (9), ktorý v nepravdepodobnom prípade vnútornej oblúkovej poruchy v plynovom priestore sa otvorí. Ako uvádza zdroj [5] tlak sa odvádza nahor potrubím za rozvádzačom a von cez odľahčovacím kanálom v hornej časti rozvádzača. [5]

Topológia rozvodne ZX0.2 sa mení podľa zdroja [14] na 3 varianty:

- Napájací panel (Feeder panel)
- Pozdĺžny spínací (Sectionaliser panel)
- Stúpací panel (Riser panel)

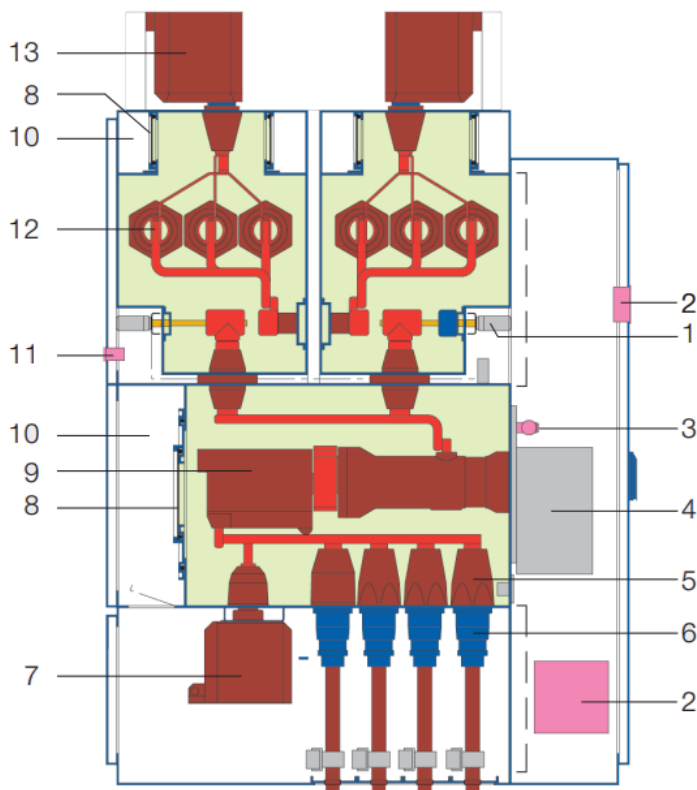
## 2.2 Rozvádzač ZX2

Podľa [12] je rozvádzač ZX2 založený na modulárnych kovových komponentoch zobrazení na Obr. 2.2, ktoré sú navrhnuté tak, aby pokrývali široké spektrum aplikácií, vrátane tých s najvyššími nárokmi. Umožňuje jednoduchý prístup káblom z ich zadnej strany, čo zefektívňuje inštaláciu a údržbu. Všetky spínacie zariadenia sú ovládateľné na diaľku a majú voliteľnú mechanickú blokáciu na zvýšenie bezpečnosti. Systém využíva kombináciu ochranných a ovládacích zariadení, ako aj čisto ochranných prvkov, čím poskytuje komplexnú ochranu a riadenie pre celý systém. [12]

Podľa informácií uvedených v zdroji [11] je rozvádzač v súlade s normou IEC 62271-200 a priradený do triedy bezpečnosti LSC-2A a triedy prístupnosti AFLR. Prevádzkuje sa pri frekvencii 50 a 60 Hz. Pri použití plynu AirPlus dosahuje najvyššie menovité napätie rovnaké hodnoty ako rozvádzač ZX0.2 a to 36 kV. Pri využití plynu SF<sub>6</sub> je možné dosiahnuť menovité napätie až do hodnoty 40,5 kV. Základné parametre sú uvedené v Tab. 2.3.

Tab. 2.3: Parametre typov rozvádzača ZX2 (prevzaté zo zdroja [6])

Menovité napätie (kV)	12	24	36
Menovitý prúd prípojnic (A)	2500	2500	2500
Menovitý prúd odbočiek (A)	2500	2500	2500
Menovitý skratový vypínací prúd (kA)	40	40	40
Izolačný plyn	SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub>
Šírka (mm)	600/800		
Výška (mm)	2300		
Hĺbka (mm)	1760		



Obr. 2.2: Topológia rozvodne ZX2 (prevzaté zo zdroja [15])

1. Trojpolohový odpojovač
2. Multifunkčná ochranná a riadiaca jednotka
3. Snímač hustoty plynu a plniaci ventil
4. Vákuový istič
5. Káblové zásuvky
6. Vnútorň kuželový káblový konektor
7. Zásuvný transformátor napätia
8. Tlakový odľahčovací disk
9. Prúdový transformátor
10. Tlakový odľahčovací kanál
11. Meracie zásuvky pre kapacitný systém indikátora napätia
12. Prípojnice
13. Zásuvný transformátor napätia (prípojnice)

Ako uvádza zdroj [11] vákuový istič (4) predstavuje trojfázové spínacie zariadenie, ktoré sa skladá z prevádzkového mechanizmu a troch pólových častí. Jednotlivé póly obsahujú samostatné spínacie prvky - vákuové prerušovače. Vonkajší plášť vákuového prerušovača tvoria keramické izolátory s nerezovými viečkami.



Kontakty, obklopené bezpotenciálovým stredovým tienením, sú vyrobené z medeneého/chrómového kompozitu. Vďaka extrémne nízkemu statickému tlaku vo vnútri komory prerušovača (10<sup>-4</sup> až 10<sup>-8</sup> hPa) stačí len malá kontaktná medzera na dosiahnutie vysokých hodnôt dielektrickej pevnosti. [11]

Podľa [11] existujú tri typy prúdových transformátorov (9), ktoré sa využívajú vo vývodných paneloch. Vývodné panely pre prúdy väčšie ako 1250 A sú vybavené prúdovými transformátormi, ako je zobrazené na Obr. 2.2. Tieto transformátory sú umiestnené v plynovom priestore a je možné k nim pripojiť až 5 jadier. Transformátory prúdu s krúžkovým jadrom sa využívajú v paneloch s vonkajším kuželom a pripojovacími systémami, pričom sú umiestnené mimo plynového priestoru. Blokový typ prúdového transformátora, ktorý sa používa vo vývodných paneloch, disponuje systémom pripojenia káblov s vnútorným kuželom, určeným pre menovité prúdy do 1250 A. [11]

Transformátory napätia (7) sú podľa [11] vždy umiestnené mimo plynových priestorov. Patria ku zástrčkovému typu. Vo vývodných paneloch so šírkou 600 mm sú vhodné pre menovité napätia do 33 kV (50 Hz). Panely ZX2 je možné vybaviť snímačmi napätia podľa normy IEC 60044-7 namiesto štandardných transformátorov napätia. Tieto snímače napätia sú vždy umiestnené mimo plynových priestorov a inštalujú sa buď v káblovom koncovom priestore alebo na prípojnici.

Podľa informácií zdroja [14] sa topológia rozvodne ZX2 rozdeľujeme na 6 variant:

- Vývodný panel (Outgoing feeder panel)
- Prívodný panel (Incoming feeder panel)
- Panel ukončovacích káblov (Cable termination panel)
- Pozdĺžny spínací panel (Sectionalizer panel)
- Stúpací panel (Riser panel)
- Merací panel (Metering panel)

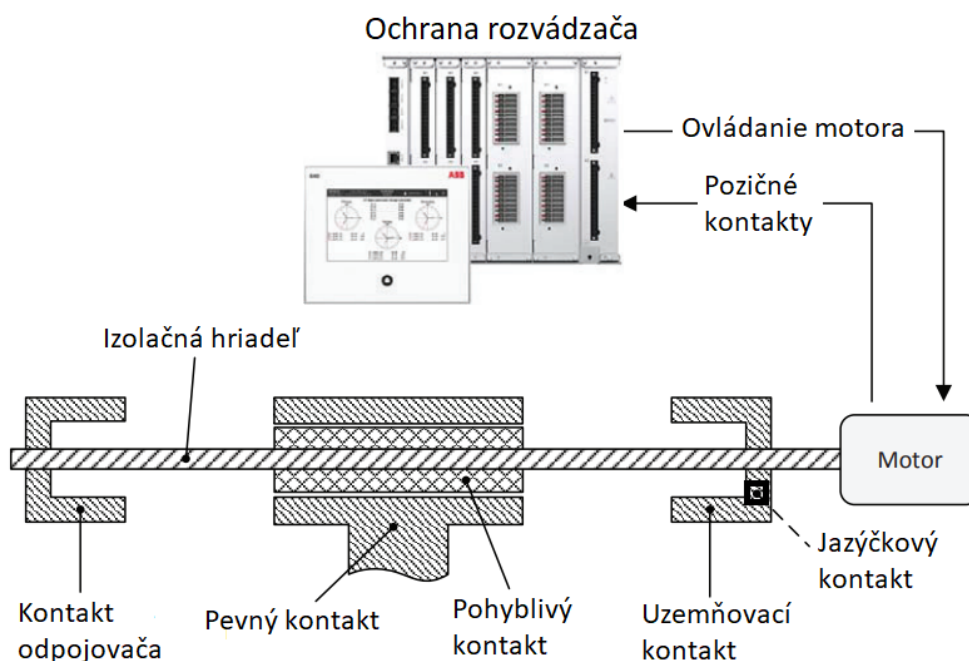
### 3 Trojpolohový odpojovač

Trojpolohové odpojovače sú kombinované odpojovače a uzemňovače. Podľa zdroja [5] má definované tri polohy spínača:

- ON - odpojovač je pripojený k prípojnici
- OFF - odpojovač je odpojený od prípojnici aj od zeme
- EARTH - odpojovač je uzemnení

Mechanická konštrukcia spínača jasne definuje jednotlivé polohy, čo bráni súčasnému pripojeniu a uzemneniu. Uzemnenie sa vykonáva v dvoch krokoch. Prvé ovládanie z polohy ON do polohy do polohy OFF a potom druhým ovládaním z polohy OFF do polohy EARTHING. [5]

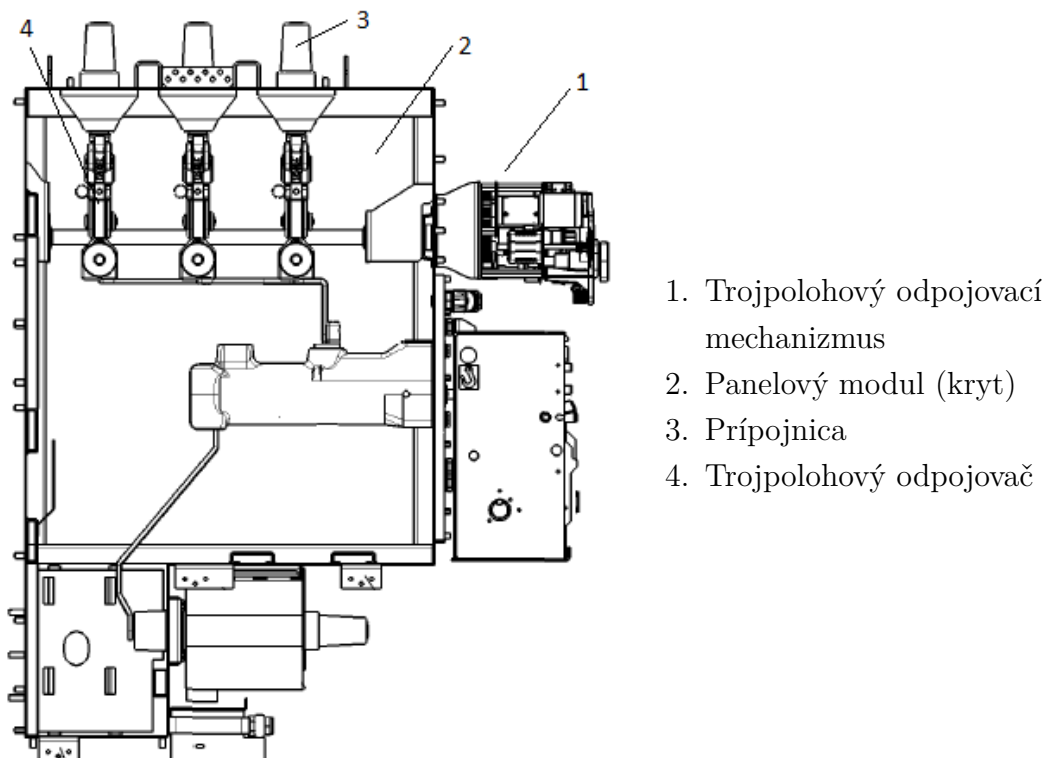
Princíp trojpolohového odpojovača a jeho ovládanie sú znázornené na Obr. 3.1. Pre prechod medzi jednotlivými polohami odpojovača sa využíva motorový pohon, ktorý prostredníctvom hriadele presúva pohyblivý kontakt na presne definované miesto. Ovládací signál je zvyčajne poslaný z ochrany rozvádzača, ale môže pochádzať aj z rôznych iných typov ovládania, ktoré sú bližšie opísané v kapitole 4. Podľa zdroja [11], pre správnu identifikáciu polohy troch kontaktov sa využívajú voliteľné jazýčkové kontakty zapojené sériovo, ktoré sú riadené permanentnými magnetmi.



Obr. 3.1: Trojpolohový odpojovač v uzemňovači v zapnutej polohe spínača (prevzaté zo zdroja [16])

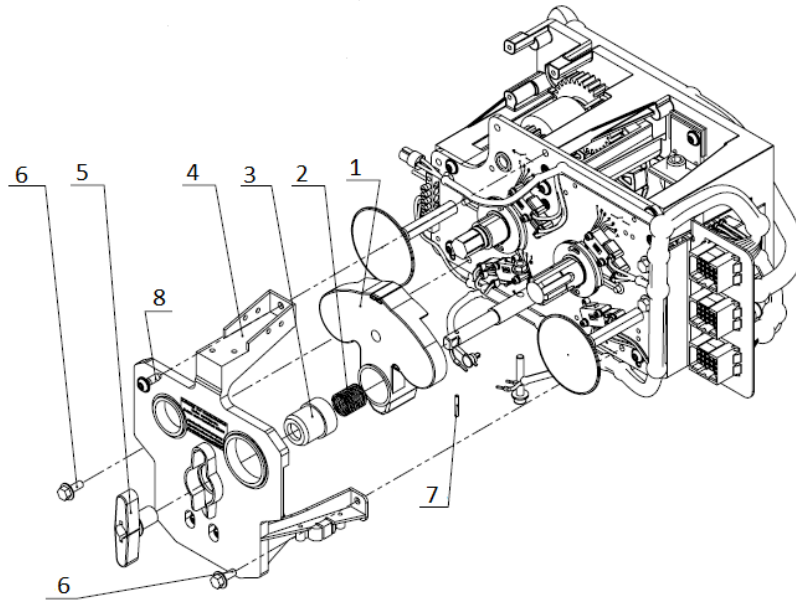
### 3.1 Trojpolohový odpojovač ZX0.2

Využívajú sa trojpolohové odpojovače s nožovým spínačom zobrazený na Obr. 3.2. Samotné spínacie súčasti trojpolohového odpojovača (4) sú umiestnené v panelovom module naplnenom SF6, zatiaľ čo blok ovládacieho mechanizmu (1) je ľahko prístupný v priestore mechanizmu. Mechanické ovládacie prvky a indikátory prevádzkového mechanizmu sú umiestnené v kryte priestoru mechanizmu (1), ktoré sú prístupné zvonku. Na základe informácií zo zdroja [5].



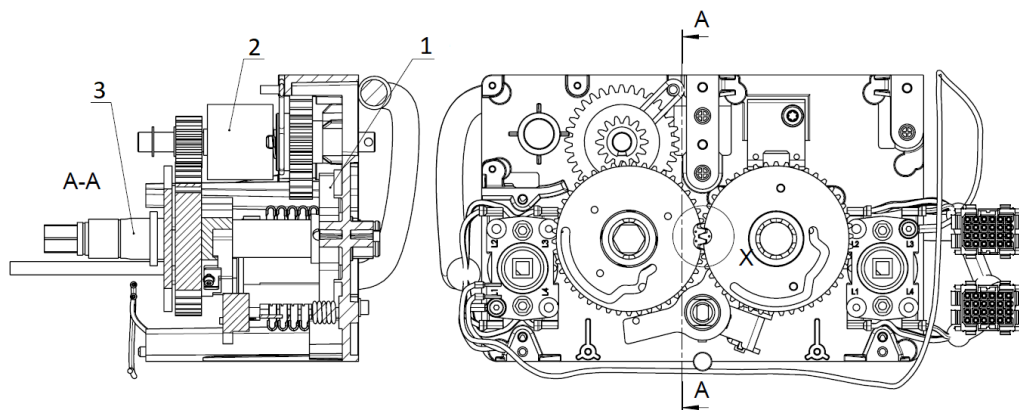
Obr. 3.2: Panelový modul ZX0.2 s trojpolohovým odpojovačom (prevzaté zo zdroja [17])

Konštrukcia pohonu trojpolohového odpojovača sa skladá z 3 hlavných častí: pákového mechanizmu, motoru a odpojovacej hriadeľ. Pákový mechanizmus je zobrazený na Obr. 3.3. Motor a odpojovacia hriadeľ zabezpečujú uvedenie trojpolohového odpojovača do jednej z jeho troch definovaných polôh. Uloženie motora a odpojovacej hriadeľ je zobrazené na Obr. 3.4.



1. Vloženie uzamykania
2. Kompresná pružina
3. Púzdro
4. Montáž predného krytu
5. Páka prepínača
6. Blokovací kolík

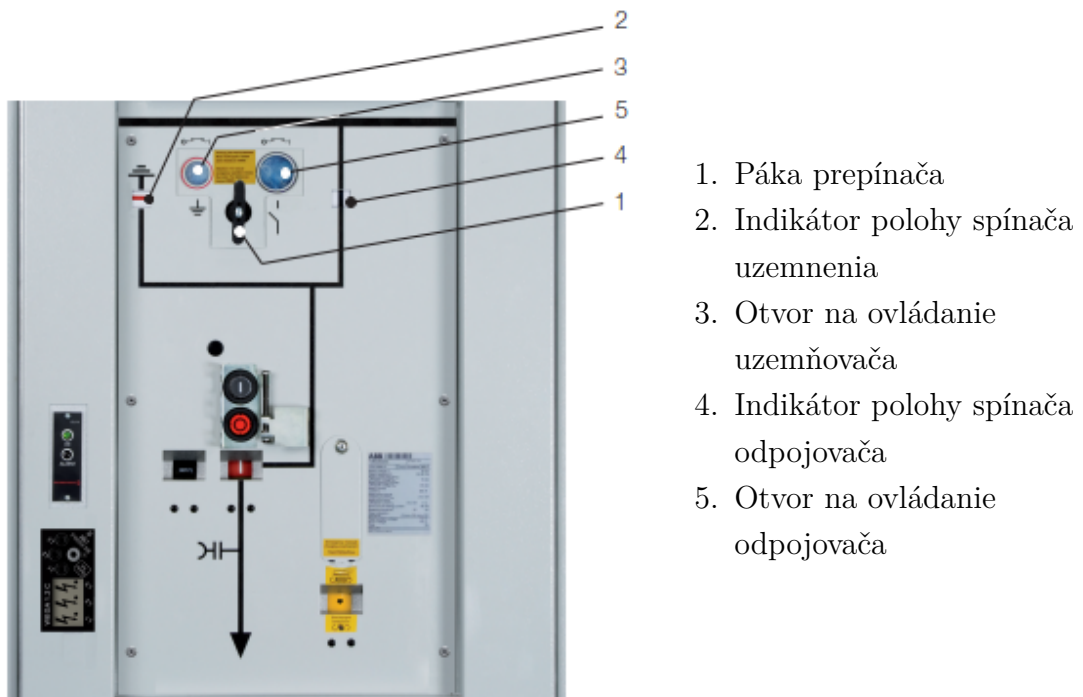
Obr. 3.3: Výkres konštrukcie pákového mechanizmu (prevzaté zo zdroja [18])



1. Pákový mechanizmus
2. Prevodové ústrojenstvo
3. Hriadeľ

Obr. 3.4: Výkres konštrukcie motora a odpojovacieho hriadeľa (prevzaté zo zdroja [18])

Ovládanie týchto odpojovačov môže byť manuálne alebo motorizované. V prípade núdzového ručného ovládania sa dodržiava rozsah, ktorý umožňujú blokády. Pri manuálnom ovládaní spínača zobrazeného na Obr. 3.5 sa pomocou otáčania páčky (1) otvorí príslušný otvor pre páku odpojovacieho (5) alebo uzemňovacieho (3) spínača. Poloha spínača je vyznačená mechanicky (2 a 4). Aby sa zabránilo nesprávnej obsluhu, ručné mechanizmy sú mechanicky blokované príslušným ističom v paneli. [5]

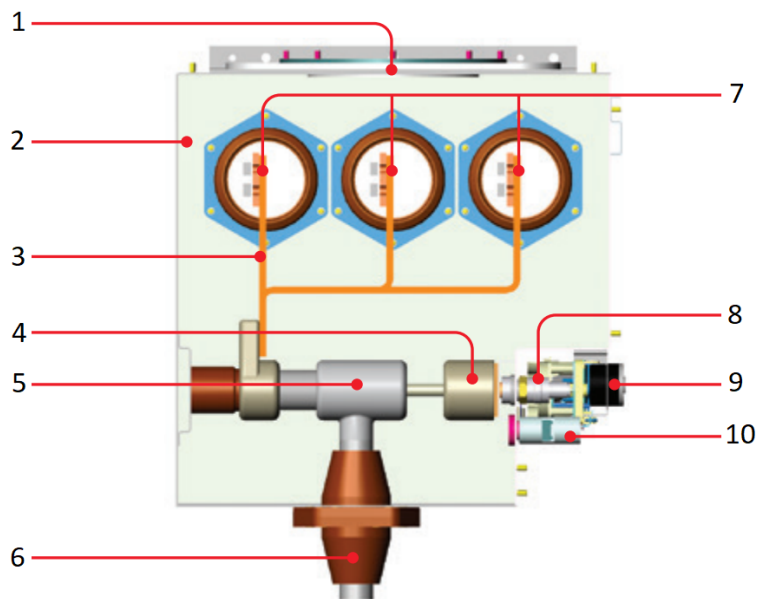


Obr. 3.5: Oblasť ovládania operátora, mechanické ovládacie prvky a indikátory pre trojpolohového odpojovača (prevzaté zo zdroja [5])

Podľa zdroja [5] sa motorové mechanizmy sa prednostne ovládajú pomocou riadiacej jednotky. Manuálne ovládanie ako pri ručnom mechanizme je tiež možné. Motorizovaný mechanizmus je mechanicky a elektricky prepojený s ističom.

### 3.2 Trojpolohový odpojovač ZX2

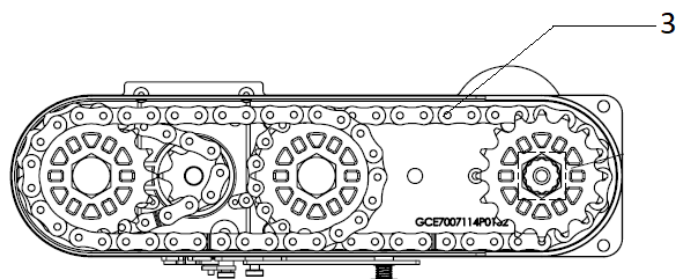
Tieto odpojovače sú riadené motoricky, s tyčovým typom mechanizmu, kde spínacie prvky pod napätím sú umiestnené v priestore prípojnice. Blok mechanizmu (9), ktorý ich ovláda, je ľahko prístupný v priestore nízkeho napätia. Celý trojpolohový odpojovač je zobrazený na Obr. 3.6. [11]



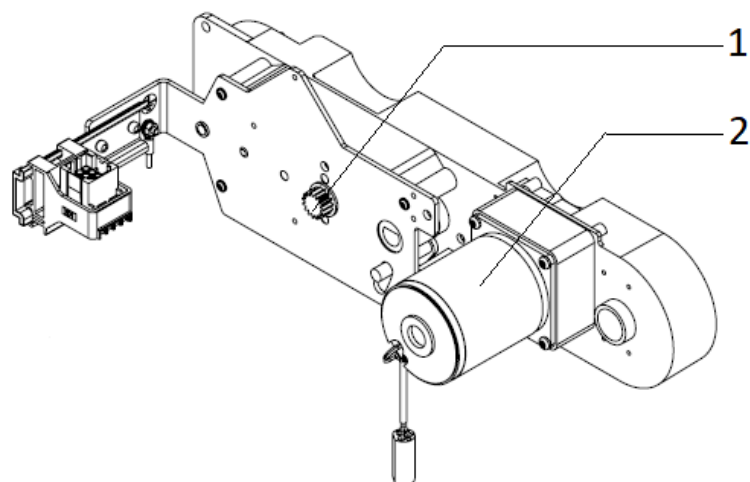
Obr. 3.6: Panelový modul s trojpolohovým odpojovačom (prevzaté zo zdroja [11])

1. Tlakový odľahčovací disk
2. Panelový modul (kryt)
3. Ploché vodiče - spájajúci systém prípojnic a odpojovač
4. Uzemňovací kontakt
5. Trojpolohový odpojovač - spojenie s vypínačom
6. Puzdro z liatej živice
7. Systém prípojnic
8. Plniaci ventil pre priestor prípojnic
9. Trojpolohový odpojovací mechanizmus
10. Snímač tlaku plynu

Konštrukcia pohonu trojpolohového odpojovača pre ZX2 pozostáva z 3 hlavných častí zobrazených na Obr. 3.7 a Obr. 3.8: odpojovací hriadeľ (1), hnací motor (2) a prevodové reťaze (3) - nachádzajú sa zo zadnej strany pohonu



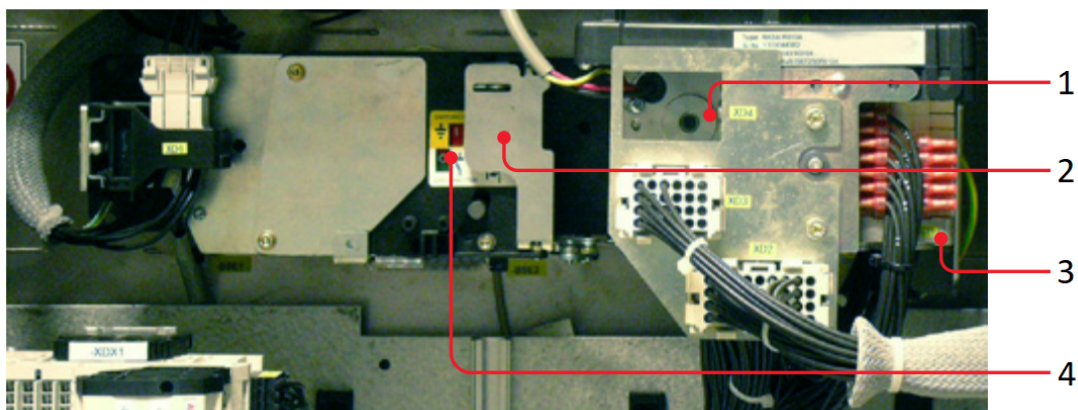
Obr. 3.7: Výkres zobrazujúci prevodové reťaze (prevzaté zo zdroja [19])



Obr. 3.8: Výkres zobrazujúci hnací motor a odpojovací hriadeľ odpojovača (prevzaté zo zdroja [19])

Ovládací mechanizmus trojpolohového odpojovača (zobrazené na Obr. 3.9) pozostáva podľa zdroja [11] z nasledujúcich častí:

- Hnací motor (1)
- Mechanické blokovanie prístupu na núdzové ručné ovládanie (2)
- Funkčná jednotka s mikro a pomocnými spínačmi na detekciu polohy (3)
- Mechanický indikátor polohy (4)
- Zásuvka na ručnú kľuku pre núdzové ručné ovládanie



Obr. 3.9: Mechanizmus trojpolohového odpojovača (prevzaté zo zdroja [11])

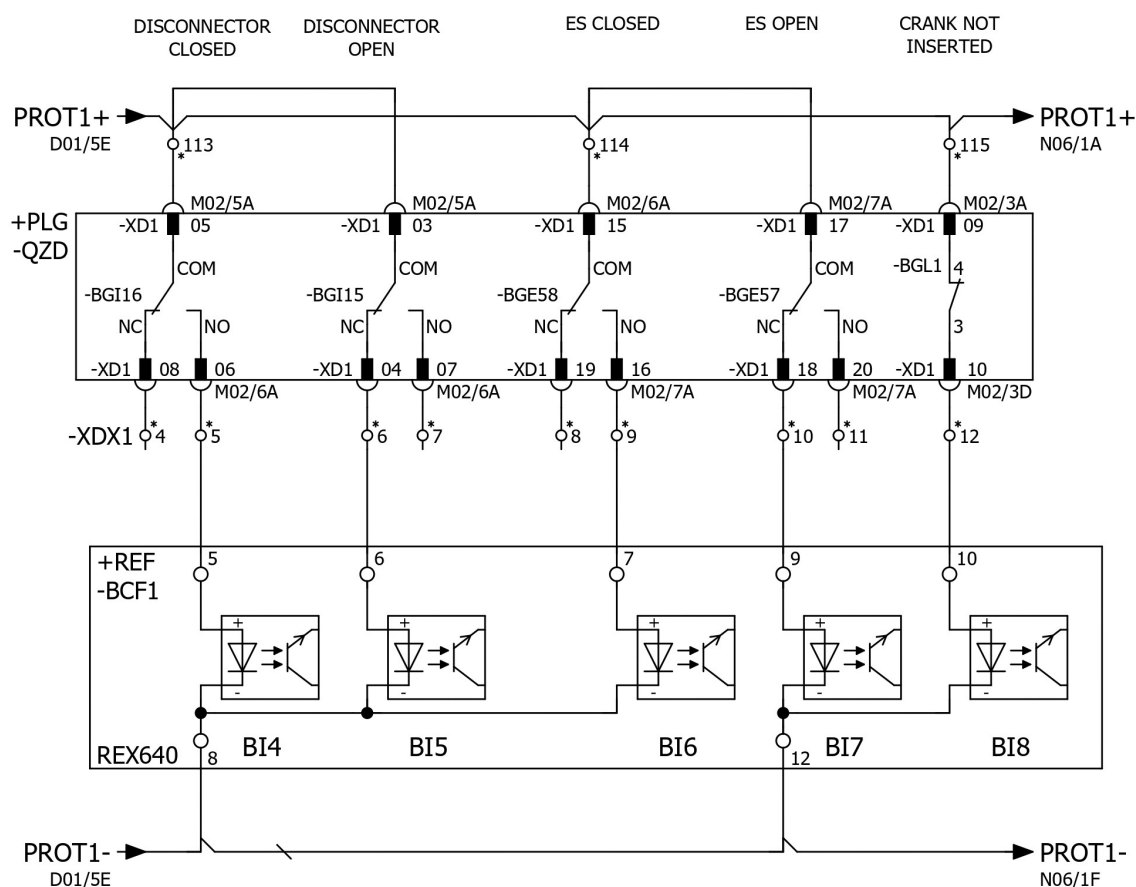
Počas bežného prevádzkového režimu je prístup k núdzovému manuálnemu ovládaniu obmedzený. Na obmedzenie slúži mechanická blokáda. V prípade núdzovej situácie je táto mechanická blokáda uvoľnená, umožňujúc prístup k zásuvke pre ručné ovládanie pomocou núdzovej kľuky.

## 4 Možnosti ovládania motorového pohonu

Poznáme 4 druhy ovládania:

- Ochranou - používa sa ochrana rozvádzača
- DMC - Diskrétné riadenie motora (Discrete Motor Control)
- DCU - Riadiaca jednotka pohonu (Drive Control Unit)
- MCU - Jednotka ovládania motora (Motor Control Unit)

### 4.1 Ovládanie ochrannou



Obr. 4.1: Zapojenie pomocných kontaktov odpojovača do ochranného relé

Použitie ABB Relion ochrán na ovládanie motorového pohonu predstavuje efektívne a jednoduché riešenie v oblasti riadenia motorových pohonov. Táto metóda sa vyznačuje jednoduchou implementáciou a eliminuje potrebu externého ovládania, čím znižuje potrebu ďalších zariadení v rozvádzači. Všetky externé riadiace príkazy pre ovládanie motorového pohonu, prípadne ovládacie tlačidlá sa pripájajú na binárne vstupy ochranného relé ABB Relion. Pre ovládanie a blokovanie sa využívajú



výhradne pomocné kontakty určené pre motorový pohon (BGI15, BGI16, BGE57, BGE58), ktoré sú pripojené k binárnym vstupom ochranného relé (zobrazené na Obr. 4.1). Tým sa zabezpečuje centrálné riadenie a monitorovanie motorového systému prostredníctvom integrovaných ochranných funkcií.

Zapojenie ovládania motorového obvodu sa rozdeľuje na:

- Priame ovládanie pomocou SPO kartou - používa sa pri ochrane REX640
- Ovládanie pomocou stykačov

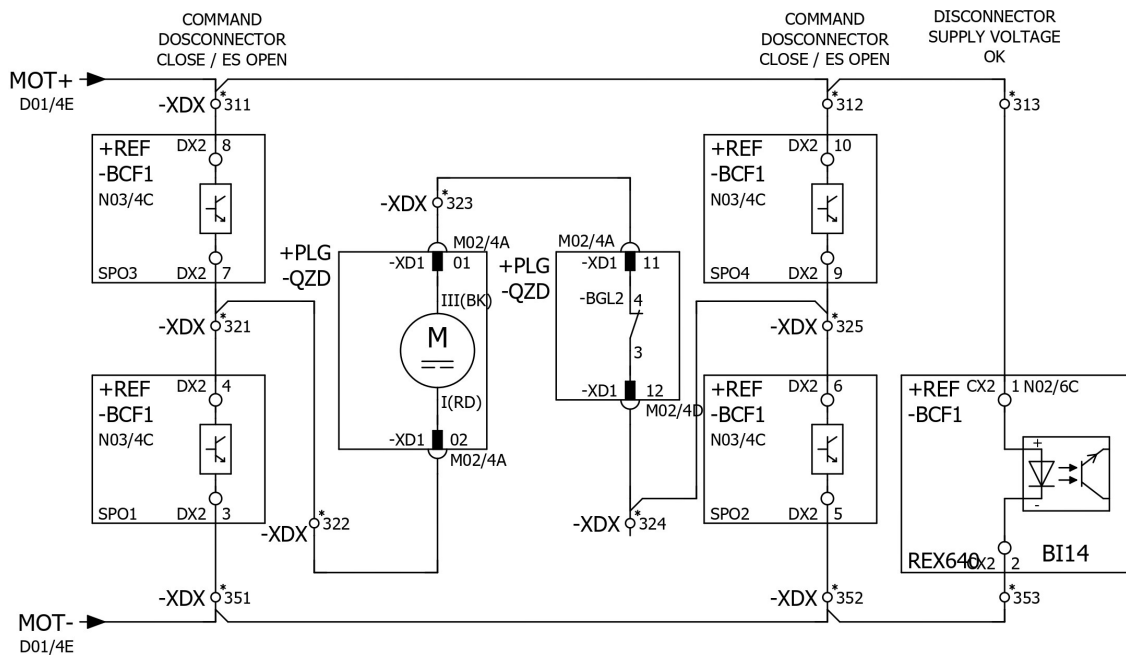
#### 4.1.1 Zapojenie s SPO kartou

V aplikáciách s rýchlym časom aktivácie, ako je ochrana proti oblúku alebo ochrana proti poruchám ističa, sa využívajú SPO (Static Power Outputs) karty na rýchle otvorenie ističa. Podľa [16] SPO umožňuje aktiváciu výstupného kontaktu relé o 4 až 6 ms skôr než mechanické relé, čo je kritické pre minimalizáciu škôd alebo zabránenie šíreniu poruchy. Využitím SPO karty eliminujeme potrebu používania mechanických stykačov na spínanie, čím dosahujeme úsporu miesta a zjednodušujeme proces drôtovania. Je však dôležité poznamenať, že cena SPO karty je vyššia v porovnaní s mechanickým stykačom. Používa sa len v zapojení s ochranou REX640. [16]

Ak je ochranné relé vybavené SPO, trojpolohový hnací motor spínača sa môže ovládať pomocou H-mostíka zobrazeného na Obr. 4.2. Funkcia má štyri výstupy na ovládanie motora. Tieto výstupy musia byť pripojené k statickým výstupom ochranného relé. Pomocou funkcie H-mostíka je možné motor poháňať doľava alebo doprava, a brzdiť motor. Pomocné napätie pripojené k H-mostíku musí zodpovedať napätiu motora. Jednotlivé parametre SPO karty sú zobrazené v Tab. 4.1. [16]

Tab. 4.1: Parametre SPO (prevzaté zo zdroja [16])

Parametre	Hodnota
Menovité napätie	250 V DC
Maximálne trvalé zaťaženie	2000 VA
Nepretržité prenášanie kontaktov	5 A, 60 s
	5 A nepretržite (jeden výstup aktívny v danom čase na modul)
	1 A kontinuálny (viacero výstupov súčasne aktívnych v tom istom móde)
Vyrobiť a preniesť za 0,2 s	30 A

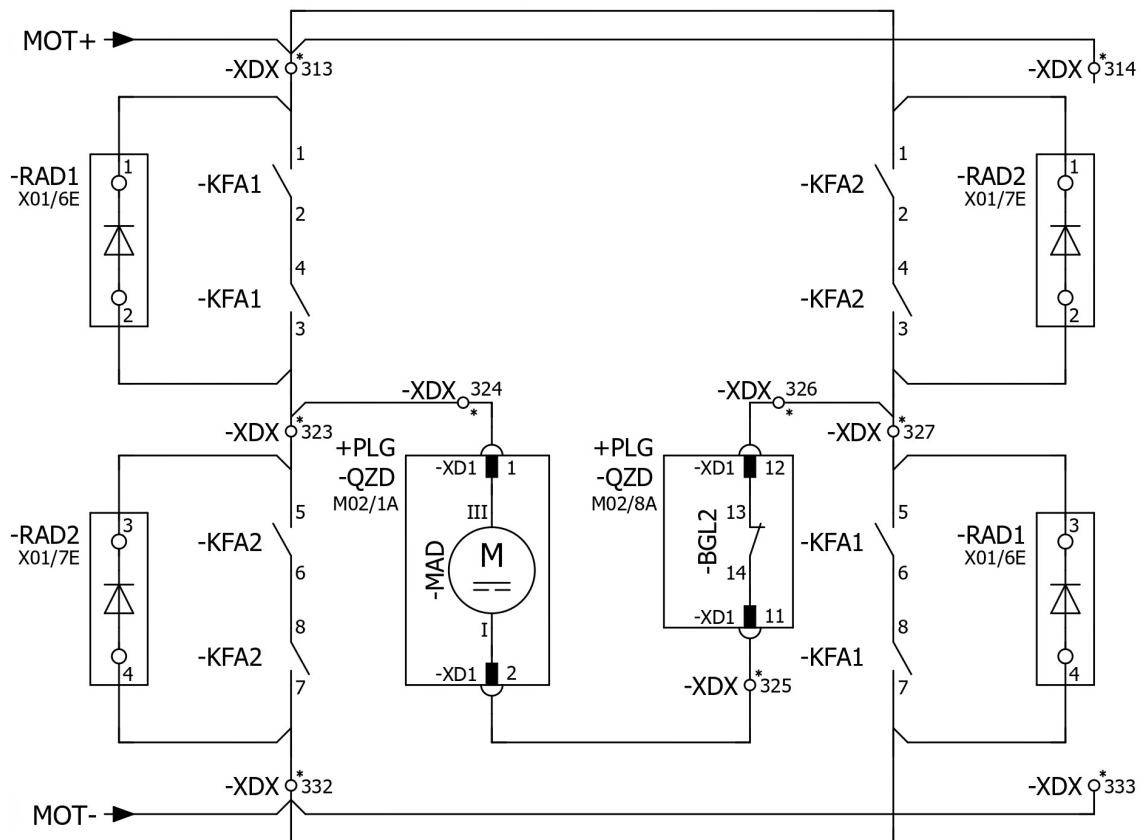


Obr. 4.2: Obvod motorového pohonu

#### 4.1.2 Ovládanie pomocou stykačov

Používa sa so všetkými typmi ABB relion ochranami. Motorový pohon je konštruovaný tak, že signalizácia stredových polôh sa riadi prednastaveným predstihom. Tento predstih je výrobným nastavením stanovený na 60 ms (s možnosťou jemnej úpravy posunom kontaktov spínača). Je dôležité poznamenať, že prednastavený predstih je kritický, pretože motorový pohon musí byť zabrzdzený do 100 ms, aby nedošlo k prekročeniu stredovej polohy (Odpojovač a Uzemňovač v polohe OFF) a aby sa neblokovali otvory pák ručného mechanizmu. Rovnaké požiadavky platia aj pre obidve krajné polohy, ktoré sú dodatočne zabezpečené ochrannou spojkou. Z tohto vyplýva potreba voľby stykača s krátkym časom vypnutia, ideálne do 35 ms.

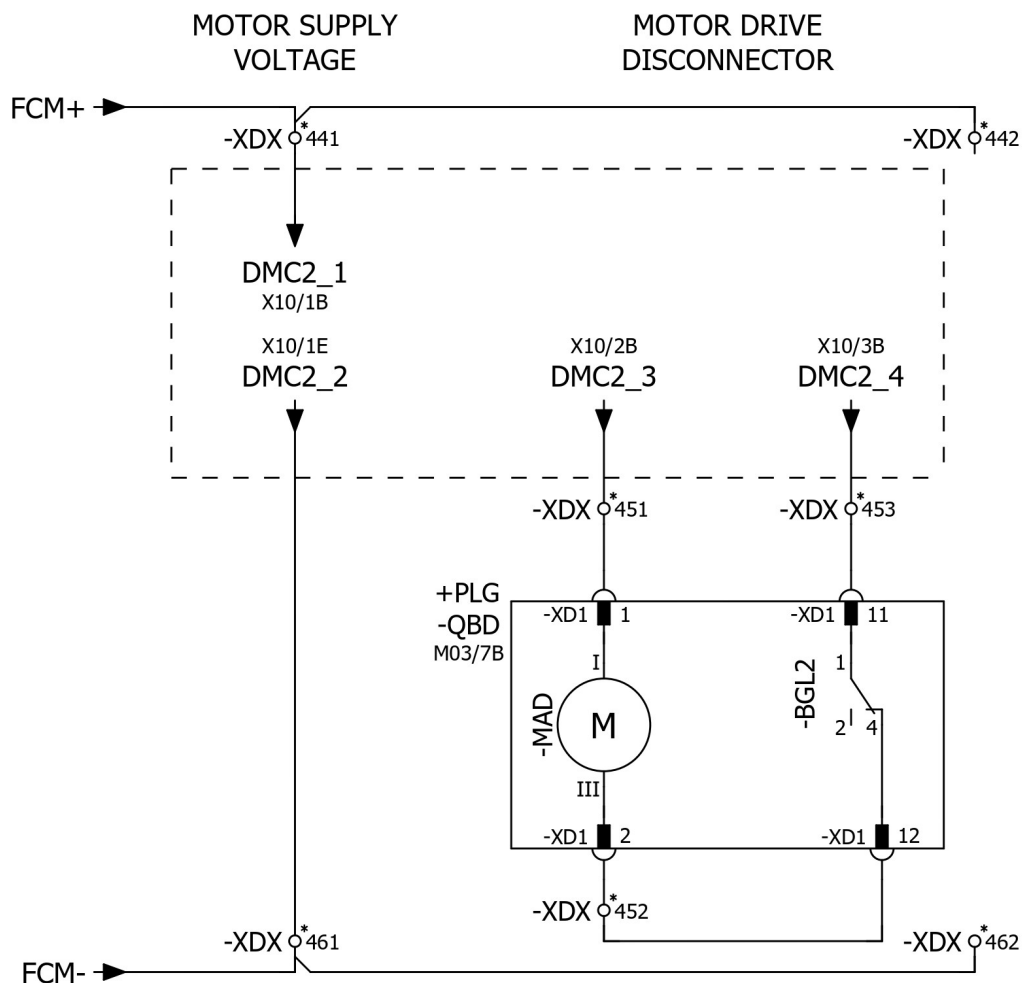
Zapojenie motora sa realizuje prostredníctvom H-mostíka, ktorý je graficky znázornený na priloženom Obr. 4.3. Kontakt -BGL2 (ktorý je aktívny, keď ručná ovládacia páka nie je namontovaná) je sériovo pripojený k motoru, čím sa predchádza možnému zraneniu obsluhy v prípade, že motor by bol v prevádzke pred panelom. Okrem toho sú kontakty stykača chránené pred opalom pomocou paralelne pripojenej diódy.



Obr. 4.3: Obvod motorového pohonu s stykačmi

## 4.2 DMC (Discrete Motor Control)

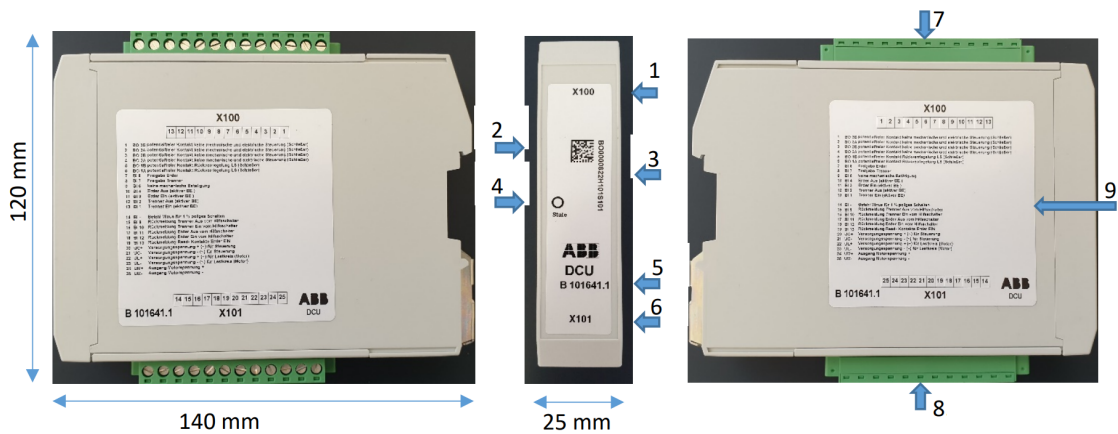
DMC predstavuje komplexnú zostavu relé a stykačov, ktorá je využívaná na zabezpečenie plného ovládania a blokovania motorového pohonu trojpolohového odpojovača. Pri správnom využití poskytuje DMC plné blokovanie, vrátane blokovania medzi polami, ovládanie a samočinné uzatváranie do koncových polôh. Toto ovládanie je možné integrovať s existujúcimi ochranami, vrátane ochrán od iných výrobcov ako ABB, a môže byť implementované aj v rozvádzačoch bez ochranných relé. Napríklad, ovládanie je možné len pomocou tlačidiel na dverách rozvádzača nízkeho napätia, alebo ochrana môže byť realizovaná len pre funkciu vypínania/zapínania umiestnenú externe. Pri zapojení H-mostíku DMC (zobrazené na Obr. 4.4) nie je potrebné využívať brzdny odpor, pretože jeho prvky sú navrhnuté tak, aby zabezpečili zastavenie motora do požadovaných 100 ms (s výrobou je motor nastavený na riadenie DMC). V prílohe B na strane 11 môžeme vidieť vnútorné zapojenie DMC.



Obr. 4.4: Obvod motorového pohonu s DMC

### 4.3 DCU (Drive Control Unit)

Ako uvádza zdroj [20] jednotka DCU sa môže používať na ovládanie až dvoch motorov a umožňuje ovládanie pohonných mechanizmov pre dvojpolohové alebo trojpolohové spínače. Neobsahuje funkciu blokovania. DCU disponuje univerzálnym širokým rozsahom napätia a je schopná pripojenia k rôznym pomocným a motorovým napätiam. Pomocné a motorové napätia môžu byť kombinované a nie je nevyhnutné, aby boli identické. Montáž jednotky DCU prebieha do stojana so štandardnou lištou DIN. Zapojenie riadiacej jednotky sa vykonáva prostredníctvom skrutkových konektorov X100 a X101 (zobrazené na Obr. 4.5), ktoré sú integrované v kryte modulu. [20]



Obr. 4.5: Rozmery a komponenty DCU (prevzaté zo zdroja [20])

1. Popis horného konektora
2. Sériové číslo ako čiarový kód
3. Sériové číslo ako text
4. Indikátor stavu LED
5. Číslo dielu
6. Popis spodného konektora
7. Vrchný 13-pinový konektor X100
8. Spodný 12-pinový konektor X101
9. Štítko s kolíkom a priradenie pripojenia

DCU možno použiť v nasledujúcich strednonapäťových rozvádzačoch:

- **B 101641.1 DCU** pre PrimeGear ZX0/2 (10 sekundovým časovým limitom)
- **B 101640.1 DCU** pre ZX family (24 sekundovým časovým limitom)

Riadiaca jednotka sa inštaluje na bežnú hornú lištu šírky 35 mm. Táto elektronická jednotka má oproti DMC menšie rozmery. K hornému konektoru modulu (7) je možné pripojiť vodiče s prierezom do 2,5 mm<sup>2</sup> (AWG14), rovnako aj k spodnému konektoru modulu (8). Zdroj [20] odporúča používať vodiče s minimálnym prierezom 1 mm<sup>2</sup>. Pri spletaných vodičoch je nutné použiť koncovky. Použitie 2 káblov v jednom pripojení je možné len v prípade vodičov s dvojitémi koncovkami. [20]

Podľa zdroja [20] sa na základe stavu binárnych blokovacích vstupov (BI-, BI6 - BI8) sa spínacie operácie spustia alebo zablokujú prostredníctvom príkazových vstupov (BI1 / BI2 / BI3 / BI4). Ak trojpolohový prepínač nie je aktívny, napájacie napätie pre polovodičový H-mostík je následne vypnuté jednofázovo pomocou relé. Taktiež výkonové tranzistory H-mostíka sú galvanicky oddelené.

Prevádzkový režim DCU sa spúšťa jedným zo štyroch binárnych vstupov:

- **Disconnecter CLOSE/OPEN**
- **Earthing switch CLOSE/OPEN**

Na základe zdroja [20] sa v tomto móde LED indikátor stavu rozsvieti žltou farbou. Pri príkaze SWITCH POSITION a uvoľnených pasívnych binárnych vstupoch (viď Tab. 4.2) sa vykoná príslušná spínacia operácia a LED indikátor rozsvieti zeleno. V prípade úspešného aktívneho príkazu sa LED indikátor stavu rozsvieti zelenou farbou. Po úspešnom vykonaní príkazu sa DCU automaticky vráti do pohotovostného režimu, odpojí sa záťažové napätie a H-mostík bude izolovaný od systému.

Tab. 4.2: Prehľad 13 binárnych vstupov (BI) (prevzaté zo zdroja [20])

Označenie	Názov	Typ	Elektrická funkcia	Popis
BI 1	Príkazové vstupy	Aktívne	Vysoko aktívne	Disconnecter CLOSED, príkaz pre odpojovač v zatvorenej polohe
BI 2				Disconnecter OPEN, príkaz pre odpojovač v otvorenej polohe
BI 3				Earthing switch CLOSED, príkaz pre uzemňovací spínač v zatvorenej polohe
BI 4				Earthing switch OPEN, príkaz pre uzemňovací spínač v otvorenej polohe
BI -	Blokovacie vstupy	Pasívne	Nízko aktívne	Vstupy blokovania. BI 1 - 4 sú uvoľnené s aplikovaným signálom Low (- pól)
BI 6			Vysoko aktívne	Vstupy blokovania nie sú mechanické ovládanie. Príkazy sú monitorované keď je motor v prevádzke
BI 7				Blokovací vstup odpojovača. Príkazy na odpojenie sú monitorované keď je motor v prevádzke
BI 8				Blokovací vstup. Zemniace príkazy sú monitorované, keď je motor v prevádzke
BI 9	Spätovázobné vstupy	Pasívne	Vysoko aktívne	Disconnecter OPEN
BI 10				Disconnecter CLOSED
BI 11				Earthing switch OPEN
BI 12				Earthing switch CLOSED
BI 13				REED POSITION. Kontrola 500 ms po uzemnení

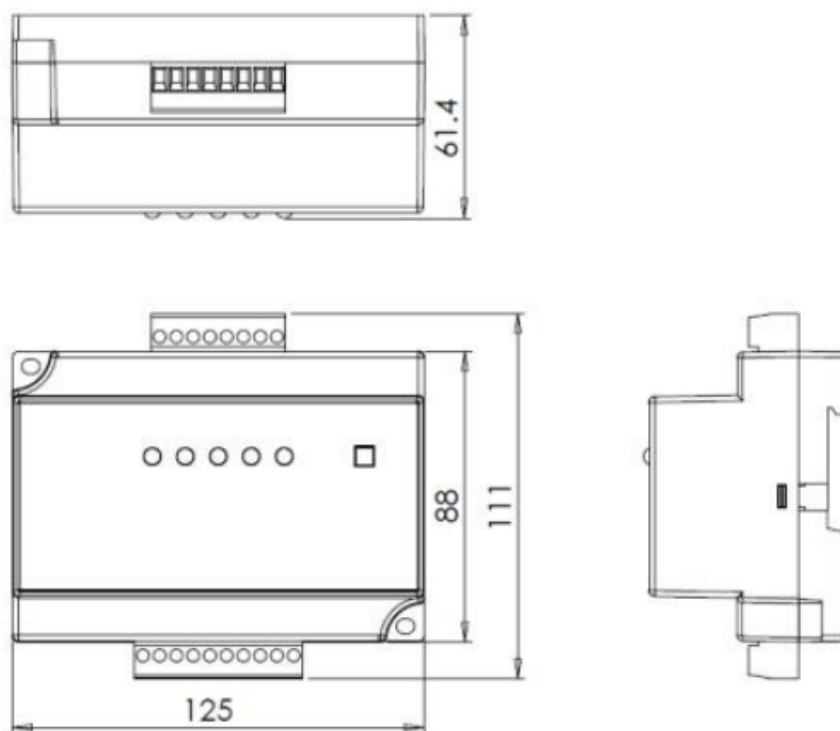
V prípade núdzového zastavenia uvádza zdroj [20], že sa spínač (DCU) posúva od polohy Disconnect CLOSED k strednej polohe príkazom Disconnect OPEN. Ak chýba spätná väzba Disconnector OPEN (BI9), čo môže nastať pri prerušení kábla, pohon sa zastaví, ale stredová poloha môže byť prekročená. DCU detekuje túto chybu na základe absencie spätnej väzby Disconnector OPEN a vykoná núdzové zastavenie, zastavujúc pohon v medzipolohe medzi EARTHING OPEN a EARTHING CLOSED. Pohon je možné následne presunúť do strednej polohy pomocou príkazu EARTHING OPEN. Podobné správanie platí pri absencii spätnej väzby EARTHING OPEN pri pohybe spínača EARTHING CLOSED smerom k EARTHING OPEN. Pred obnovením prevádzky je vhodné skontrolovať pripojenia kontaktov spätnej väzby k DCU a odstrániť zistenú chybu. Jednotlivé príkazy a ich binárne vstupy sú zobrazené v Tab. 4.2. [20]

## 4.4 MCU (Motor Control Unit)

Ďalšia alternatíva ku DMC je MCU. Riadiaca jednotka MCU je navrhnutá na účinné riadenie operácií trojpolohového alebo dvojpolohového spínača, ktorý je poháňaný motorom. Jej hlavnou úlohou je zabezpečiť správne fungovanie spínača a zároveň zabrániť nežiaducim operáciám alebo chybám v jeho činnosti. Pri spustení motora sa sleduje normálny polohový signál počas prvých 5 sekúnd. Ak v tomto časovom intervale nezaznamenáme žiadny pohyb, motor je zastavený. Hodnoty blokovacieho prúdu pre skrine ZX0.2 podľa [21] sú nasledovné: 1,8 A pre napätie 220 V, 3,8 A pre 110 V a 7,8 A pre 48 V. V prípade skrine ZX2 sú hodnoty blokovacieho prúdu nasledovné: 1,8 A pre napätie 220 V, 3,8 A pre 110 V, 5,8 A pre 60 V a 7,8 A pre 48 V. Montáž na lištu DIN35 mm alebo pevná inštalácia. Prehľad všetkých parametrov MCU zobrazené v Tab. 4.3 a jednotlivé rozmery zobrazené na Obr. 4.6. [21]

Tab. 4.3: Prehľad parametrov MCU (prevzaté zo zdroja [21])

Napájacie napätie (DC)	220V, 125V, 110V, 60V, 48V, 24V
Výkon motoru	300W
Spotreba energie	5W
Izolované napätie	690V
Odolnosť voči napätiu	3kV (60s)
Teplota skladovania	-40°C, + 80°C
Prevádzková teplota	-25°C, + 55°C

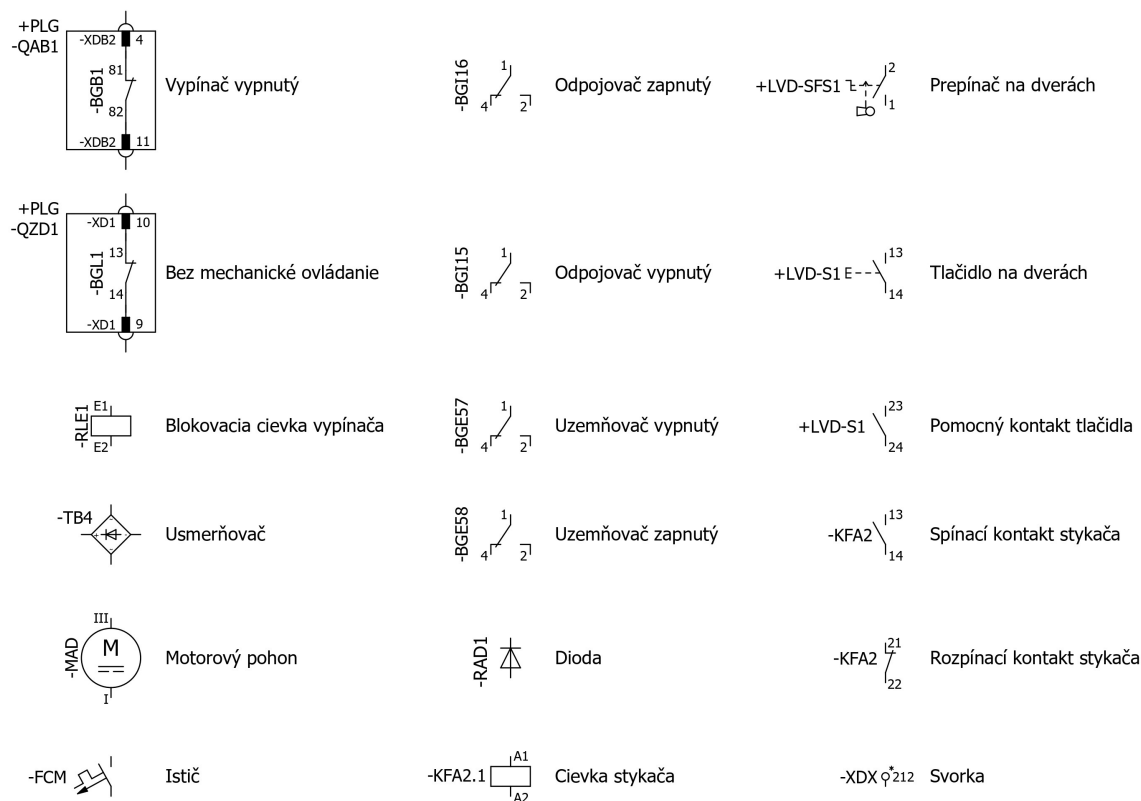


Obr. 4.6: Rozmery MCU (prevzaté zo zdroja [21])



## 5 Návrh štandardného zapojenia, ovládania a blokovania

V praktickej časti bakalárskej práce sme sa zameriavali na vytvorenie štandardizovaných zapojení pre ovládanie DMC, DCU a MCU s využitím softvéru EPLAN Electric P8. Cieľom tejto časti bolo vytvoriť zjednodušené a efektívne zapojenia, ktoré by boli užitočné pre implementáciu týchto ovládacích systémov. Na Obr. 5.1 je uvedená legenda, ktorá poskytuje príklady značiek použitých vo výkresoch. Vzhľadom na to, že výkresy obsahujú veľké množstvo súčiastok, ich grafické značky môžu byť špecifické pre program EPLAN Electric P8. Táto legenda slúži na identifikáciu týchto značiek a pomáha lepšie porozumieť výkresom. V nasledujúcich podkapitolách sa nachádza zoznam s jednotlivými zapojeniami. Vzhľadom na veľkosť opisovaných výkresov sú uvedené zapojenia zjednodušené do kompaktných variantov, ktoré sa zmestia na jednu stranu. Originálne a neupravené schémy sú k dispozícii v Prílohe B.



Obr. 5.1: Legenda pre výkresy

## 5.1 Návrh zapojenia pre DMC

Oproti novým náhradným spôsobom ovládania pomocou elektronicky spínaných DCU a MCU predstavuje DMC pôvodné ovládanie pomocnou komplexnej zostavy relé a stykačov, ktoré riadia spínanie motora a prechody medzi rôznymi polohami odpojovača. Tento prístup sa premieta do viacerých faktorov, ako je počet súčiastok, množstvo vodičov použitých pri zapojeniach a čas potrebný na káblovanie. Ďalším rozdielom oproti elektronicky spínaných ovládaní je v blokovanií, ktoré je v DMC riešené priamo vo výkresoch pomocou rôznych podmienok, ktoré v DCU a MCU sú implementované v programe.

Z dôvodu bezpečnosti a pre efektívne rozdelenie záťaže je napájanie riešené pomocou dvoch samostatných obvodov, ktoré sú napájané z oddelených ističov, konkrétne -FCM2.1 a -FCM3.1. Istič -FCM2.1 zabezpečuje napájanie sústavy stykačov a relé, zatiaľ čo -FCM3.1 je určený pre napájanie motorového pohonu.

V našom zapojení využívame tlačidlá, umiestnené na dverách (označené ako LVD - Low Voltage Door), na ovládanie pohybu medzi jednotlivými polohami odpojovača. Tlačidlá označené +LVD-S sú spínače, ktoré generujú krátky elektrický signál, nazývaný pulzný povel, keď sú stlačené a uvoľnené. Tento mechanizmus pomocou samodržných kontaktov umožňuje užívateľom vykonávať jednorázové akcie bez potreby trvalého stlačenia tlačidla.

Celkovo používame štyri tlačidlá (+LVD-S1, +LVD-S2, +LVD-S3, +LVD-S4) na ovládanie troch polôh odpojovača. Táto konfigurácia je daná konštrukciou odpojovača, ktorý v polohe vypnutý má samostatné kontakty pre uzemňovač. Takýmto rozdelením kontaktov zvyšujeme bezpečnosť, keďže máme možnosť rozdeliť napájanie kontaktov odpojovača do dvoch párov. Jeden z každého páru pre daný pohyb držia počiatočný stav až do dosiahnutia koncovkej polohy kedy dôjde k prepnutiu kontaktov čím sa odpojí napájanie pohonu. Kontakty odpojovača a ich zapojenie do párov v konkrétnom prípade sú znázornené vo vrchnej časti schémy zapojenia na Obr. 5.3. Všetky polohy odpojovača sú následne uvedené na Obr. 5.4.

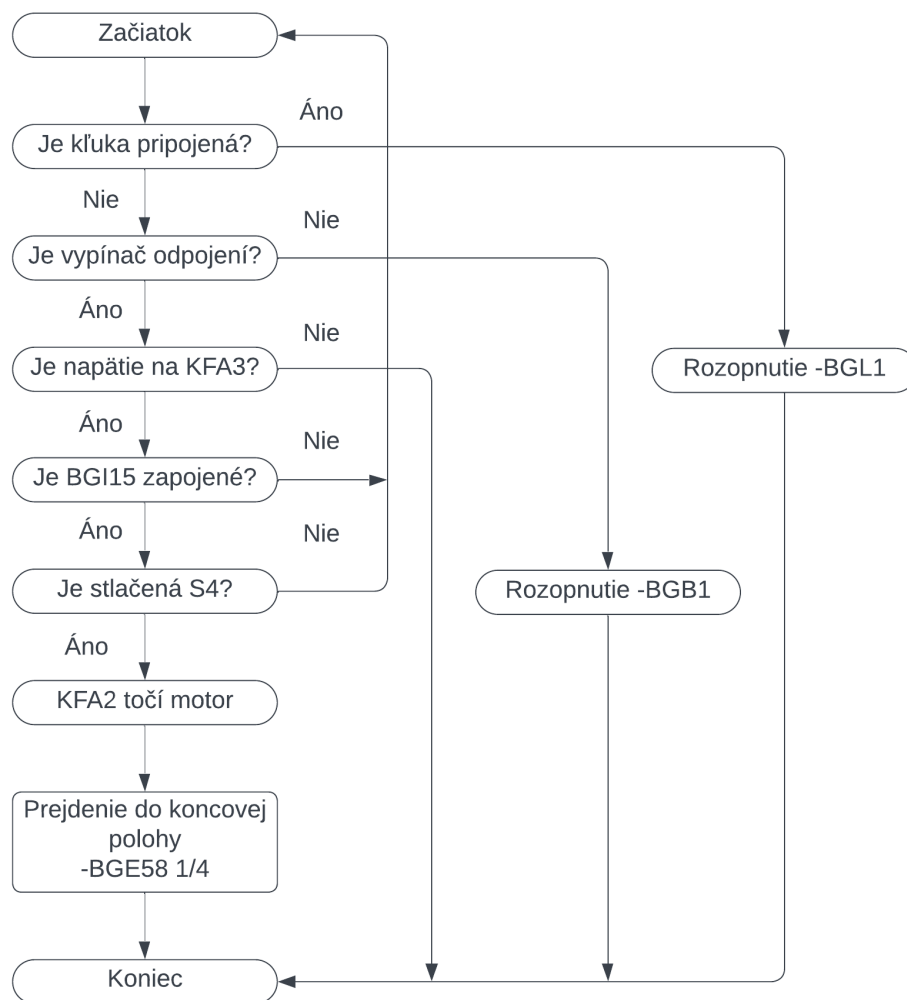
### 5.1.1 Blokovacie podmienky pre odpojovač

Základom blokovania je zabezpečenie bezpečnosti. Musí byť zaručené, že nedôjde k chybným manipuláciám, ktoré by mohli spôsobiť nežiaduce zapínanie alebo vypínanie pod záťažou alebo do skratu. Základnou podmienkou pre manipuláciu s odpojovačom je, že vypínač musí byť vypnutý (NC kontakt BGB1), čo platí pre ručné aj motorové ovládanie. Pre motorové ovládanie ďalej platí, že kľuka pre ručné ovládanie nesmie byť nasadená (NC kontakt BGL1), aby sa predišlo nechcenému roztočeniu kľuky a potenciálnym úrazom. Otvorenie clonky kľuky okamžite zastaví motor, ak

je už v pohybe. Podrobnejší popis mechanického ovládania je uvedený v podkapitole 3.2 a je zobrazený na Obr. 3.9.

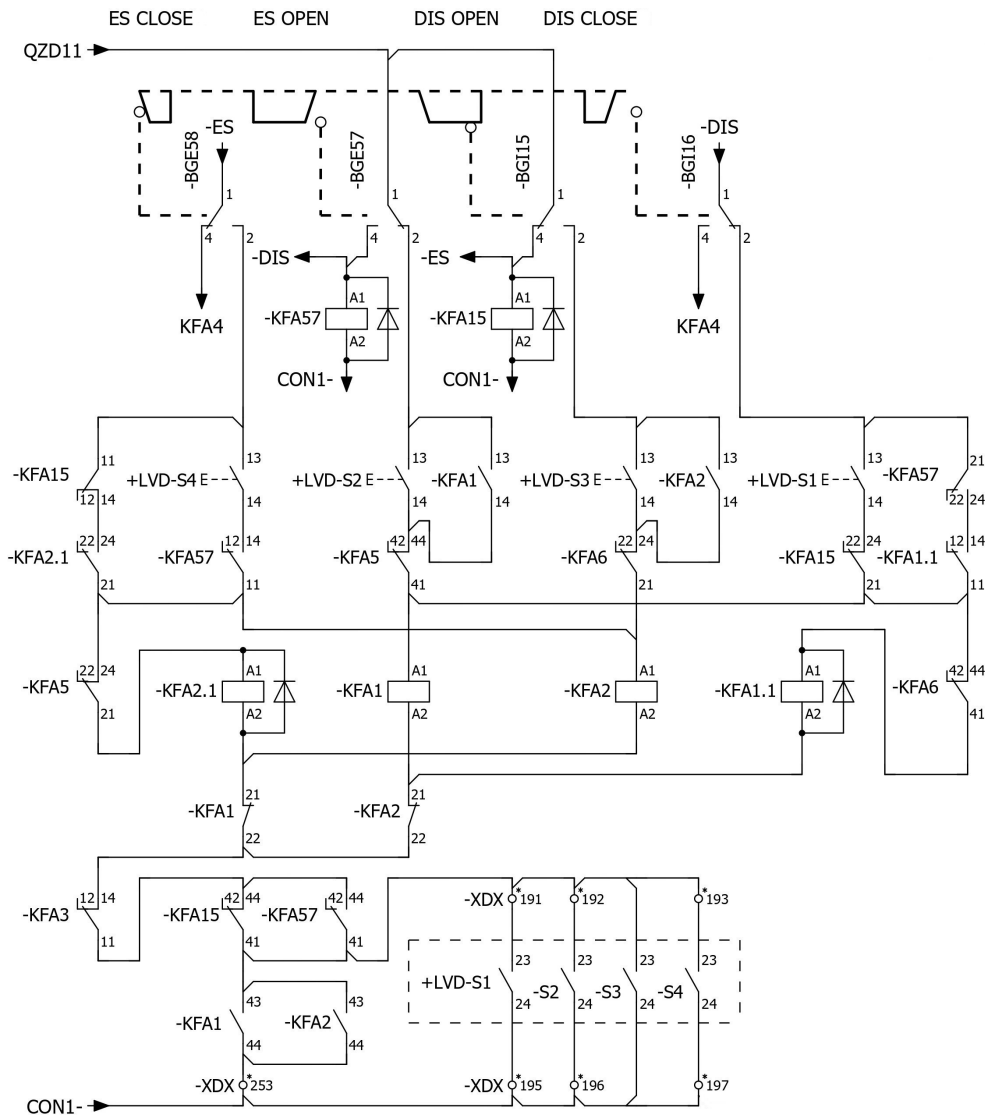
Ďalšou dôležitou blokovacou podmienkou je, že elektrický pohon odpojovača musí mať vždy prítomné napájacie napätie, ktoré kontroluje relé (-KFA3). V prípade výpadku napätia motora počas pohybu dochádza k odpojeniu relé -KFA3, ktoré preruší samodržné kontakty (záporný pól napájania stykačov), rovnako ako vyššie spomenutá kluka. Odpojenie samodržných kontaktov ovládacích stykačov zabezpečí, že nedôjde k automatickému obnoveniu pohybu motora po obnovení ovládacieho napätia, ale je vyžadovaný opätovný povet alebo ručná manipulácia.

Keďže rozlišujeme štyri rôzne pohyby odpojovača a dodatočné blokovacie podmienky sú analogické, budeme v ďalšom texte popisovať iba pohyb od uzemnenia (ES CLOSED) do odzemnenia (ES OPEN). Na Obr. 5.2 je zobrazený vývojový diagram pre povet odzemnenia.



Obr. 5.2: Vývojový diagram pre uzemňovač v polohe ES CLOSE

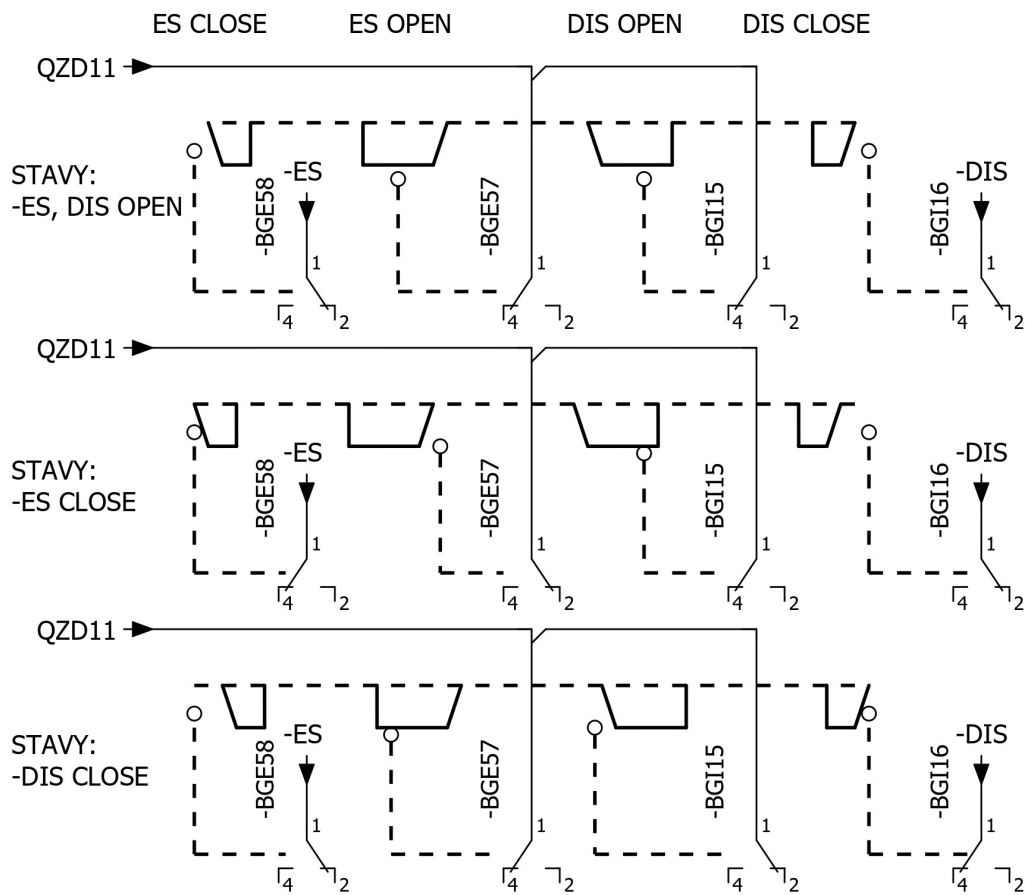
Za východzí bod považujeme uzemňovač v zapnutom stave, za predpokladu splnenia predchádzajúcich podmienok popísaných vyššie. Na Obr. 5.3 je zobrazená poloha kontaktov (-BGI15, -BGI16, -BGE57, -BGE58). Z týchto ovládacích kontaktov priamo vyplýva, že z tejto polohy je možné vykonať len pohyb odzemannia (ES OPEN). Zároveň je zrejmé, že cez kontakt -BGE57 sa kladný potenciál dostáva na tlačidlo -S2, ktorým sa spúšťa pohyb. Tlačidlá sú paralelne pripojené k samodržným kontaktom, ktorých hlavnou úlohou je udržiavať relé aktivované počas pohybu odpojovača. Aktivujú sa okamžite po stlačení tlačidla na dverách a zostávajú aktívne až do dosiahnutia požadovanej polohy, kedy sa napájanie odpojí prepnutím kontaktu -BGE57. Kontakty tlačidla sú umiestnené na zápornom póle napájania, kde slúžia k pripojeniu záporného pólu predtým, ako si jeden z ovládacích kontaktov stykača udržuje samý cez prídržné kontakty záporného pólu.



Obr. 5.3: Zjednodušené zapojenie odpojovača v polohe ES CLOSE

Ďalej v ceste nachádzame kontakt relé -KFA5, ktorý zahŕňa externé podmienky pre uzemnenie (napríklad napätie na kábloch), kontakty vzájomného blokovania dvoch ovládacích stykačov a paralelné kontakty relé -KFA15 a -KFA57, ktoré signalizujú, že vždy je aspoň jeden uzemňovača alebo odpojovač vo vypnutej polohe (v prípade ich absencie je pravdepodobná porucha signalizačných kontaktov).

Po dosiahnutí polohy ES OPEN/DIS OPEN dochádza k prepnutiu kontaktov, z tejto polohy je možné realizovať dva typy povely: opätovné uzemnenie alebo naopak zapnutie odpojovača. Podrobnejší prehľad stavov a ich ovplyvnenie kontaktov je uvedený na Obr. 5.4.

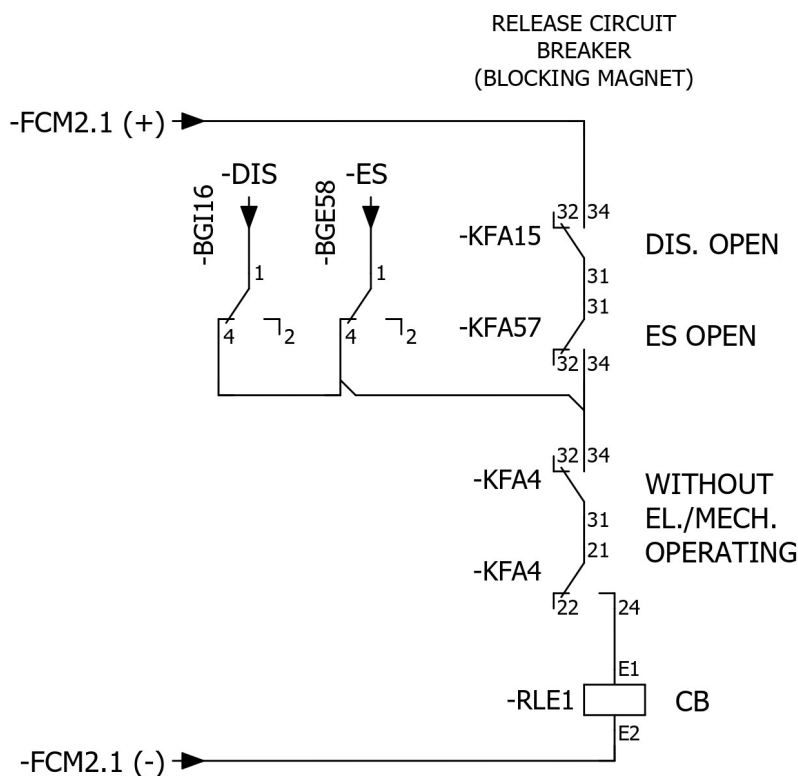


Obr. 5.4: Prehľad stavov v odpojovač

Zo zapojenia na Obr. 5.4 je patrné, že pri prerušení kontaktu s odpojovačom sa kruhový tvar kontaktu posunie po skosenom okraji a stráca spojenie postupne. Naopak, pri presune k ostrému okraju na druhej strane kontaktu sa zastaví na konci a nikdy nespadne. To je zámerom dizajnu kontaktov, aby sa zabránilo zastaveniu v medzipolohe.

### 5.1.2 Spätné blokovanie vypínača

V stĺpci označenom RELEASE CIRCUIT BREAKER (Uvoľnenie vypínača) na Obr. 5.5 sa nachádza mechanizmus spätného blokovaní vypínača, ktorý je implementovaný pomocou stykačov označených -KFA. Prvá podmienka blokovaní spočíva v tom, že aby bolo privedené napätie na blokovaciu cievku vypínača (CB), musí byť odpojovač v pozícii DIS OPEN a ES OPEN, len vtedy sa zopnú kontakty -KFA15 a -KFA57. Odpojovač v koncových polohách, ako napríklad poloha ES CLOSED, má napätie na vypínač privedené cez pár kontaktov -BGI15 a -BGE58. Z toho vyplýva, že odpojovač musí byť v jednej z troch polôh aby bolo privedené napätie na -KFA4. Posledné blokovanie je zabezpečené párom kontaktov stykača -KFA4. Tieto kontakty sú odpojené len v prípade, že odpojovač je ovládaný mechanicky pomocou kľuky alebo elektricky pomocou motorového pohonu.

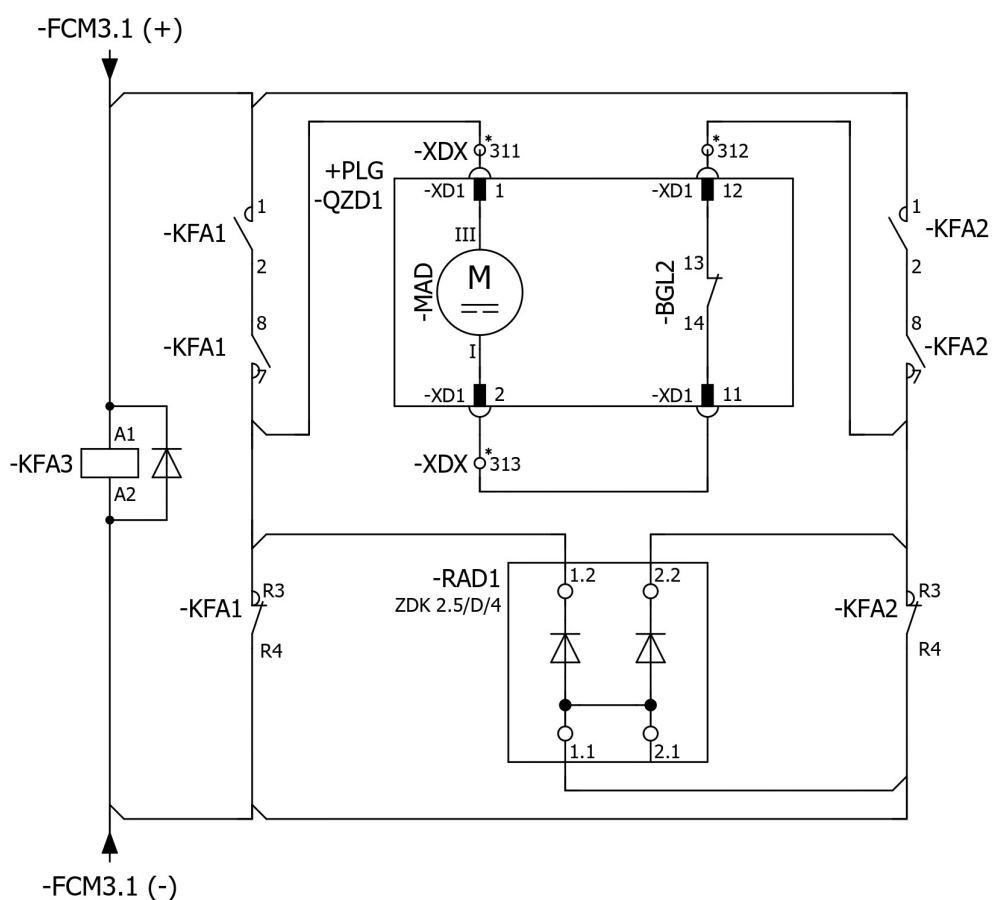


Obr. 5.5: Blokovanie vypínača v DMC

### 5.1.3 H-mostík v DMC

Zapojenie napájania motorového pohonu odpojovača je zobrazené na Obr. 5.6. Napájanie je riešené pomocou samostatného ističa -FCM3.1. Smer otáčania motoru je určený podľa toho, ktorý stykač je aktívny.

Kontakty stykača -KFA1 slúžia k prepnutiu do polohy ES OPEN, čím je zabezpečené napájanie motora až do momentu, kým sa neprejde zo stavu DIS CLOSED do ES OPEN. Kontakty -KFA2 naopak umožňujú napájanie motora až do momentu, kým sa neprejde zo stavu ES CLOSED do DIS OPEN. Ak na kontakty ovládacej cievky -KFA3 nebude pripojené napätie, dôjde k okamžitému prerušeniu alebo zabráneniu spustenia pohybu. Tento proces je podrobne opísaný v podkapitole 5.1.1. Kontakt -BGL2 slúži na monitorovanie pripojenia kluky na mechanické ovládanie. Diody -RAD1 slúžia na ochranu pred nárazovými prúdmi, ktoré môžu poškodiť kontakty.



Obr. 5.6: Zjednodušené zapojenie napájania pohonu DMC

## 5.2 Návrh zapojenia pre DCU

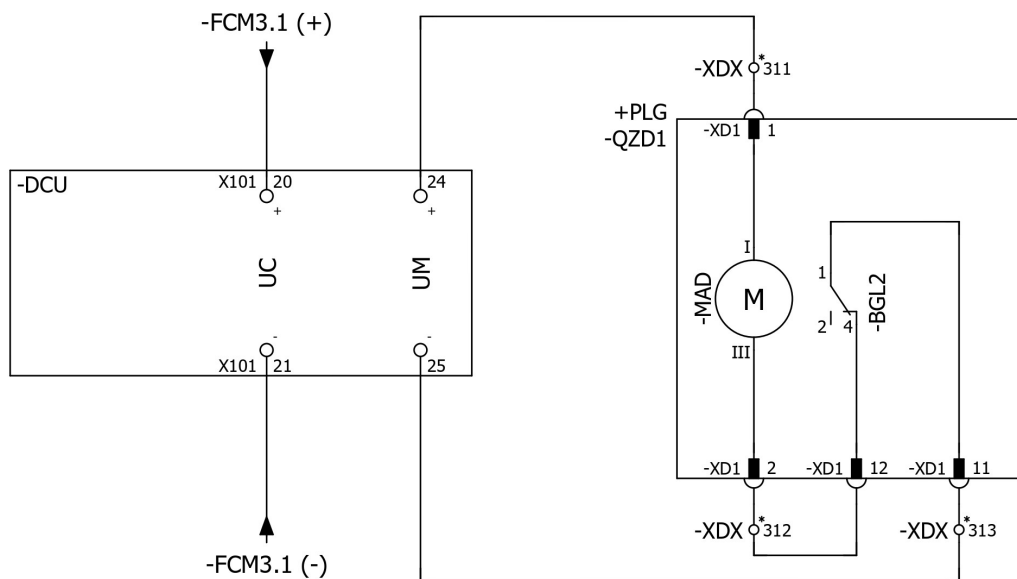
V porovnaní s DMC, ktorý využíva mechanické spínanie stykačov, DCU je riadené elektronicky prostredníctvom integrovaných polovodičových súčiastok priamo v zariadení. Podobne ako u DMC, aj u DCU je napájanie zabezpečené pomocou dvoch ističov - FCM. Ďalšia spoločná charakteristika sa týka blokovania vypínača, ktoré je implementované podobne ako u DMC a je podrobne opísané v podkapitole 5.1.1.

Jeden z hlavných rozdielov spočíva v spôsobe blokovania vypínača, pretože DCU blokuje vypínač na základe signálov, ktoré prijíma na svoje binárne kontakty a tým stačí mať len jeden kontakt vyvedený pred vypínačom.

Povely a pohyb odpojovača pri DCU sú podobné tým pri DMC, avšak rozdiel spočíva v pripojení výstupov z kontaktov -BGI a -BGE. V prípade DCU sa po uzavretí jednotlivých kontaktov signál priamo posúva na binárne vstupy zariadenia, ktoré ho analyzujú a podľa toho ovládajú motorový pohon.

### 5.2.1 H-mostík v DCU

Motorový pohon je napájaný ističom -FCM3.1 cez ktorý ide napätie na pomocné kontakty UC. Na rozdiel od DMC je zmena otáčania riešená pomocou zmeny polarität napájacích svoriek motora UM zobrazené na Obr. 5.7. Po prijatí príkazu od tlačidiel sú patričné časti H-mostíku pod napätím, čo spôsobuje, že motorový pohon sa otáča do požadovanej polohy. Kontakt -BGL2 slúži na monitorovanie pripojenia kľuky na mechanické ovládanie. Brzdenie motora je realizované elektricky pomocou H-mostíka.



Obr. 5.7: Zjednodušené napájanie pohonu DCU

### 5.3 Návrh zapojenia pre MCU

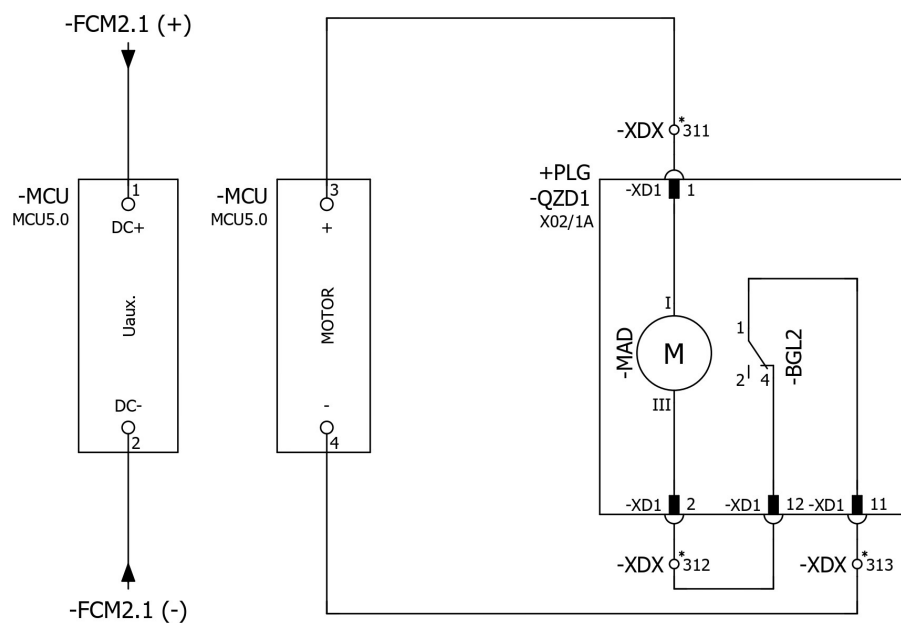
Zapojenia MCU sú podobné ako zapojenia DCU elektronicky riadené, bez potreby mechanického spínania pomocou stykačov a relé. Je možné pozorovať podobnosť aj v spôsobe blokovania vypínača, ktorý je implementovaný rovnako ako pri DCU, vyvedením len jedného spínacieho kontaktu pred vypínačom. Hlavný rozdiel medzi



DCU a MCU spočívajú v napájaní. Pri zapojeniach MCU sa napájanie zabezpečuje len cez jeden istič, konkrétne istič -FCM2.1. Toto môže spôsobiť väčší odber a menšie rozloženie záťaže.

### 5.3.1 H-mostík v MCU

Zo zapojenia vyobrazeného na Obr. 5.8 je patrné, že zapojenie je veľmi podobné ako pri zapojení DCU. Kontakt -BGL2, určený na monitorovanie spojenia s kľukou pre mechanické ovládanie, je využitý rovnakým spôsobom ako v prípade DCU. Hlavný rozdiel je už v spomínanom použití ističa -FCM2.1 aj pri napájaní motorového pohonu.



Obr. 5.8: Zjednodušené napájanie pohonu MCU

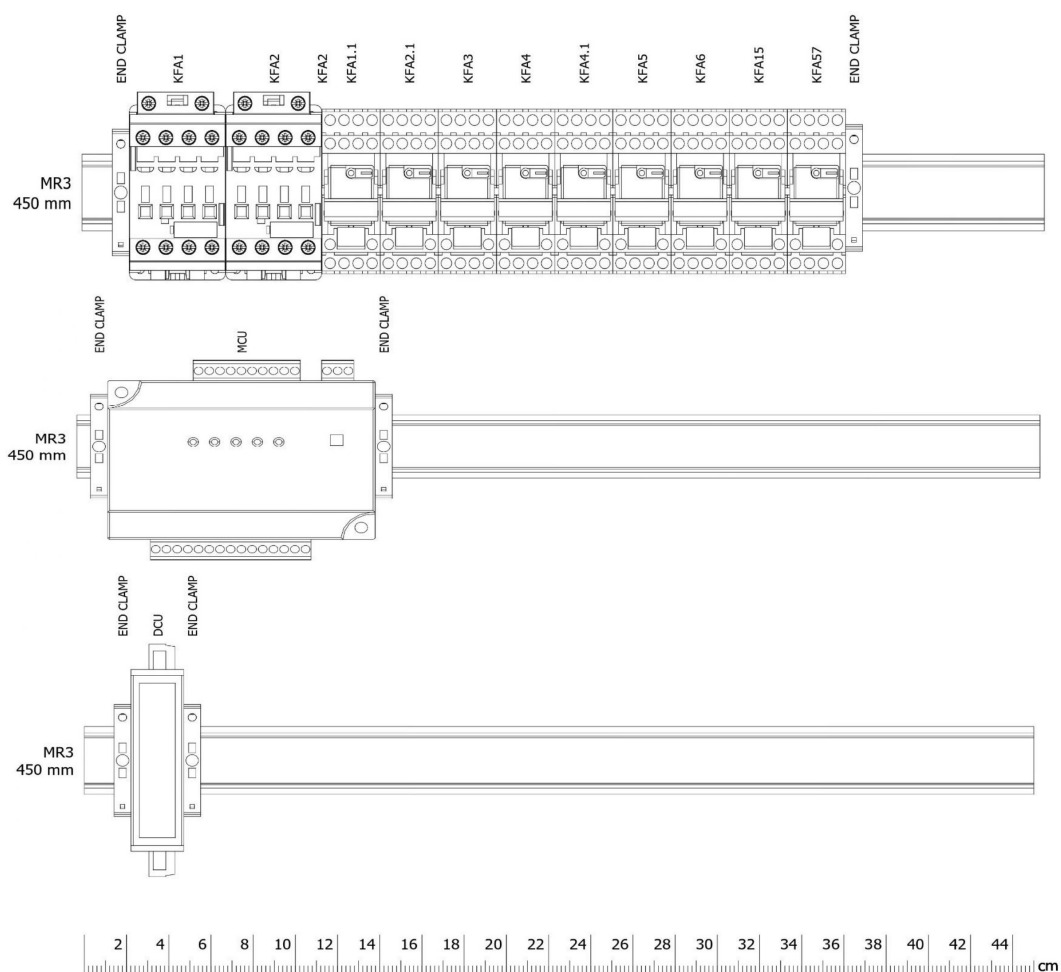
## 6 Porovnanie zapojení

Pri každom zavádzaní nového produktu je kľúčové vyhodnotiť jeho náklady a výhody s cieľom zhodnotiť jeho ekonomickú životaschopnosť. V nasledovnej kapitole sa zameriame na porovnanie nákladov a efektívnosť troch typov zapojení MCU, DCU a DMC. Zameriame sa na viacero dôležitých aspektov, vrátane nákladov na materiál, časové nároky na zapojenie, testovanie a projektovanie, ako aj na zaberanie miesta. Toto všetko ovplyvňuje rozhodovanie o vhodnom type zapojenia pre danú aplikáciu a môžu mať významný vplyv na celkové náklady a efektívnosť projektu.

V našom porovnaní sa hlavne zameriame na tieto 2 kľúčové aspekty:

- Miesto - zabrané v skrini rozvádzača
- Náklady - celkové náklady na výrobu

### 6.1 Miesto



Obr. 6.1: Porovnanie riadiacich častí zapojení

V oblasti technických aplikácií je kritické disponovať presnými informáciami o zaberaní priestoru jednotlivých typov zapojení. To je obzvlášť dôležité v kontexte širokej ponuky rozvodných skriň od spoločnosti ABB, ktoré sa líšia svojimi rozmermi. Súčasne je miesto vždy v hodnote, a preto je nevyhnutné vybrať zapojenie, ktoré využíva priestor čo najefektívnejšie.

Z porovnania zobrazeného v Obr. 6.1 je evidentné, že existujúce DMC zapojenie má výraznú nevýhodu pokiaľ ide o zaberanie priestoru. Tento fakt je spôsobený použitím stykačov a relé, ktoré zaberajú takmer celú jednu 450 mm DIN lištu. V porovnaní s tým, nová alternatíva, ovládacia jednotka DCU zaberá minimálnu šírku, a to len 3 cm.

Je potrebné zdôrazniť, že zobrazené súčiastky na DIN lištách slúžia výhradne na spínanie. V reálnych aplikáciách bude nutné pridať aj svorkovnice pre prepojenie vodičov a ďalšie komponenty.

## 6.2 Náklady

V nasledujúcej podkapitole sa budeme venovať ďalším významným faktorom, ktoré ovplyvňujú konečnú cenu zapojenia. Tieto faktory zahŕňajú cenu materiálu, proces testovania, projektovanie a ďalšie aspekty, ktoré majú vplyv na celkové náklady. V snahe ochrániť firemné tajomstvo, nebudeme zverejňovať presné náklady na jednotlivé zapojenia. Namiesto toho budeme ceny vyjadrovať vo forme percentuálnych hodnôt, pričom pôvodné DMC zapojenie bude slúžiť ako referenčná hodnota sto percent a ostatné zapojenia budú vyjadrené v percentuálnom porovnaní k DMC. Jednotlivé hodnoty sú zobrazené v Tab. 6.1.

Tab. 6.1: Porovnanie nákladov pre jednotlivé zapojenia uvedené v percentách

	DMC	MCU	DCU [500ks]	DCU [1000ks]	DCU [1500ks]
Cena materiálu [%]	100.00	93,18	152.01	110.68	96.56
Káblovanie s dutinkami [%]	100.00	53.74	53.97	53.97	53.97
Káblovanie s izol. dutinkami [%]	100.00	53.63	53.95	53.95	53.95
Testovanie [%]	100.00	42.86	42.86	42.86	42.86
Projektovanie [%]	100.00	50.00	50.00	50.00	50.00
Celková cena s izol. dutinkami [%]	100.00	69.88	97.30	78.10	71.54
Celková cena s dutinkami [%]	100.00	70.32	98.25	78.68	71.99

Pre podrobnejšie vysvetlenie Tab. 6.1 je esenciálne zhrnúť jednotlivé komponenty zahrnuté do každého aspektu nákladov.

**Materiálové náklady:** Ovládacie jednotky, stykače a relé, tlačidlá na dverách, vodiče, ističe a dutinky na vodiče.

**Náklady na káblovanie:** Počet vodičov, počet svoriek, čas na zapojenie jedného vodiča a normovaná hodinová sadzba.

**Náklady na testovanie:** Počet súčiastok, počet vodičov, čas testovania a normovaná hodinová sadzba.

**Náklady na projektovanie:** Počet súčiastok, počet vodičov, čas projektovania a normovaná hodinová sadzba.

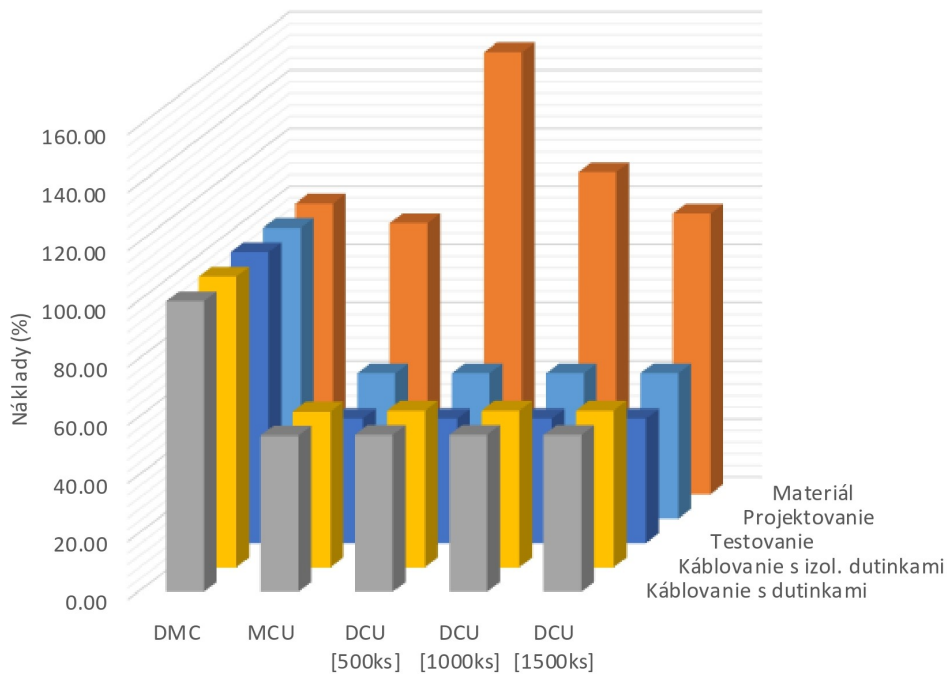
Pri stanovení ceny testovania sme vychádzali z poznatkov z kvantitatívnej analýzy skúšobných technikov, ktorí majú dlhoročné skúsenosti s ovládacími zapojeniami trojpolohových odpojovačov. Vzhľadom na veľkú podobnosť zapojení DCU a MCU sme určili, že čas potrebný na testovanie je rovnaký pre obidva typy zapojení. Počas testovacieho procesu je potrebné overiť správnosť každej káblovej trasy a taktiež funkčnosť prístrojov, pričom u komplexných zapojení DMC s viacerými stykačmi je čas potrebný na testovanie najvýraznejší. Naopak, u jednoduchších zapojení DCU a MCU, kde sa používajú elektronicky spínané ovládacie moduly, je čas testovania výrazne kratší.

Posledným prvkom, ktorý ovplyvňuje celkovú cenu projektu, je cena projektovania, ktorá bola odhadnutá podobným spôsobom a to na základe skúseností a znalostí o zapojeniach od projektantov. Z dôvodu vyššej komplexnosti DMC je čas potrebný na vytvorenie projektu podstatne dlhší ako v prípade ostatných dvoch typov zapojení.

Pri stanovení ceny zapojení sa stretávame s jedným nevyspytatelným aspektom výroby a to časom vynaloženým na odstraňovanie chýb, známym aj ako trouble shooting. Tento údaj je dodatočný a nie je zahrnutý do ceny. Je ťažko vypočítateľný ale je zrejmé, že čas na vyhľadávanie a opravu chýb bude výrazne vyšší pri zapojení DMC, ktoré je charakterizované svojou komplexnosťou, veľkým počtom svoriek a vodičov a navyše je mechanicky ovládané, čo predlžuje proces hľadania a odstraňovania chýb. Naopak, v prípade DCU a MCU, kde sú vodiče prehľadne pripojené do jedného ovládacieho modulu, je proces odstraňovania chýb jednoduchší a rýchlejší.

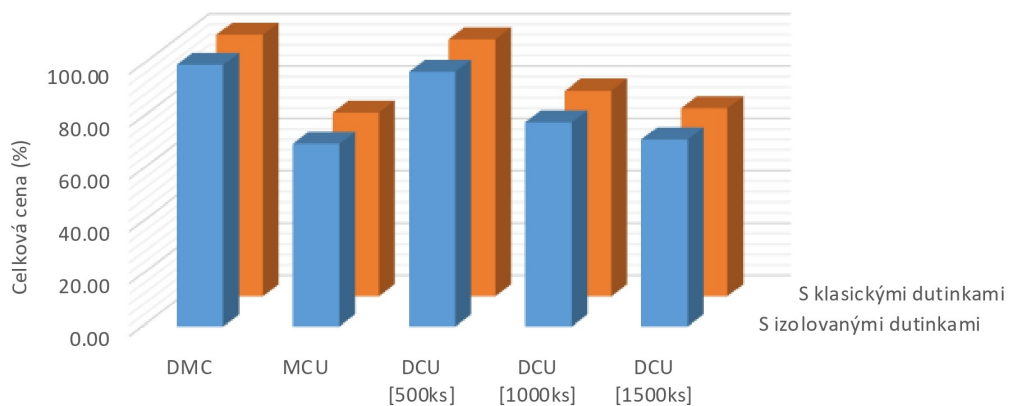
V Tab. 6.1 sú uvedené tri rôzne ceny pre ovládacie jednotky DCU. Táto variabilita v cenách je výsledkom dynamiky cien od nemeckého dodávateľa Bontronic, ktorá je priamo závislá od objemu objednávok. Je nutné zdôrazniť, že uvedené ceny sú za jednotlivé kusy. Táto závislosť je názorne znázornená v grafe na Obr. 6.2, kde je zobrazený vývoj cien materiálu v závislosti od objednaného množstva spolu s cenami materiálov ostatných zapojení. Z tohto grafu je zrejmé, že cena materiálu pre DCU pri objednaní 500 kusov je až o 52 percent vyššia v porovnaní s cenou

pôvodného DMC zapojenia. V kontraste je cena materiálu pre DCU pri objednaní 1500 kusov nižšia o necelých 3,5 percenta oproti DMC. Cenu DCU porazí už len MCU, ktoré je oproti najlacnejšej variante DCU lacnejšie o 3,38 percent.



Obr. 6.2: Porovnanie cien materiálu

Najvýznamnejším výstupným aspektom je celková cena, ktorá zahŕňa cenu materiálu, káblovania, testovania a projektovania. Celková cena je ďalej rozdelená na cenu s izolovanými dutinkami a cenu s klasickými dutinkami. Toto rozdelenie je odvodené z preferencií zákazníka, ktorý môže uprednostňovať nižšiu cenu klasických dutiniek a môže byť zdržanlivý vzhľadom na vyššiu cenu izolovaných dutiniek, ktorá súvisí aj s nárastom časovej náročnosti káblovania. Celková cena s týmito dvomi druhmi dutiniek je graficky zobrazená na Obr. 6.3.



Obr. 6.3: Porovnanie celkovej ceny zapojení

V závere všetkých porovnaní vyniká ako najvýhodnejšia voľba zapojenie MCU od čínskej pobočky firmy ABB. Jeho cena za jednotku je bezkonkurenčná a jeho jednoduchšia architektúra, ktorá vyžaduje iba jeden istič namiesto dvoch ako u DCU, znižuje náklady na káblovania a materiál. Avšak, je nevyhnutné zvážiť aj nevýhody MCU. Clo, ktoré tvorí 1,7 percenta ceny, a vysoké náklady na dopravu, ktoré môžu predstavovať až 32 percent ceny pri nákupe malého množstva kusov. Ďalšia nevýhoda je dlhá doba dodania, môžu ovplyvniť celkovú ekonomickú výhodnosť. Naopak, výber DCU od nemeckej firmy Bontronic eliminuje tieto riziká, pretože z Nemecka je dodacia doba výrazne kratšia oproti Číne. Toto môže preferovať výber DCU v konečnom dôsledku.

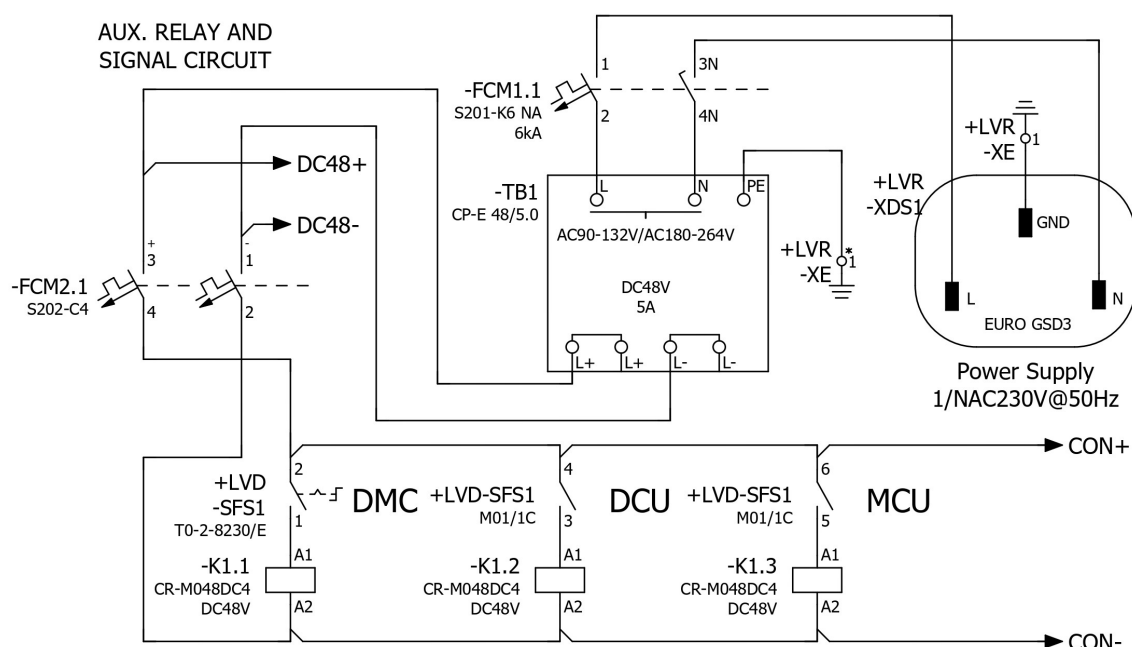
## 7 Vytváranie modelu

Pre demonštráciu funkčnosti jednotlivých zapojení bol vytvorený model, do ktorého boli implementované všetky tri opísané zapojenia. Na tento účel bola zvolená skriňa nízkonapätovej časti rozvádzača ABB PrimeGear ZX0, ktorá sa vyznačuje svojím kompaktným dizajnom. Boli použité pôvodné zapojenia uvedené v kapitole 5 a upravené s ohľadom na nasledujúce požiadavky demonštrácie:

- Použiť všetky ovládania v jednom poli
- Možnosť prepínať medzi zapojeniami
- Ovládanie povelov na dverách
- Kompaktnosť zapojenia

### 7.1 Zapojenia

Pôvodné zapojenia boli navrhnuté s ohľadom na praktické použitie, pričom zvyčajne neexistuje potreba používať viacero typov ovládania pre jeden trojpolohový odpojovač. Pre účely našej demonštrácie sme však potrebovali schopnosť prepínať medzi jednotlivými variantami zapojení a tým demonštrovať ich ovládanie. Aby sme to dosiahli, použili sme len jeden trojpolohový odpojovač a pridali sme mechanický prepínač na dverách, ktorý umožňuje rýchle prepínanie medzi zapojeniami. Kompletné a nezjednodušené zapojenia sa nachádzajú v Prílohe C.



Obr. 7.1: Zjednodušené zapojenie napájania modelu

Model má napájanie prostredníctvom adaptéra označeného na Obr. 7.1 ako Power Supply (Zdroj napájania), ktorý konvertuje sieťové napätie na 48 voltov, kvôli bezpečnosti obsluhy. Adaptér zabezpečuje napájanie pre istič - FCM2.1, za ktorým je umiestnený mechanický prepínač +LVD-SFS1 na dverách (označený ako LVD). Úlohou tohto prepínača je umožniť prepínanie medzi jednotlivými spôsobmi ovládania. Okrem toho, zjednodušené zapojenie zahŕňa aj cievky stykačov -K, ktoré sú určené na rozšírenie pozícií prepínača -SFS1.

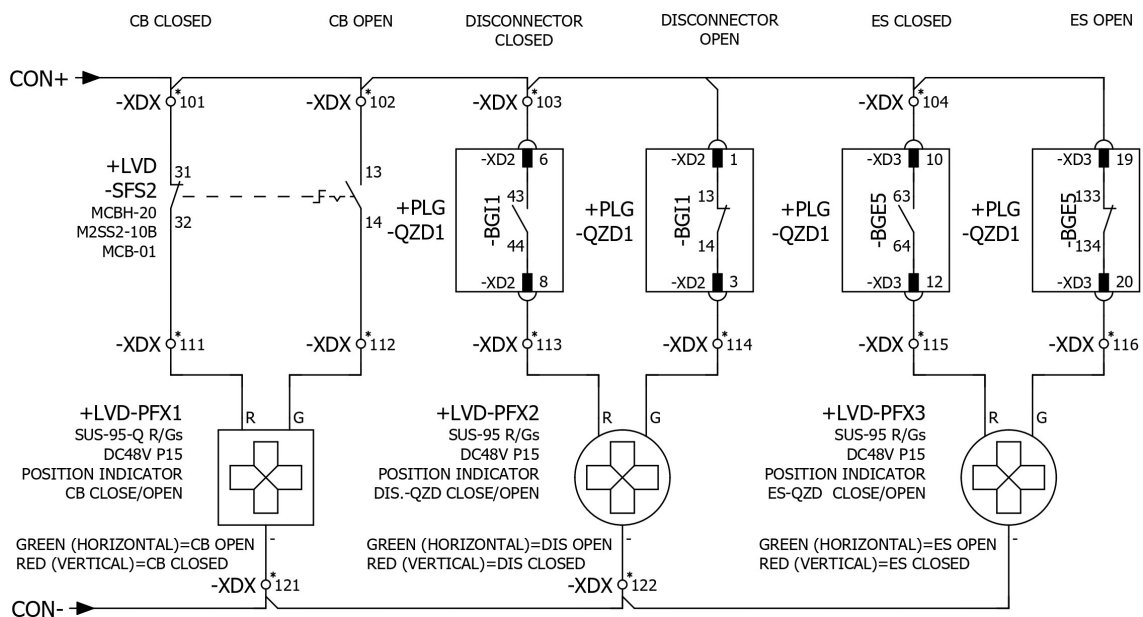
Napájanie bolo rozdelené na dva separátne okruhy:

- **Ovládací okruh** - obsahuje rozšírené pozície kontaktov prepínača -K a indikátory polôh -PFX
- **Okruh motoru** - obsahuje motorový pohon a jeho ovládací H-mostík

### 7.1.1 Indikátory

Pre demonštráciu stavov po prevedení pohybu boli vo výkresoch, uvedených na Obr. 7.2, pridané indikátory stavu -PFX pre tri prvky zapojenia: vypínač (CB), odpojovač (DISCONNECTOR) a uzemňovač (ES). Vzhľadom na absenciu reálneho vypínača v modeli bol využitý jednoduchý tlačidlový spínač, ktorý simuluje stavy CB CLOSED a CB OPEN, ktoré používame pri blokovaní vo výkresoch. Jednotlivé polohy súčiastok sú signalizované indikátormi umiestnenými na dverách (LVD) a zobrazujú nasledujúce dva stavy:

- **Zelená** - prístroj je v stave OPEN, čo znamená, že nie je v prevádzke.
- **Červená** - prístroj je v stave CLOSED, čo znamená, že je v prevádzke.

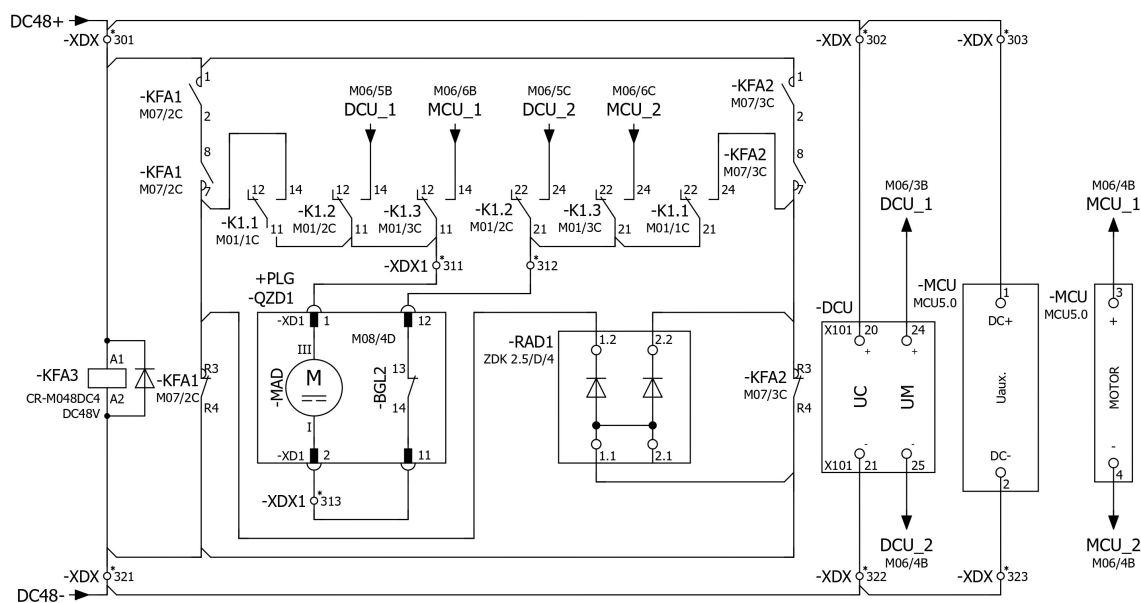


Obr. 7.2: Zjednodušené zapojenie indikátormi stavov



## 7.1.2 H-mostík v modele

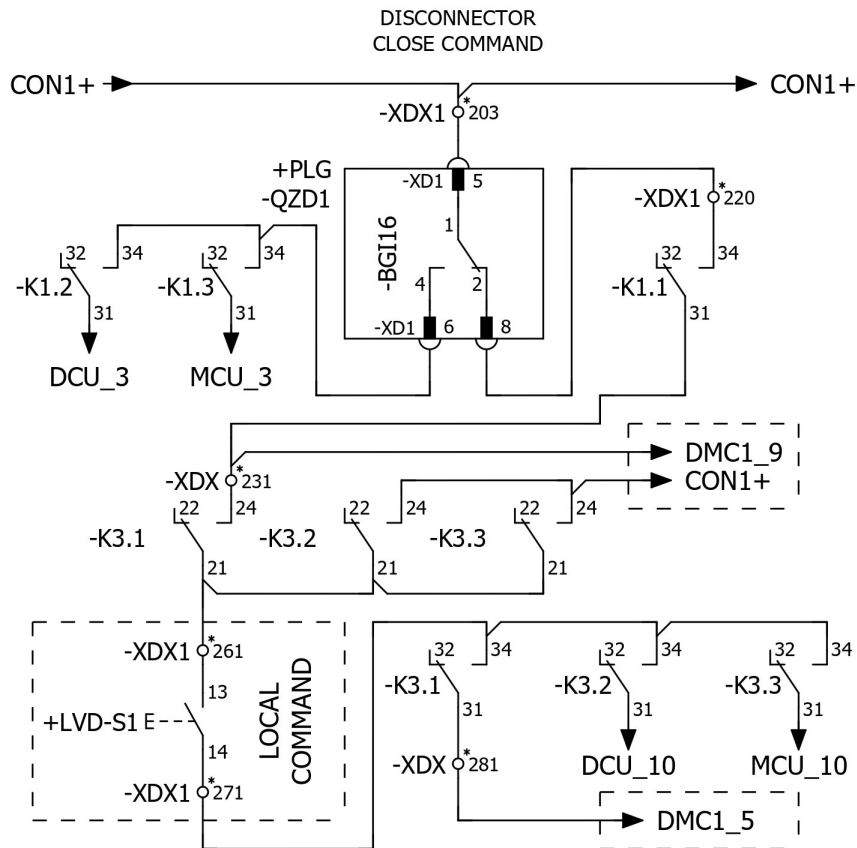
Z dôvodu použitia len jedného trojpolohového odpojovača v modele bolo potrebné zjednotiť ovládanie motorového pohonu, ktoré je zobrazené na Obr. 7.3. Vo výkresoch sme využili H-mostíky zo všetkých troch variant ovládání, pričom ovládanie motorového pohonu mohlo naraz len jedno zapojenie, ktoré bolo zvolené na prepínači na dverách. Podľa zvoleného zapojenia patričné kontakty stykačov -K pripoja motorový pohon do ich obvodu ovládania. Narozdiel od štandardného zapojenia MCU je v tomto prevedení, z dôvodu zjednodušenia zapojenia, napájanie motorového pohonu a elektronickej jednotky zabezpečené cez jeden istič.



Obr. 7.3: Zjednodušené zapojenie motorového pohonu

## 7.1.3 Ovládanie

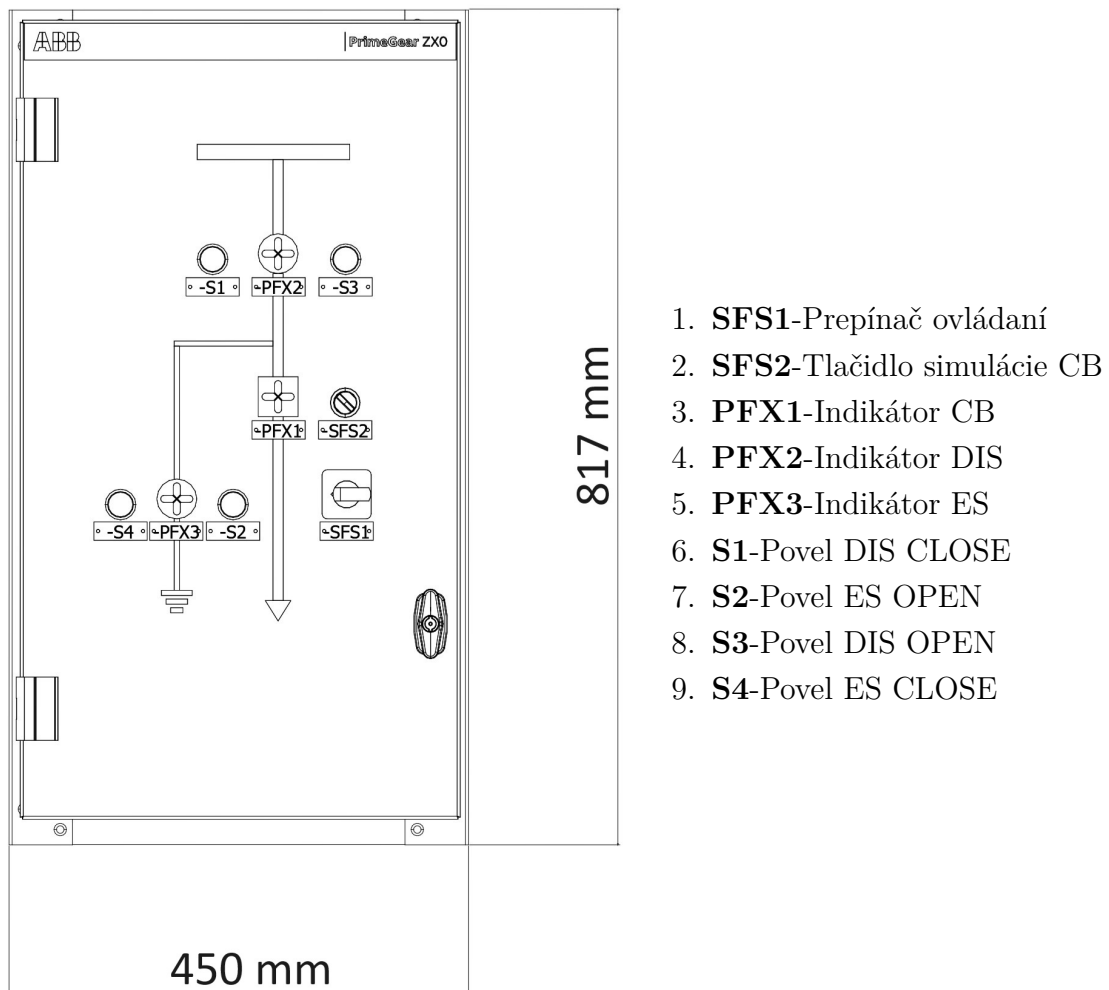
Ako ovládací obvod sme použili upravené zapojenie ovládacieho obvodu DMC, ktoré je podrobnejšie popísané v podkapitole 5.1.1 a zobrazené na Obr. 5.3. Do tohto zapojenia sme integrovali rozšírené kontakty prepínača (-SFS1) označené ako -K, ktoré slúžili na správne pripojenie povely na presun odpojovača. Na Obr. 7.4 je zobrazené zjednodušené zapojenie obvodu na vykonanie povely DIS CLOSED pomocou kontaktu -BGI16. Prvá trojica kontaktov -K1, pripojená za -BGI16, slúži na privedenie povely k správne druhu ovládania. Druhá trojica kontaktov, označená ako -K3, slúži na pripojenie tlačidla (+LVD-S1) do zvoleného obvodu, a posledná trojica na privedenie signálu stlačenia tlačidla (+LVD-S1) do správneho obvodu.



Obr. 7.4: Zjednodušené zapojenie ovládacieho obvodu

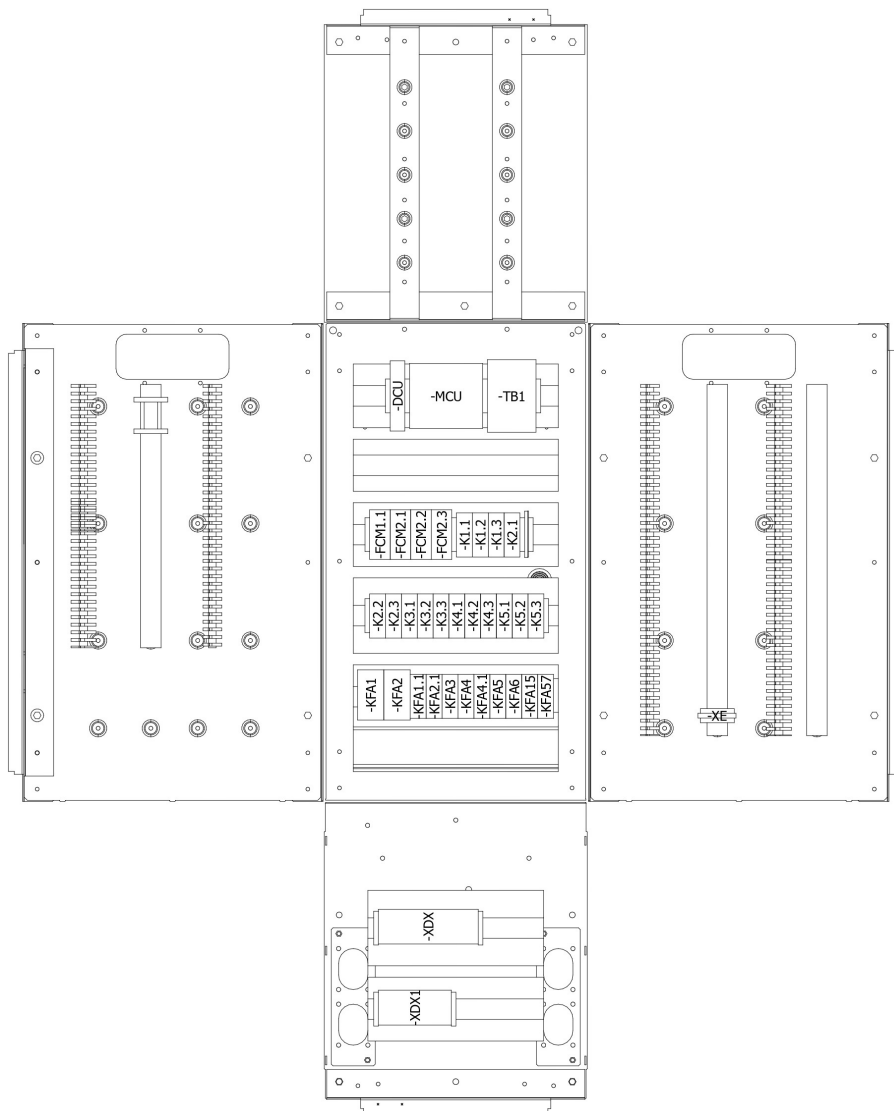
## 7.2 Uloženie

Na Obr. 7.5 sú zobrazené dvere nášho modelu, ktoré pochádzajú zo skrine ZX0 a majú rozmery 450x817 mm. Na dverách sa nachádza slepé schéma (MIMIC), ktorá znázorňuje zapojenie vypínača, odpojovača a uzemňovača v rámci jednopólovej schémy štandardného vývodového pola plynom izolovaného rozvádzača ZX. Pri indikátoroch odpojovača (-PFX2) a uzemňovača (-PFX3) sú umiestnené dvojice tlačidiel, ktorých úlohou je ovládať stav týchto prvkov. Zelené tlačidlo slúži na aktiváciu, zatiaľ čo červené na deaktiváciu. U indikátora stavu vypínača sa nachádza prepínač, ktorý imituje stavy zapnutia a vypnutia. Posledným prvkom na dverách je prepínač -SFS1, ktorého úlohou je prepínať medzi jednotlivými typmi ovládania motorového pohonu, ktorého zapojenie je zobrazené na Obr. 7.3.



Obr. 7.5: Dvere modelu

Pre lepšiu vizualizáciu toho koľko model zaberá miesta je na Obr. 7.6 zobrazené rozloženie panelov so všetkými použitými súčiastkami. Na ľavej bočnici sa nachádza prípojka -XDS1, ktorá slúži na pripojenie modelu k sieťovému napätiu, z ktorého napája 48V adaptér -TB1 na zadnom paneli, ktorý zas napája celý model. Na zadnom paneli sa taktiež nachádzajú všetky ističe, ktoré chránia model, a stykače, ktoré rozdeľujeme na stykače pre DMC a stykače použité pri prepínaní medzi jednotlivými zapojeniami. Fungovanie modelu by však nebolo možné bez svorkovnic, ktoré prepájajú súčiastky medzi sebou prostredníctvom vodičov a sú umiestnené na podlahe skrinky. Všetky fotografie modelu sú zobrazené v Prílohe A.



Obr. 7.6: Rozloženie panelov modelu

1. **XDS1**-Prípojka
2. **TB1**-Zdroj
3. **FCM**-Ističe
4. **KFA**-Stykače DMC
5. **RAD**-Diody pre DMC
6. **DCU**-Kontrolná jednotka
7. **MCU**-Kontrolná jednotka
8. **K**-Stykače pre ovládanie
9. **XDX, XDX1**-Svorkovnice

## 7.3 Overenie funkčnosti

Testovanie zapojení prebehlo vo vyhradených testovacích priestoroch nachádzajúcich sa v rámci výrobnjej haly spoločnosti ABB v Brne. Tento proces bol vykonaný skúšobnými technikmi, ktorí testovali zapojenia na nasledujúce požiadavky:

1. **Správnosť zapojenia:** Najdôležitejší aspekt testovania bolo overenie správnosti fyzického zapojenia komponentov zobrazených na Obr. 7.7. To zahŕňalo kontrolu presného umiestnenia a pripojenia jednotlivých častí zapojenia, zabezpečujúc, že sú v súlade s technickými výkresmi a montážnymi inštrukciami.



Obr. 7.7: Testovanie modelu bakalárskej práce



2. **Elektrická funkčnosť:** Táto časť testovania sledovala, či zapojenia vykazujú požadovanú elektrickú funkčnosť v súlade s technickými výkresmi ako napríklad správne zobrazenie polôh na indikátoroch na dverách a funkčnosť ovládania pomocou tlačidiel zobrazených na Obr. 7.8.



Obr. 7.8: Panel s osadenými dverami modelu

## Záver

Bakalárska práca sa venuje problematike ovládania motorových pohonov trojpolohových odpojovačov v plynom izolovaných rozvádzačoch spoločnosti ABB.

Cieľom práce bolo navrhnutie štandardizovaných zapojení v programe EPLAN pre trojicu zapojení na ovládanie motorových pohonov. Pre pôvodné zapojenie DMC bolo vytvorené zjednodušené štandardizované zapojenie, ktoré bolo porovnané s novými druhmi ovládania DCU a MCU, ktoré slúžia na jeho nahradenie. Výkresy, ktoré slúžia ako štandard pre nové druhy ovládania, vychádzajú z dokumentácií od výrobcov. Zapojenia zahŕňajú okrem iného ovládanie samotného pohonu cez H-mostík a blokovanie pre bezpečnosť obsluhy. Pre výber najvhodnejšej náhrady DMC boli z výstupov zapojení spravené kalkulácie využitia miesta, celkových nákladov za materiál, času projektovania, testovania a káblovania, podľa ktorých boli jednotlivé ovládania porovnané.

V závere porovnania sa ukázalo, že zapojenie MCU je najlacnejšia varianta, avšak jeho hlavnými nevýhodami sú colné poplatky a vysoké náklady na dopravu, ktoré môžu predstavovať až 32 percent ceny pri nákupe malého množstva kusov. Ďalšou nevýhodou je dlhá doba dodania z Číny, čo môže ovplyvniť celkovú ekonomickú výhodnosť. Naopak, zapojenie DCU od nemeckej firmy Bontronic je síce drahšou variantou, ale vďaka výrazne kratšej dodacej dobe oproti Číne bolo vybrané ako nová náhrada zapojenia DMC pre plynom izolované rozvádzače. Je potrebné zmieniť, že pri zaradení DCU do výrobného procesu sa cena takmer vyrovná zapojeniu MCU (cenový rozdiel 2 %) vďaka množstevnej zľave od výrobcu pri objednaní nad 1500 kusov.

Na demonštráciu a overenie funkčnosti všetkých troch zapojení bol vytvorený model ovládacej skrinky. Tento model pozostával zo skrine nízkonapätovej časti rozvádzača ZX0, ktorá bola pripojená k motorovému pohonu. Pre tento účel boli upravené pôvodné výkresy tak, aby bola možná demonštrácia trojice ovládaní, ktoré namiesto vlastného motorového pohonu ovládali jeden spoločný s možnosťou prepínania medzi nimi.

Počas testovania správnosti zapojení modelu došlo k objaveniu viacerých nezrovnalostí. Hlavným problémom bolo nepripojenie dodatočných potvrdzovacích kontaktov zaskratovania (REED kontakt) do ovládacích jednotiek DCU a MCU, čo bolo vyriešené pripojením vstupu REED kontaktu na rovnaký signál ako štandardný signál zaskratovania. Hľadanie a odstraňovanie chýb spôsobilo oneskorenie dokončenia modelu, čo potvrdzuje nevyspytateľnosť výrobného procesu. Všetky problémy boli odstránené a zmeny zapracované do štandardizovaných zapojení a model bol úspešne otestovaný.

# Literatúra

- [1] Chintglobal. *What is Gas Insulated Switchgear (GIS) and How Does It Work?* [online]. [cit. 2023-10-19]. Dostupné z: <https://chintglobal.com/blog/gas-insulated-switchgear-gis/>. 2023.
- [2] DILO. *WHAT IS SF6 GAS AND WHERE IT IS USED?* [online]. [cit. 2023-11-15]. Dostupné z: <https://dilo.com/sf6-gas/useful-information-sf6/properties>. 2023.
- [3] Nationalgrid. *What is SF6? Sulphur hexafluoride explained.* [online]. [cit. 2023-11-15]. Dostupné z: <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-is-sf6-sulphur-hexafluoride-explained>. 2023.
- [4] Jaroslava Orságová. *Rozvodná zařízení.* 2011.
- [5] ABB s.r.o. *ZX0.2 Gas-insulated medium voltage switchgear: TECHNICAL CATALOGUE TK 503/14 EN.* 2010.
- [6] ABB s.r.o. *Gas-insulated medium voltage switchgear ZX.* 2013.
- [7] Council of the European Union. *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on fluorinated greenhouse gases, amending Directive (EU) 2019/1937 and repealing Regulation (EU) No 517/2014.* 2023.
- [8] 3M s.r.o. a ABB s.r.o. *Gas insulated medium voltage switchgear from ABB: with eco-efficient ABB AirPlus™ and 3M™ Novec™ 5110 Insulating Gas.* 2017.
- [9] 3M s.r.o. *3M™ Novec™ 5110 Insulating Gas: Technical Data.* 2021.
- [10] Jonathan Spencer Jones. *Air – the outstanding sustainable alternative to SF6.* [online]. [cit. 2023-10-31]. Dostupné z: <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/new-technology/air-the-outstanding-sustainable-alternative-to-sf6/>. 2023.
- [11] ABB s.r.o. *ZX2 Gas-insulated medium voltage switchgear: TECHNICAL CATALOGUE TK 502/22 EN.* 2022.
- [12] ABB s.r.o. *ZX-Family: Gas-insulated medium voltage switchgear.* 2011.
- [13] ABB s.r.o. *VD4X: Vacuum circuit-breaker.* 2019.
- [14] ABB s.r.o. *MV Primary Gas-insulated Switchgear: ZX Family.* 2019.
- [15] ABB s.r.o. *ZX2: Gas-insulated medium voltage switchgear.* 2010.
- [16] ABB s.r.o. *REX640: Technical Manual.* 2023.
- [17] ABB Switzerland Ltd. „CB-Module with VT 630A/1250A“. 2018.



- [18] ABB Switzerland Ltd. „Motor drive ZX0.2 pre-assembly“. 2022.
- [19] ABB Switzerland Ltd. „Motor drive 3PS ZX2 P120 preass.“ 2018.
- [20] BONTRONIC. *Drive Control Unit DCU: Electrical Motor Control Unit for Three-Position Switches with Motor Operating Mechanisms*. 2023.
- [21] XIAMEN PEAKS ELECTRIC CO. LTD. *Product manual: Controller MCU 5.0 series*. 2023.

# Zoznam symbolov a skratiek

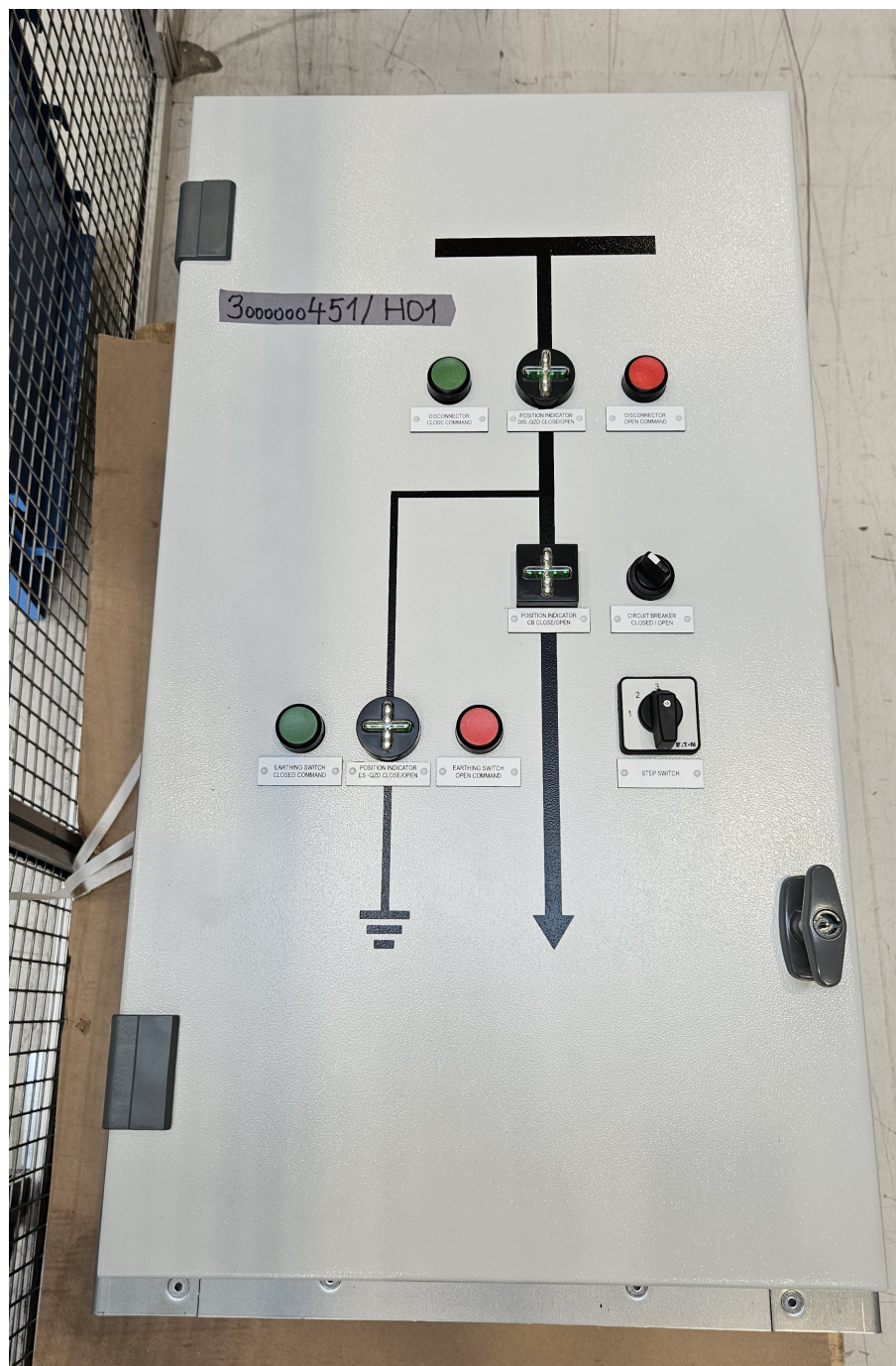
## Skratky

<b>AIS</b>	Vzduchom izolovaný rozvádzač (Air Insulated Switchgear)
<b>BI</b>	Binárny vstup (Binar Input)
<b>CB</b>	Vypínač (Circuit Breaker)
<b>DC</b>	Jednosmerný prúd (Direct Current)
<b>DCU</b>	Riadiaca jednotka pohonu (Drive Control Unit)
<b>DIS</b>	Odpojovač (Disconnecter)
<b>DIS CLOSE</b>	Odpojovač zapnutý (Disconnecter CLOSE)
<b>DIS OPEN</b>	Odpojovač vypnutý (Disconnecter Open)
<b>DMC</b>	Diskrétno riadenie motora (Discrete Motor Control)
<b>ES</b>	Uzemňovač (Earth Switch)
<b>ES CLOSE</b>	Uzemňovač zapnutý (Earth Switch Close)
<b>ES OPEN</b>	Uzemňovač vypnutý (Earth Switch Open)
<b>GIS</b>	Plynom izolovaný rozvádzač (Gas Insulated Switchgear)
<b>GWP</b>	Potenciálom globálneho otepľovania (Global Warming Potential)
<b>IEC</b>	Medzinárodné normy (International Electrotechnical Commission)
<b>LSC</b>	Strata plynulosti prevádzky (Loss of Service Continuity)
<b>LVD</b>	Nízkonapäťové dvere (Low Voltage Door)
<b>MCU</b>	Jednotka ovládania motora (Motor Control Unit)
<b>NC</b>	Normálne zatvorené (Normally closed)
<b>PSI</b>	Jedna libra sily na štvorcový palec (Pound per Square Inch)
<b>SPO</b>	Statické výkonné výstupy (Static Power Outputs)

# Zoznam príloh

A Fotografie modelu	64
B Výkresy zapojení	68
C Výkresy pre model	105

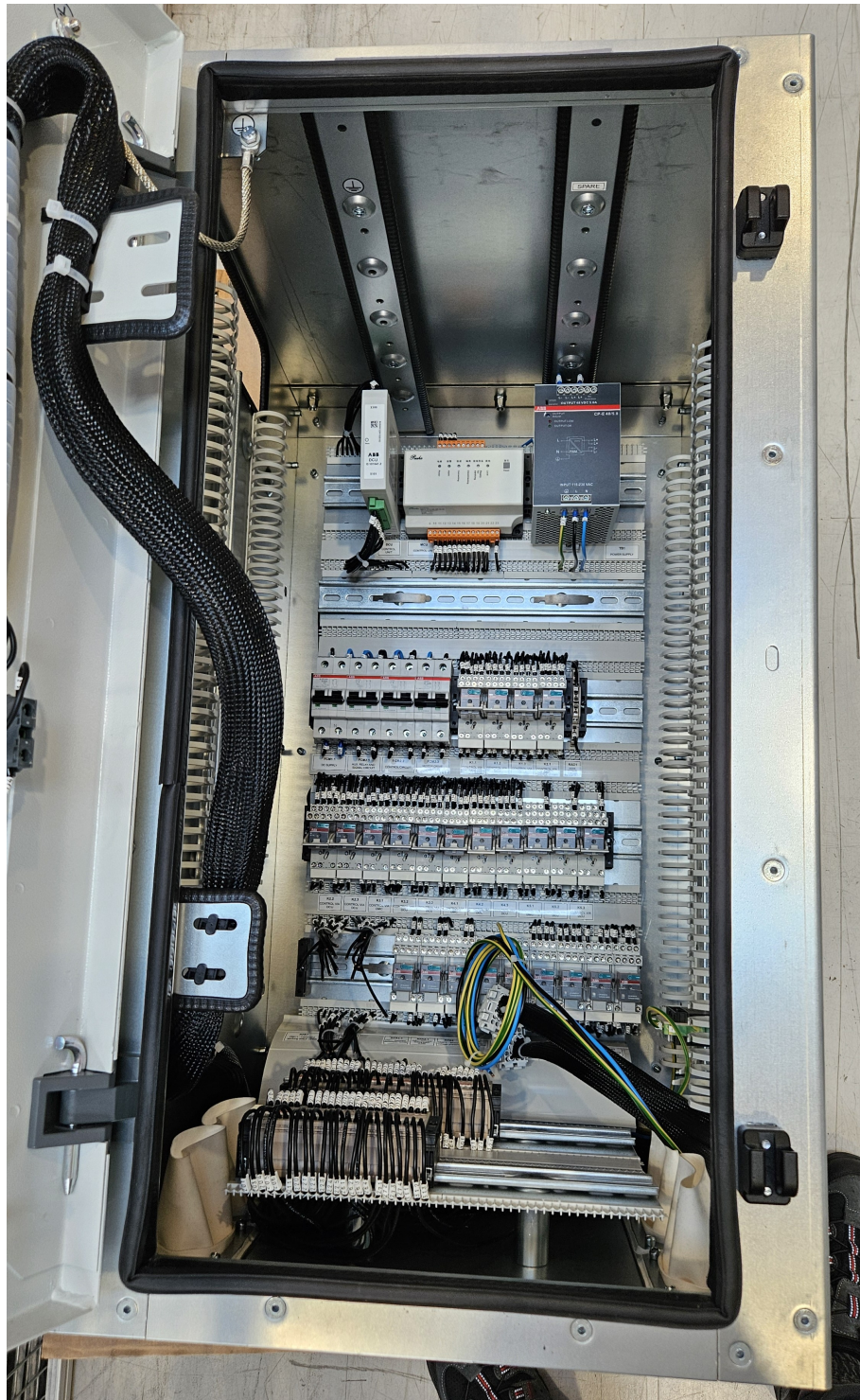
## A Fotografie modelu



Obr. A.1: Panel s osadenými súčiastkami na dverách







Obr. A.3: Panel s osadenými súčiastkami modelu





Obr. A.4: Bočný panel modelu

## **B Výkresy zapojení**

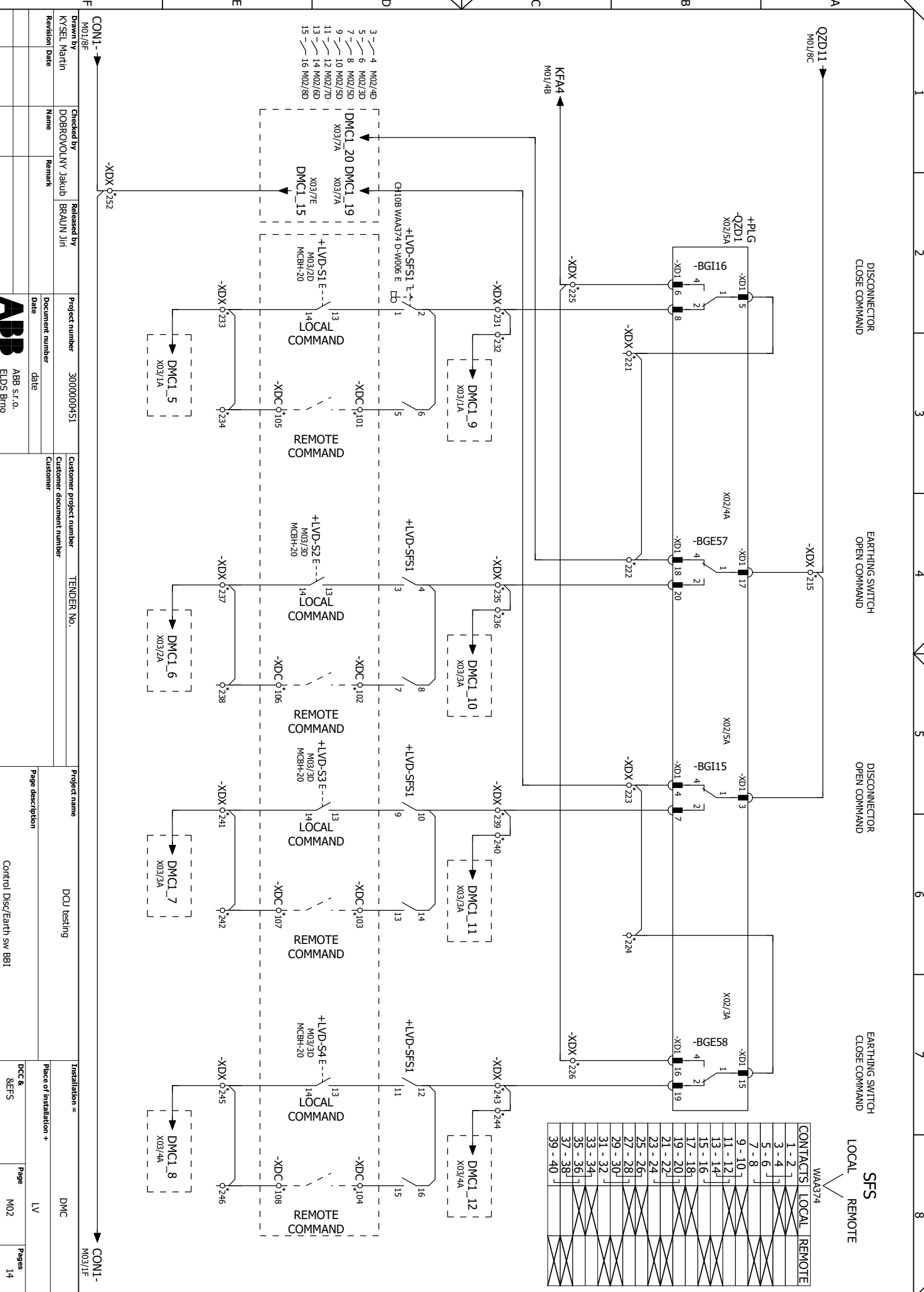


# DMC zapojenie

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision Date	Name Remark		Document number 1VLE00138-0100	Customer document number	Page description SINGLE LINE SCHEME	Place of installation + LV
			Date ABB s.r.o. ElDS Brno			DCC & 8EFA
						Page A01
						Pages 14

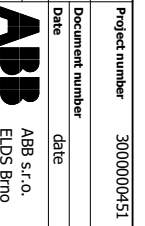






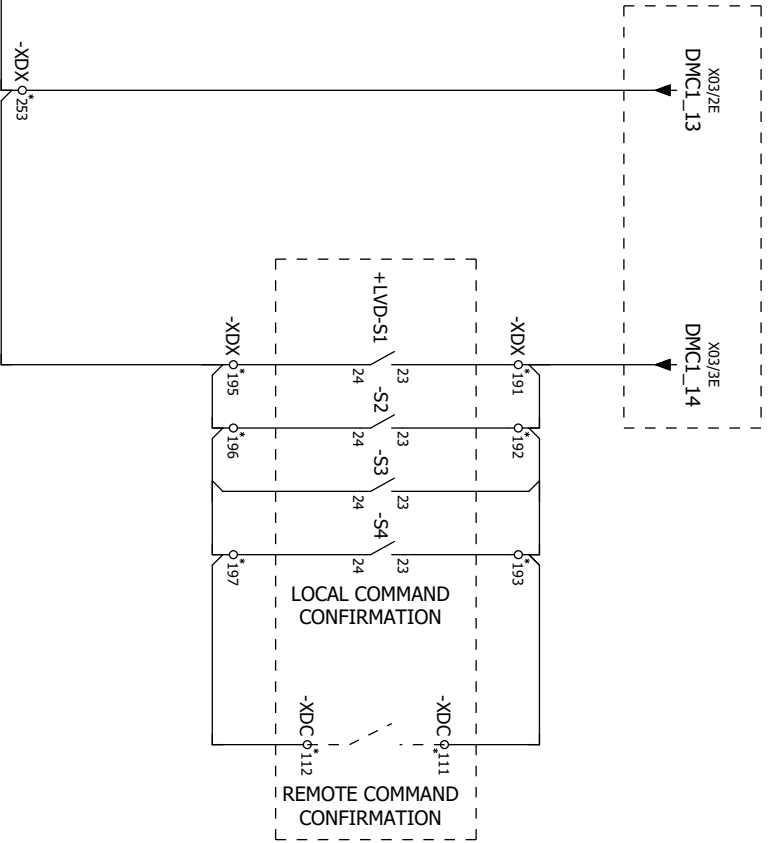
SFS		LOCAL		REMOTE	
CONTACTS		LOCAL	REMOTE	LOCAL	REMOTE
1-2					
3-4					
5-6					
7-8					
9-10					
11-12					
13-14					
15-16					
17-18					
19-20					
21-22					
23-24					
25-26					
27-28					
29-30					
31-32					
33-34					
35-36					
37-38					
39-40					

**Drawn by:** KYSEL Martin  
**Checked by:** DOBROVOLNY Jakub  
**Released by:** BRAUN Jiri  
**Project number:** 3000000451  
**Customer project number:** TENDER No.  
**Project name:** DCU testing  
**Page description:** Control Disc/Earth sw B81  
**Installation =** DMC  
**Place of installation +** LV  
**Doc &** 8EFS  
**Page** M02  
**Pages** 14



COMMON  
MINUS OF  
DMC

CONFIRMATION OF COMMANDS  
(ON MINUS POTENTIAL - NOT NECESSARY)

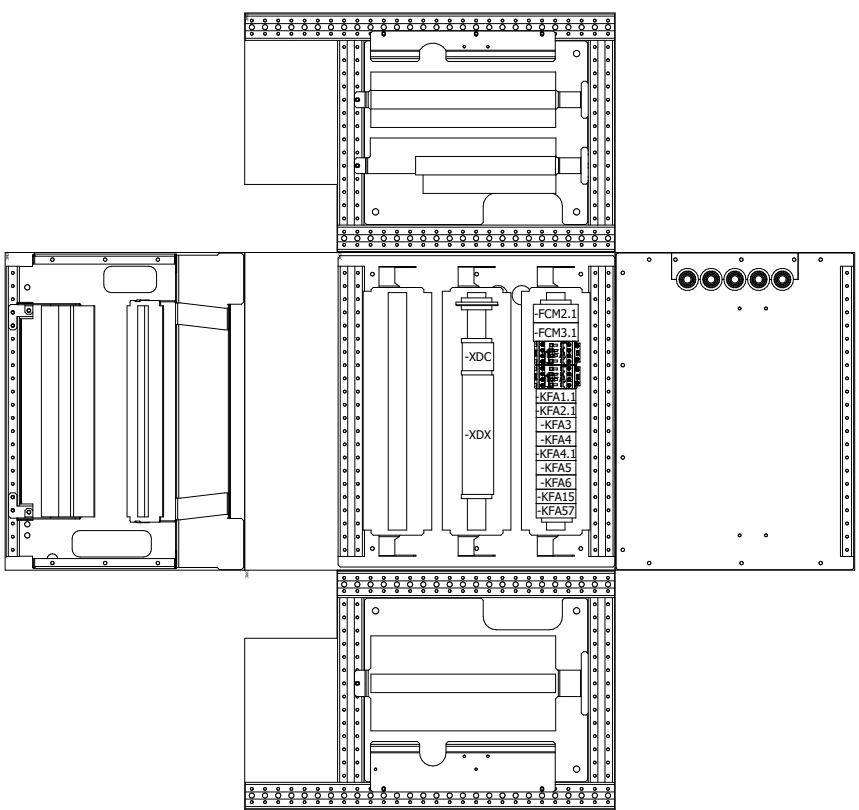


Drawn by KYSEL Martin		Checked by DOBROVOLNY Jakub		Released by BRAUN Jiri		Project number 3000000451		Customer project number TENDER No.		Project name DCU testing		Installation = DMC	
Revision/ Date		Name		Remark		Document number date		Customer document number Customer		Page description Control Disc/Earth sw B81		Place of installation + DCC & 8EFS	
												Page M03	
												Pages 14	



ABB s.r.o.  
ELDS Brno



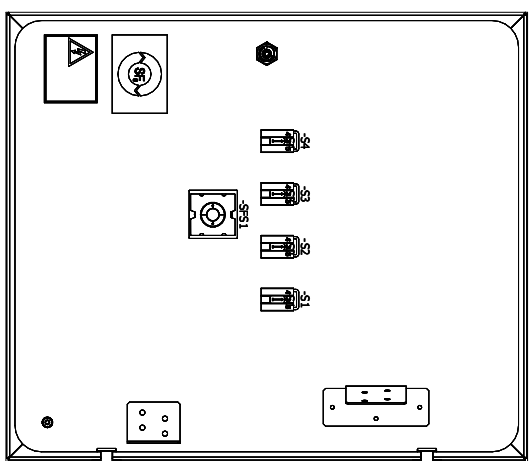
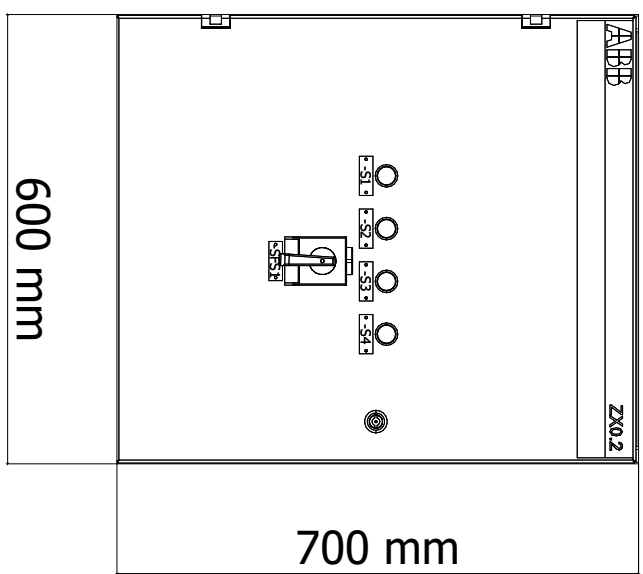


**ENCLOSURE LEGEND**

**=DMC**

DEVICE TAG	ENGRAVING TEXT
-FCM2.1	CONTROL CIRCUIT
-FCM3.1	MOTOR DRIVE ISOLATOR
-KFA1	DMC1 - Command earthing switch OPEN
-KFA2	DMC1 - Command disconnecter OPEN
-KFA1.1	DMC1 - Command disconnecter CLOSE
-KFA2.1	DMC1 - Command earthing switch CLOSE
-KFA3	DMC1 - Motor voltage present
-KFA4	DMC1 - Without mechanical/electrical operating
-KFA4.1	DMC1 - Without mechanical/electrical operating
-KFA5	DMC1 - Release earthing switch
-KFA6	DMC1 - Release disconnecter
-KFA15	DMC1 - Disconnecter OPEN
-KFA57	DMC1 - Earthing switch OPEN
-RAD1	DIODE MODULE FOR DMC

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBRKOVLIVY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description PANEL LAYOUT	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ElDS Brno			DCC & Page V01
						Pages 14



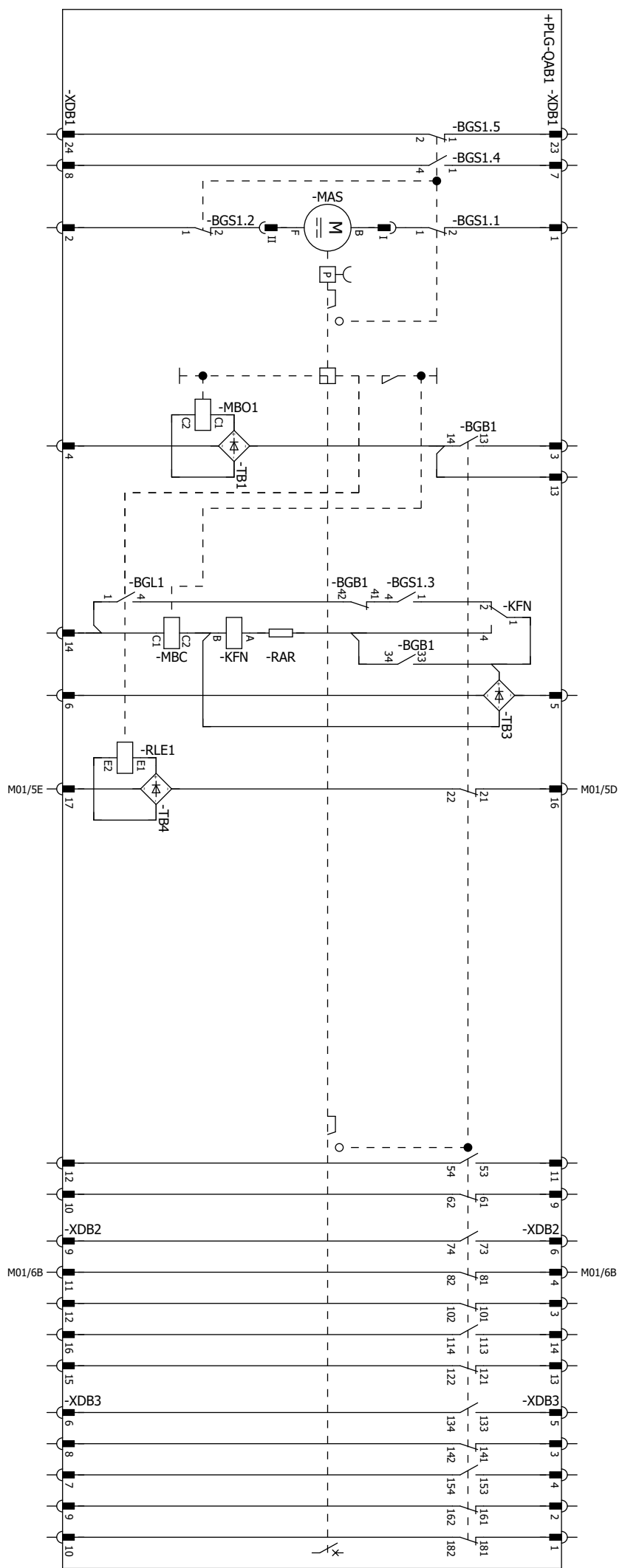
**ENCLOSURE LEGEND**

**=DMC**

DEVICE TAG	ENGRAVING TEXT
-S1	
-S2	
-S3	
-S4	
-SFS1	

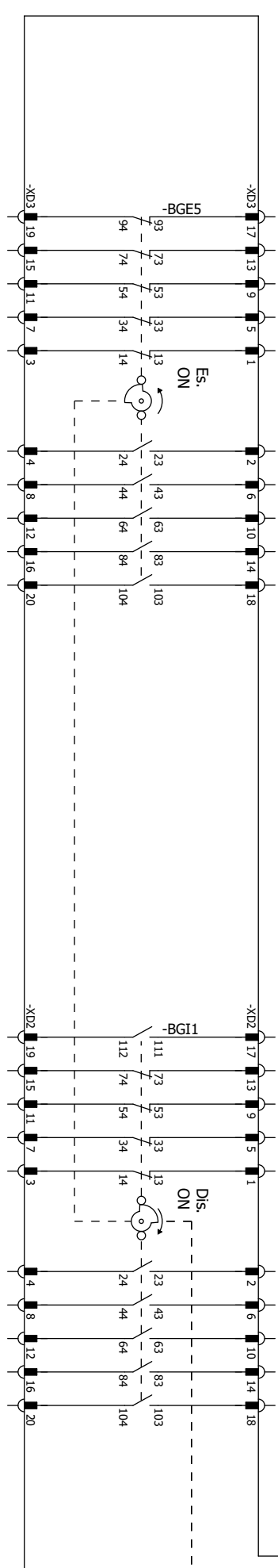
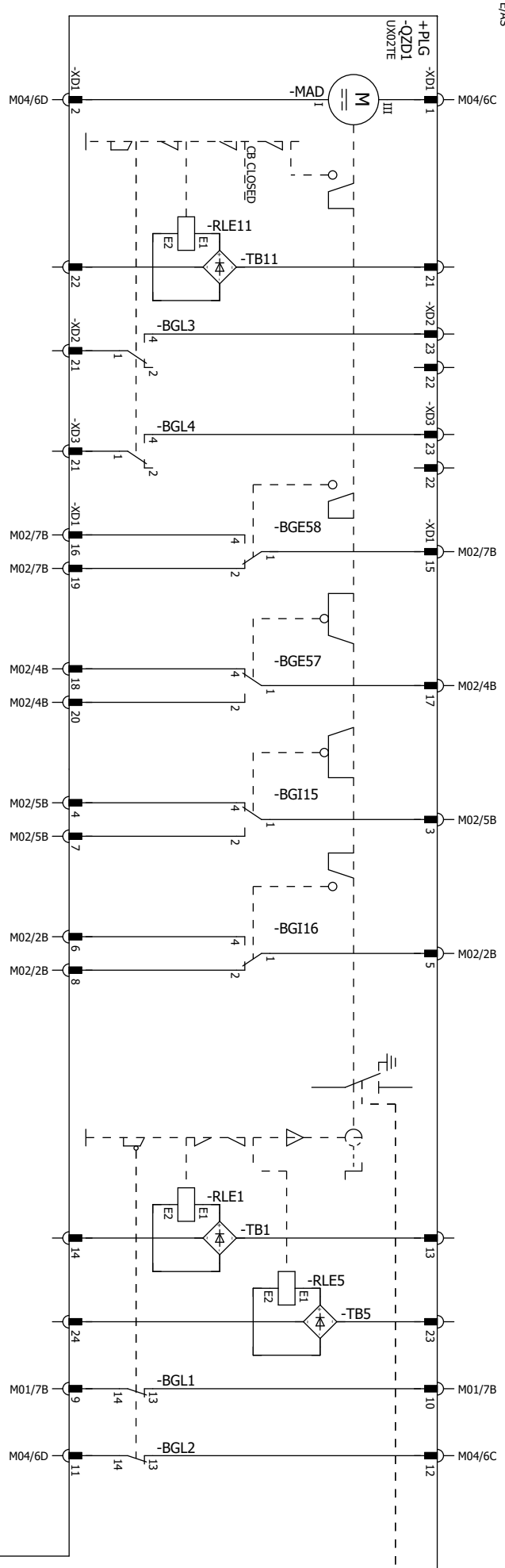
Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number Customer	Page description LV, COMP. DOOR LAYOUT	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ElDS Brno			DCC & Page W01
						Page 14





-BGS1.1-1.5	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SPRING CHARGING MECHANISM	-RLE1	OPTIONAL	CLOSING BLOCK MAGNET WITH RECTIFIER -TB4	-XDB3	CONNECTOR RSYLV.6 B12 LTGY
-BGB1	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SWITCH SHAFT				-XDB2	CONNECTOR RSYLV.6 B24 GR LTGY
-MBO1	STANDARD	1ST SHUNT RELEASE OFF WITH RECTIFIER -TB1					CONTACT CRIMP CBI.6R18-16 SN 13.5
-MBC	STANDARD	CLOSING RELEASE WITH RECTIFIER -TB3					CONTACT CRIMP CBI.6R18-16 SN 13.5
-MAS	STANDARD	CHARGING MOTOR					CONNECTOR RSYLV.6 B24 GR LTGY
-KFN	STANDARD	ANTIPUMPING RELAY	-BGL1	OPTIONAL	AUXILIARY SWITCH ON BLOCKING MAGNET	-XDB1	CONTACT CRIMP CBI.6R18-16 SN 13.5
-RAR	STANDARD	RESISTOR FOR ANTIPUMPING RELAY					

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description VD4X/AS/UNI	Place of installation + LV
						DOC & 8LEFS
						Page X01
						Pages 14

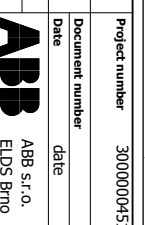


DESIGNATION	DESCRIPTION	DESIGNATION	DESCRIPTION
-MAD	MOTOR DRIVE	-RLE11	OPTIONAL
-BG15	OPTIONAL	-BGL3	OPTIONAL
-BG16	OPTIONAL	-BGL4	OPTIONAL
-BGE57	OPTIONAL	-RLE1	OPTIONAL
-BGE58	OPTIONAL	-RLE5	OPTIONAL
-BG11	OPTIONAL	-BG12	STANDARD
-BGE5	STANDARD		

DESIGNATION	DESCRIPTION
-XD3	CONNECTOR RSVL6 B24 GR LTGY CONTACT CRIMP CB1.6R18-16 SN 13.5
-XD2	CONNECTOR RSVL6 B24 GR LTGY CONTACT CRIMP CB1.6R18-16 SN 13.5
-XD1	CONNECTOR RSVL6 B24 GR LTGY CONTACT CRIMP CB1.6R18-16 SN 13.5

Drawn by KYSSEL Martin	Checked by DOBRVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description UX02TE	Place of installation + LV






## TERMINALS +LV-XDC

POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
101	•	+LVD-SFS1	15	M02/3D
102	•	+LVD-SFS1	21	M02/5D
103	•	+LVD-SFS1	23	M02/6D
104	•	+LVD-SFS1	29	M02/8D
105	•	-XDX	234	M02/3E
106	•	-XDX	238	M02/5E
107	•	-XDX	242	M02/6E
108	•	-XDX	246	M02/8E
111	•	-XDX	193	M03/4D
112	•	-XDX	197	M03/4E

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR

TOTAL TERMINALS COUNT: 10 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC
Revision/ Date	Name Remark	Document number date	Customer document number Customer	Page description TERMINALS = DMC+LV-XDC	Place of installation + LV	DCC & Page X04
 ABB s.r.o. ElDS Brno						
						Pages 14

### TERMINALS +LV-XDX

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
41	-KFA57		191	+LVD-S1	23	M03/2D
23	+LVD-S3		192	+LVD-S2	23	M03/3D
111	-XDC		193	+LVD-S4	23	M03/3D
24	+LVD-S1		195	-XDX	253	M03/2E
24	+LVD-S2		196	+LVD-S3	24	M03/3E
24	+LVD-S4		197	-XDC	112	M03/3E
4	-FCM2.1		201	-KFA15	34	M01/5A
			202	+PLG-QAB1-XDB2	4	M01/6A
			203	+PLG-QZD1-XD1	10:F	M01/7A
24	-KFA4		211	+PLG-QAB1-XDB1	16	M01/5D
11	+PLG-QAB1-XDB2		212	-KFA5	A1	M01/6C
			213	-KFA6	A1	M01/7C
9:F	+PLG-QZD1-XD1		214	-KFA1	31	M01/7C
3:F	+PLG-QZD1-XD1		215	+PLG-QZD1-XD1	17:F	M02/4A
5:F	+PLG-QZD1-XD1		221			M02/3B
18:F	+PLG-QZD1-XD1		222	-KFA57	A1	M02/4B
4:F	+PLG-QZD1-XD1		223	-KFA15	A1	M02/5B
15:F	+PLG-QZD1-XD1		224			M02/6B
6:F	+PLG-QZD1-XD1		225	-KFA4	34	M02/2C
16:F	+PLG-QZD1-XD1		226			M02/7C
8:F	+PLG-QZD1-XD1		231	+LVD-SFS1	12	M02/2C
			232	-KFA57	21	M02/3C
14	+LVD-S1		233	-KFA15	24	M02/2E
105	-XDC		234			M02/3E
20:F	+PLG-QZD1-XD1		235	+LVD-SFS1	18	M02/4C
			236	-KFA1	13	M02/4C
14	+LVD-S2		237	-KFA5	31	M02/4E
106	-XDC		238			M02/5E
7:F	+PLG-QZD1-XD1		239	+LVD-SFS1	20	M02/5C
			240	-KFA2	13	M02/6C
14	+LVD-S3		241	-KFA6	11	M02/5E
107	-XDC		242			M02/6E
19:F	+PLG-QZD1-XD1		243	+LVD-SFS1	26	M02/7C
			244	-KFA15	11	M02/7C
14	+LVD-S4		245	-KFA57	14	M02/7E
108	-XDC		246			M02/8E
17	+PLG-QAB1-XDB1		251	-FCM2.1	2	M01/5F

TOTAL TERMINALS COUNT: 44 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

Drawn by KYSEL Martin Revision/ Date	Checked by DOBROVOLNY Jakub Name Remark	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.
Date	Document number date	Customer document number Customer	Project name DCU testing	Installation = DMC
Date	Date	Date	Page description TERMINALS =DMC+LV-XDX	Place of installation + LV
Date	Date	Date	Page X05	Pages 14

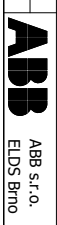


ABB s.r.o.  
ELDS Brno

1 2 3 4 5 6 7 8

### TERMINALS +LV-XDX

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
A2	-KFA57		252				M02/1F
44	-KFA1		253		-XDX	195	M03/1F
4	-FCM3.1		301		-KFA3	A1	M04/5A
7	-KFA1		311		+PLG-QZD1-XD1	1:F	M04/6C
7	-KFA2		312		+PLG-QZD1-XD1	12:F	M04/6C
2:F	+PLG-QZD1-XD1		313		+PLG-QZD1-XD1	11:F	M04/6D
A2	-KFA3		351		-FCM3.1	2	M04/5F

TOTAL TERMINALS COUNT: 44 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

Drawn by KYSEL Martin Revision Date	Checked by DOBROVOLNY Jakub Name Remark	Released by BRAUN Jiri Name	Project number 3000000451 Date	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DMC Place of installation + LV
Document number Date		Customer document number		Page description TERMINALS =DMC+LV-XDX		DCC & Page X06 Pages 14

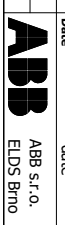


ABB s.r.o.  
ELDS Brno



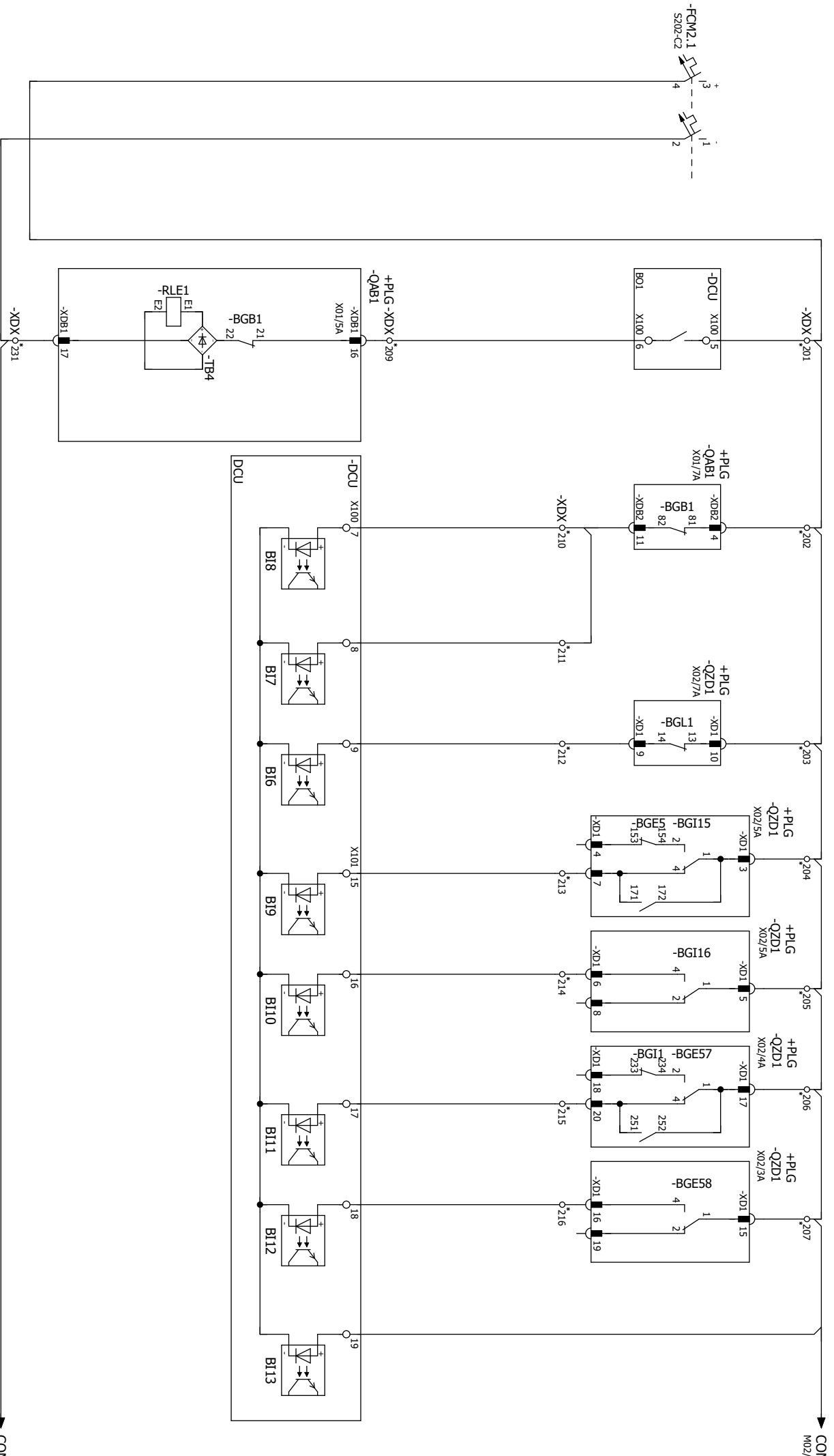
# SHEET INDEX

PAGE	PAGE NAME	REVISION
=DCU+LV/M01	CB CONTROL CIRCUITS	
=DCU+LV/M02	Control Disc/Earth sw BBI	
=DCU+LV/M03	Motor control circuit	
=DCU+LV/X01	VD4X/AS/UNI	
=DCU+LV/X02	UX02TE	

Drawn by KYSEL Martin		Checked by DOBROVOLNY Jakub		Released by BRAUN Jiri		Project number 3000000451		Customer project number TENDER No.		Project name DCU testing		Installation = DCU	
Revision Date		Name Remark		Remark		Document number Date		Customer document number Customer		Page description SHEET INDEX		Place of installation + LV	
						ABB ABB s.r.o. ELDS Brno				DCC & Page A02		Pages 11	



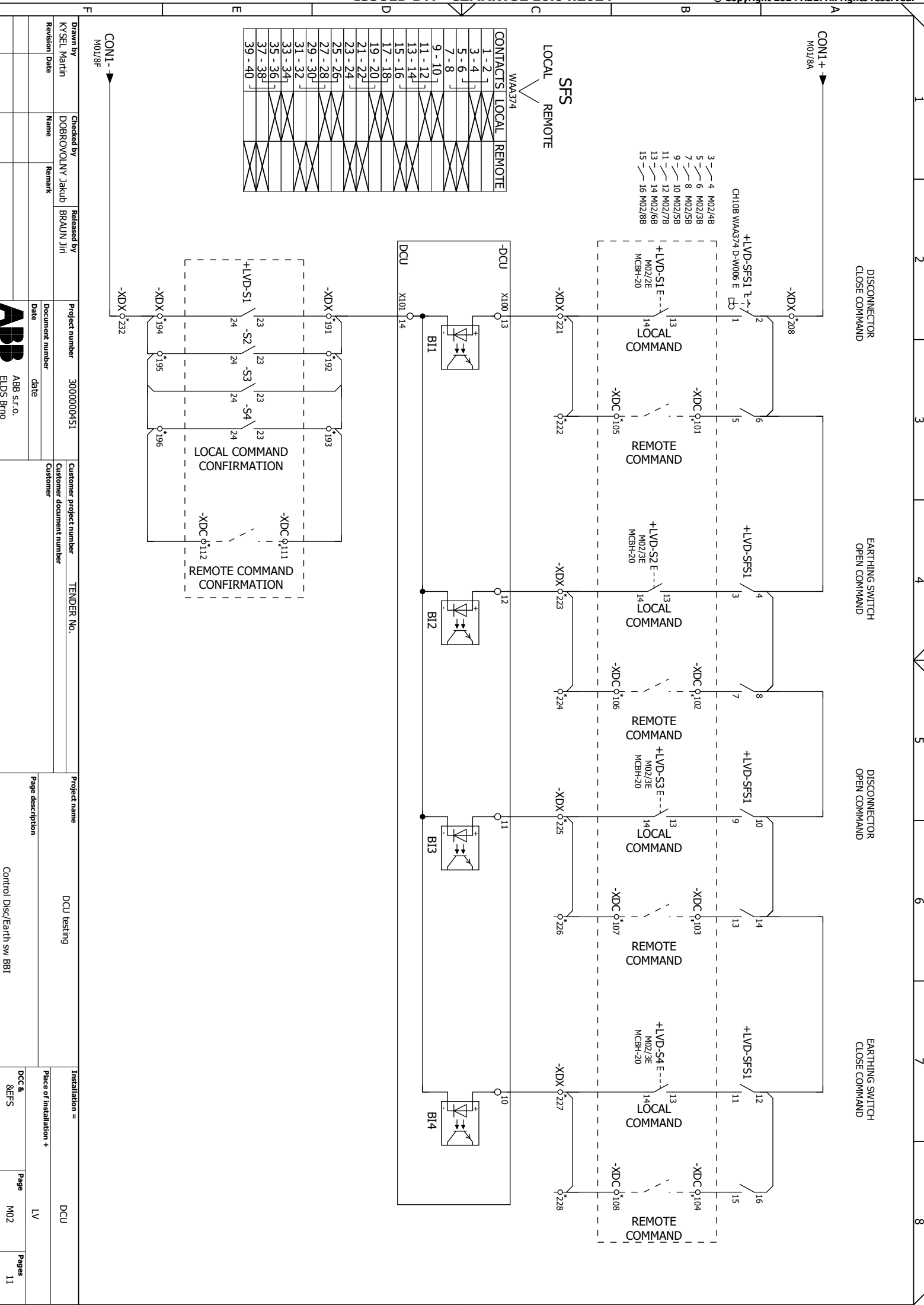
CONTROL CIRCUIT      RELEASE CIRCUIT BREAKER      RELEASE EARTHING SWITCH      RELEASE DISCONNECTOR      WITHOUT MECHANICAL/ELECTRICAL OPERATING      DISCONNECTOR OPEN      DISCONNECTOR CLOSED      EARTHING SWITCH OPEN      EARTHING SWITCH CLOSED      SPARE



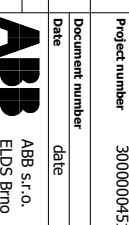
Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description CB CONTROL CIRCUITS	Place of installation + LV
			ABB sr.o. ELDS Brno			DCC & 8EFS
						Page M01
						Pages 11

CON1-  
M02/1F

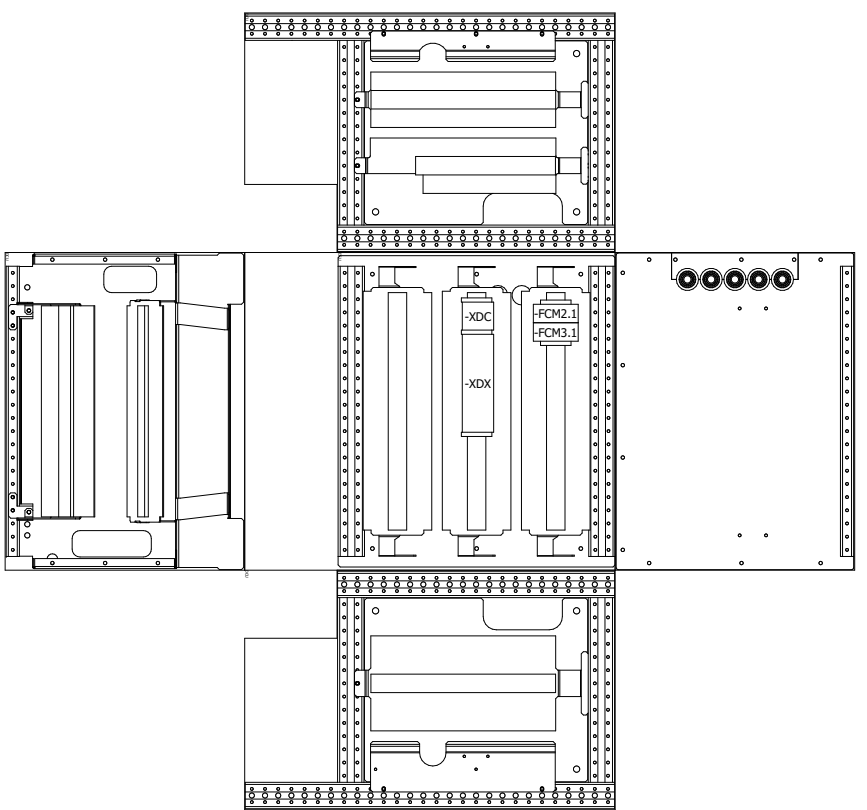
CON1+  
M02/1A



Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBRKOVLIVY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description Control Disc/Earth sw B81	Place of installation + LV





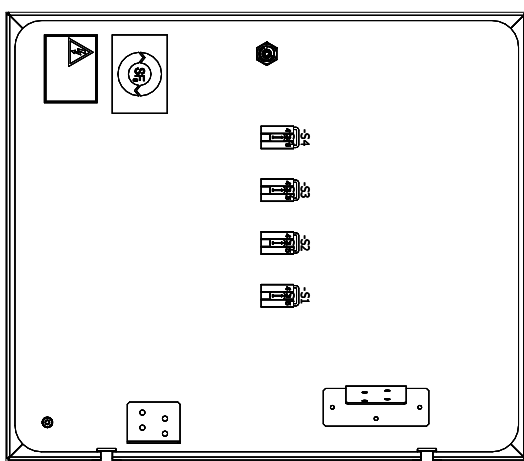
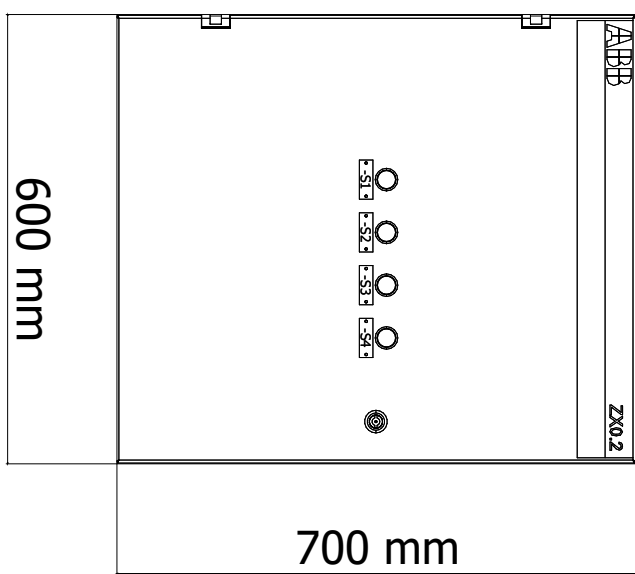


**ENCLOSURE LEGEND**

<b>=DCU</b>	ENGRAVING TEXT
-FCM2.1	CONTROL CIRCUIT
-FCM3.1	MOTOR DRIVE ISOLATOR

Drawn by KYSEL Martin		Checked by DOBROVOLNY Jakub		Released by BRAUN Jiri		Project number 300000451		Customer project number TENDER No.		Project name DCU testing		Installation = DCU	
Revision/ Date		Name Remark		Remark		Document number date		Customer document number Customer		Page description PANEL LAYOUT		Place of installation + LV	
						Date				DCC &		Page V01	
						Date				Pages 11			



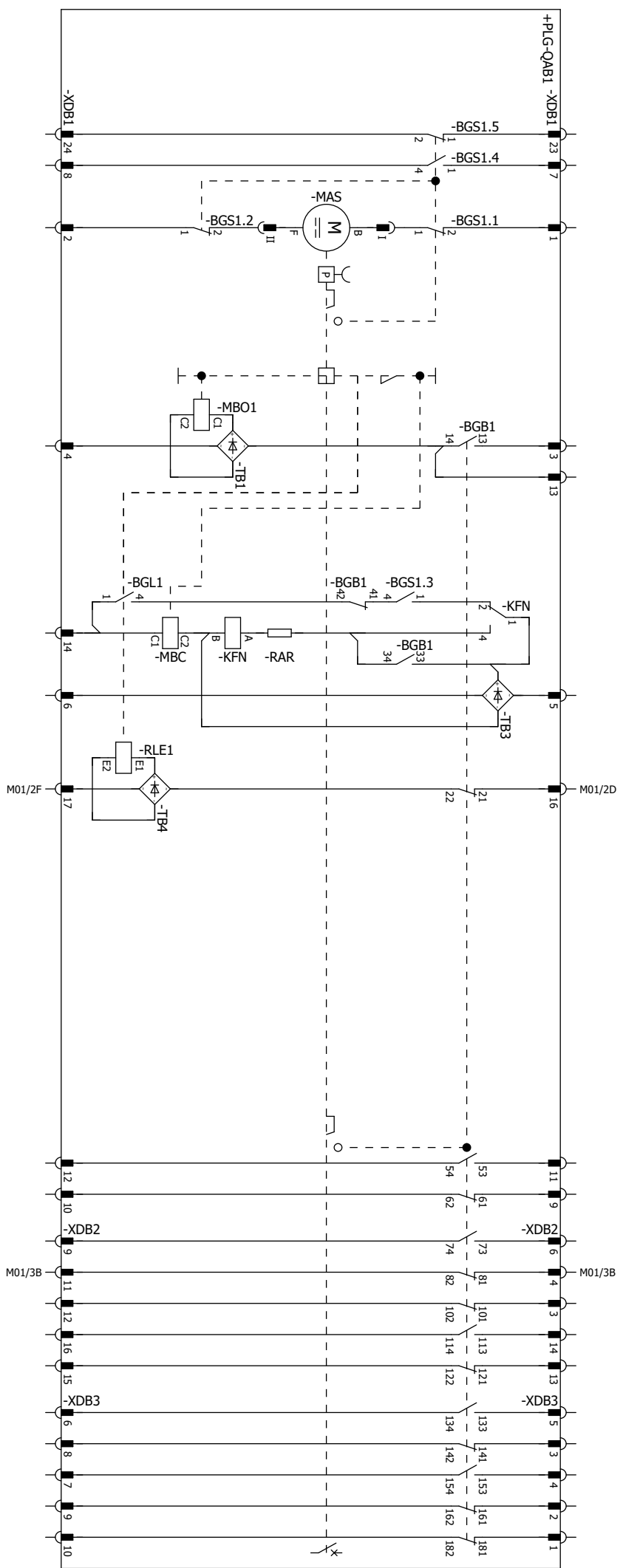


**ENCLOSURE LEGEND**

**=DCU**

DEVICE TAG	ENGRAVING TEXT
-S1	
-S2	
-S3	
-S4	

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number Customer	Page description LV, COMP. DOOR LAYOUT	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ELDS Brno			DCC & Page W01
						Pages 11



-BGS1.1-1.5	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SPRING CHARGING MECHANISM	-RLE1	OPTIONAL	CLOSING BLOCK MAGNET WITH RECTIFIER -TB4	-XDB3	CONNECTOR RSVL 6 B12 LTGY
-BGB1	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SWITCH SHAFT				-XDB2	CONNECTOR RSVL 6 B24 GR LTGY
-MBO1	STANDARD	1ST SHUNT RELEASE OFF WITH RECTIFIER -TB1					CONNECTOR CRIMP CBI 6R18-16 SN 13.5
-MBC	STANDARD	CLOSING RELEASE WITH RECTIFIER -TB3					CONNECTOR CRIMP CBI 6R18-16 SN 13.5
-MAS	STANDARD	CHARGING MOTOR					CONNECTOR RSVL 6 B24 GR LTGY
-KFN	STANDARD	ANTIPUMPING RELAY	-BGL1	OPTIONAL	AUXILIARY SWITCH ON BLOCKING MAGNET	-XDB1	CONNECTOR CRIMP CBI 6R18-16 SN 13.5
-RAR	STANDARD	RESISTOR FOR ANTIPUMPING RELAY					

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = DCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number	Customer document number	Page description	Place of installation + LV
			Date		VD4X/AS/UNI	DCU & 8EFS
						Page X01
						Pages 11



ABB s.r.o.  
ELDS Brno







## TERMINALS +LV-XDX

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
14	-DCU		191	+LVD-S1	23	M02/2D
23	+LVD-S3		192	+LVD-S2	23	M02/3D
111	-XDC		193	+LVD-S4	23	M02/3D
24	+LVD-S1		195	-XDX	231	M02/2E
24	+LVD-S2		196	+LVD-S3	24	M02/3E
24	+LVD-S4		197	-XDC	112	M02/3E
5	-DCU		201	-FCM2.1	4	M01/2A
4	+PLG-QAB1-XDB2		202			M01/3A
10:F	+PLG-QZD1-XD1		203			M01/5A
3	+PLG-QZD1-XD1		204			M01/5A
5	+PLG-QZD1-XD1		205			M01/6A
17	+PLG-QZD1-XD1		206			M01/6A
15	+PLG-QZD1-XD1		207	-DCU	19	M01/7A
			208	+LVD-SFS1	12	M02/2A
6	-DCU		209	+PLG-QAB1-XDB1	16	M01/2D
11	+PLG-QAB1-XDB2		210	-DCU	7	M01/3C
			211	-DCU	8	M01/4C
			212	-DCU	9	M01/5C
9:F	+PLG-QZD1-XD1		213	-DCU	15	M01/5C
7	+PLG-QZD1-XD1		214	-DCU	16	M01/6C
6	+PLG-QZD1-XD1		215	-DCU	17	M01/6C
20	+PLG-QZD1-XD1		216	-DCU	18	M01/7C
14	+LVD-S1		221	-DCU-DCU	13	M02/2C
105	-XDC		222			M02/3C
14	+LVD-S2		223	-DCU-DCU	12	M02/4C
106	-XDC		224			M02/5C
14	+LVD-S3		225	-DCU-DCU	11	M02/5C
107	-XDC		226			M02/6C
14	+LVD-S4		227	-DCU-DCU	10	M02/7C
108	-XDC		228			M02/8C
17	+PLG-QAB1-XDB1		231	-FCM2.1	2;195	M01/2F
4	-FCM3.1		301	-DCU	1	M03/4A
3	-DCU		311	+PLG-QZD1-XD1	1	M03/6B
2	+PLG-QZD1-XD1		312	+PLG-QZD1-XD1	12	M03/6D
11	+PLG-QZD1-XD1		313		4	M03/6D
2			321	-FCM3.1	2	M03/4F

TOTAL TERMINALS COUNT: 36 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROSLAVY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number
			Project name DCU testing	Place of installation + DCU
			Page description TERMINALS =DCU+LV-XDX	DCU & LV
			Page X04	Pages 11



ABB s.r.o.  
ELDS Brno

# MCCU zapojenie

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number 1VLE00138-0100	Customer document number	Page description SINGLE LINE SCHEME	Place of installation + LV
			Date			DCC & 8EFA
						Page A01
						Pages 11



ABB s.r.o.  
ElDS Brno

# SHEET INDEX

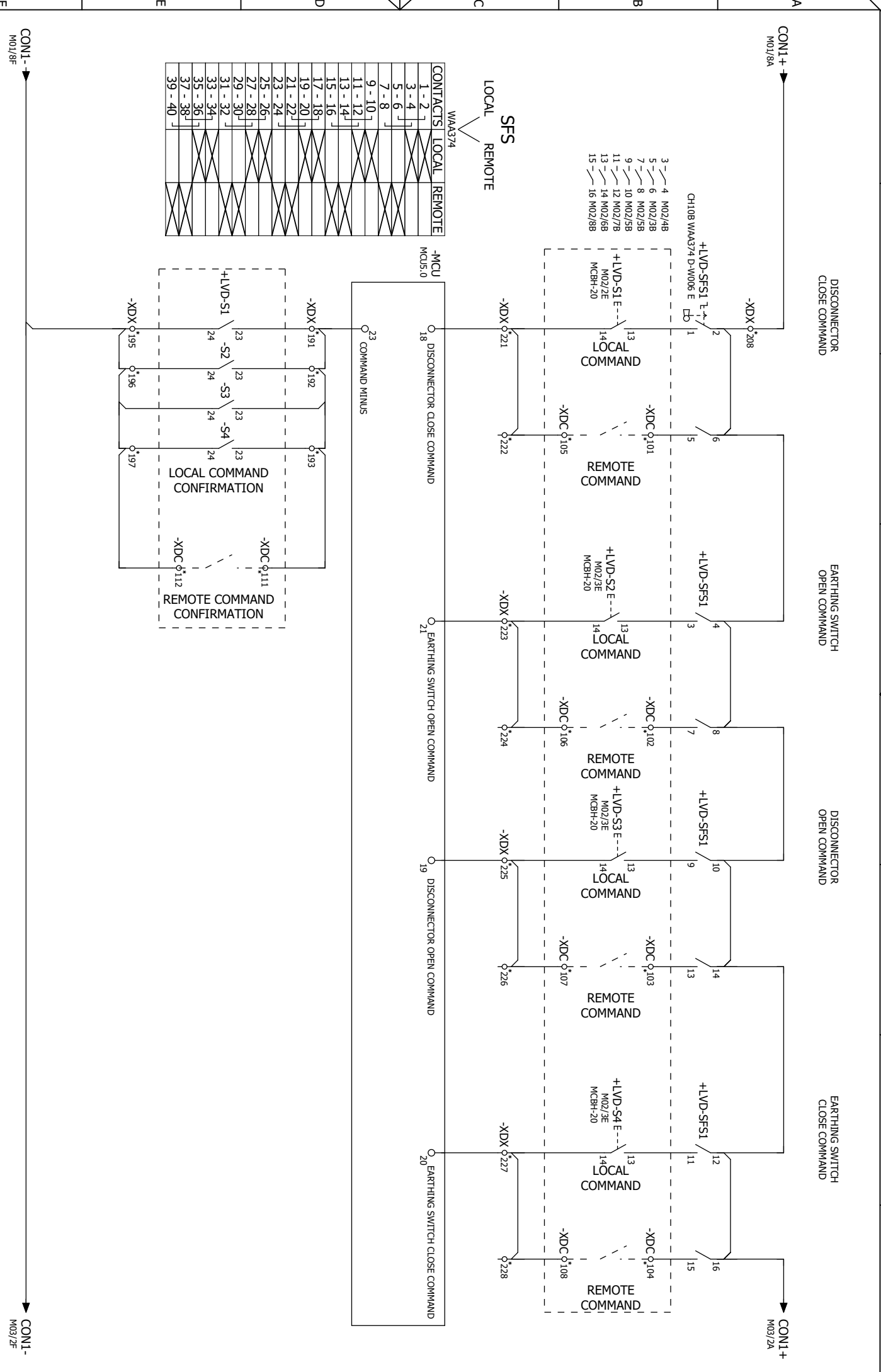
PAGE	PAGE NAME	REVISION
=MCU+LV/M01	CB CONTROL CIRCUITS	
=MCU+LV/M02	Control Disc/Earth sw BBI	
=MCU+LV/M03	Motor control circuit	
=MCU+LV/X01	VD4X/AS/UNI	
=MCU+LV/X02	UX02TE	

Drawn by KYSEL Martin		Checked by DOBROVOLNY Jakub		Released by BRAUN Jiri		Project number 3000000451		Customer project number TENDER No.		Project name DCU testing		Installation = MCU	
Revision Date		Remark		Document number Date		Customer document number Customer		Page description SHEET INDEX		Place of installation + LV		DCC & Page A02	
												Pages 11	



ABB s.r.o.  
ELDS Brno





WAA374

CONTACTS	LOCAL	REMOTE
1-2		
3-4		
5-6		
7-8		
9-10		
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		
37-38		
39-40		

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number	Customer document number	Page description	Place of installation + LV
			Date	Customer	Control Disc/Earth sw B81	DCC & SFS
						Page M02
						Pages 11

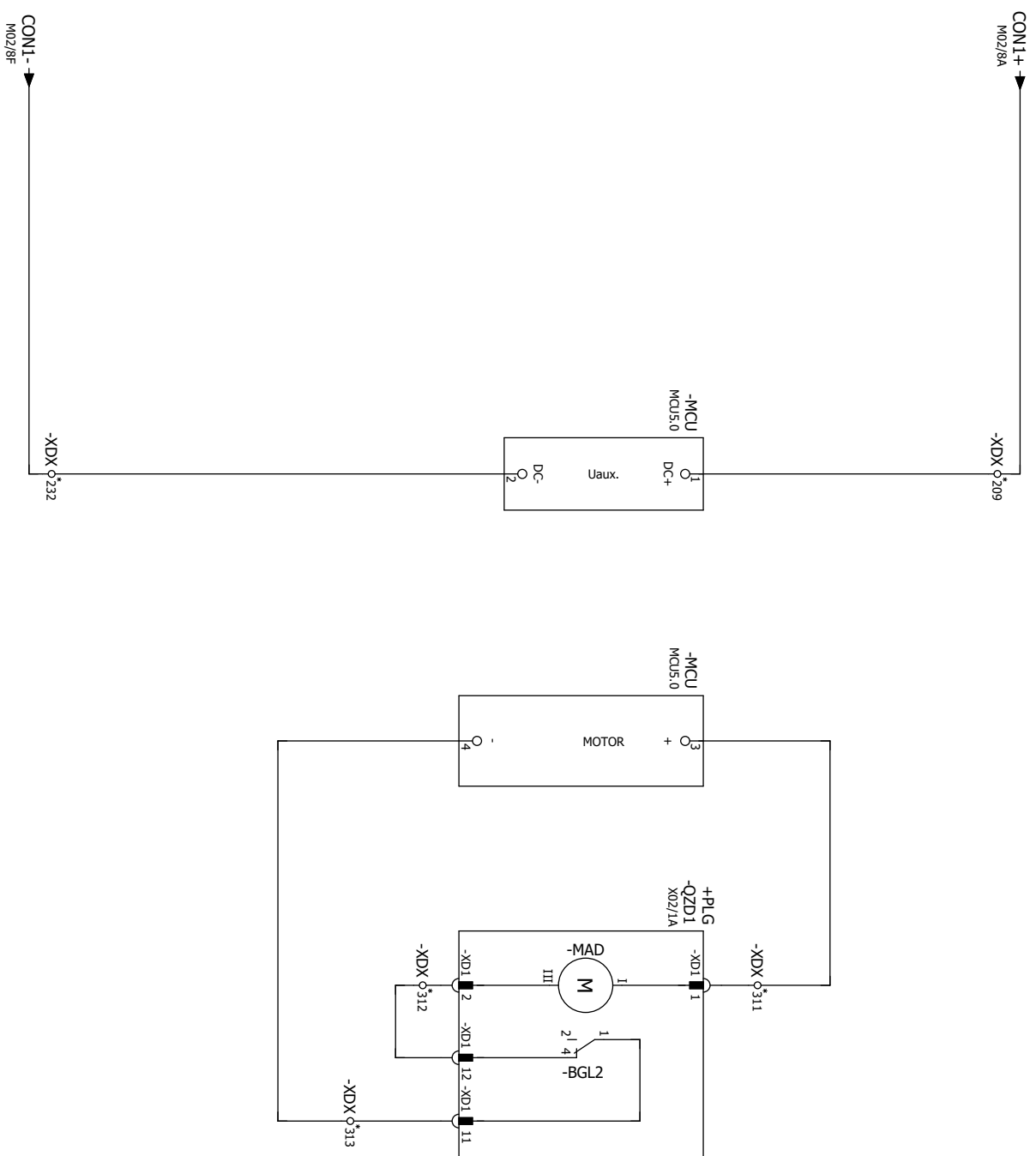


ABB s.r.o.  
ELDS Brno

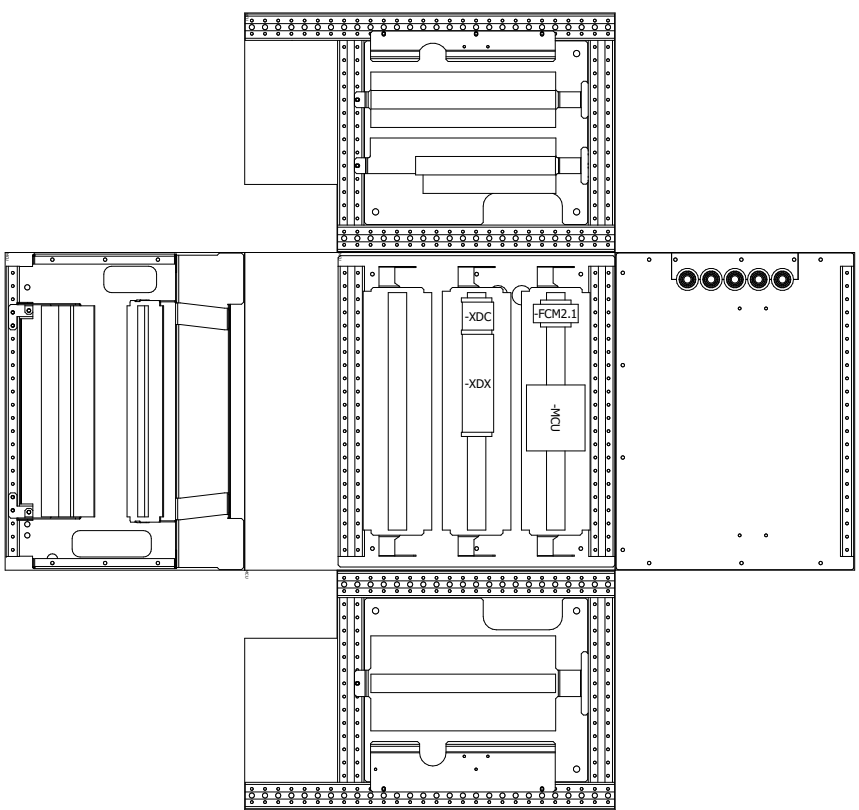
MCU POWER SUPPLY

MOTOR VOLTAGE PRESENT

MOTOR DRIVE THREE POSITION SWITCH



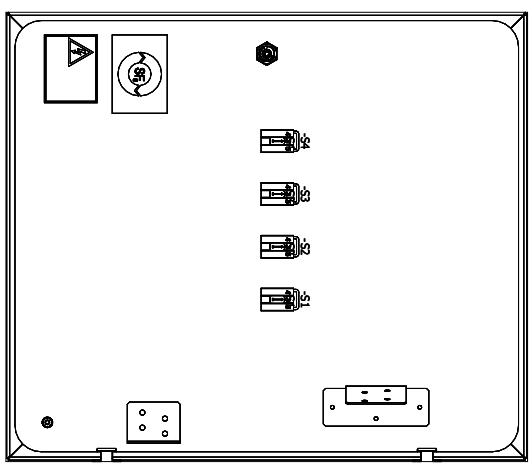
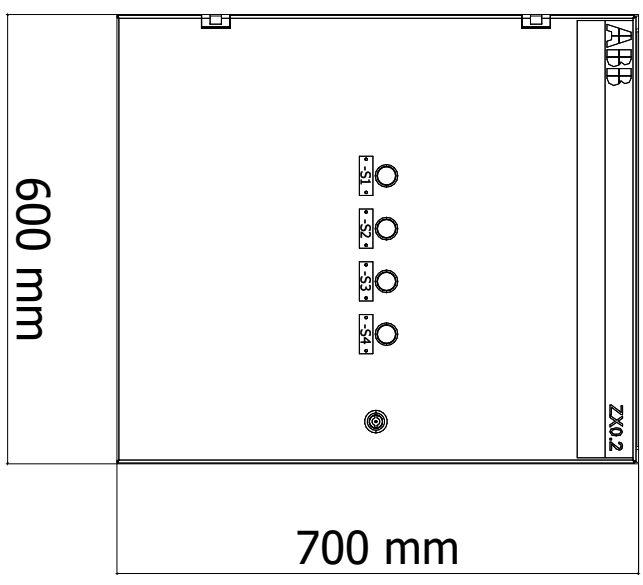
Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description Motor control circuit	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ELDS Brno			DCC & SEFS
						Page M03
						Pages 11



ENCLOSURE LEGEND

<b>=MCU</b>	ENGRAVING TEXT
-FCM2.1	CONTROL CIRCUIT
-MCU	CONTROL UNIT

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description PANEL LAYOUT	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ElDS Brno			DCC & Page V01
						Pages 11

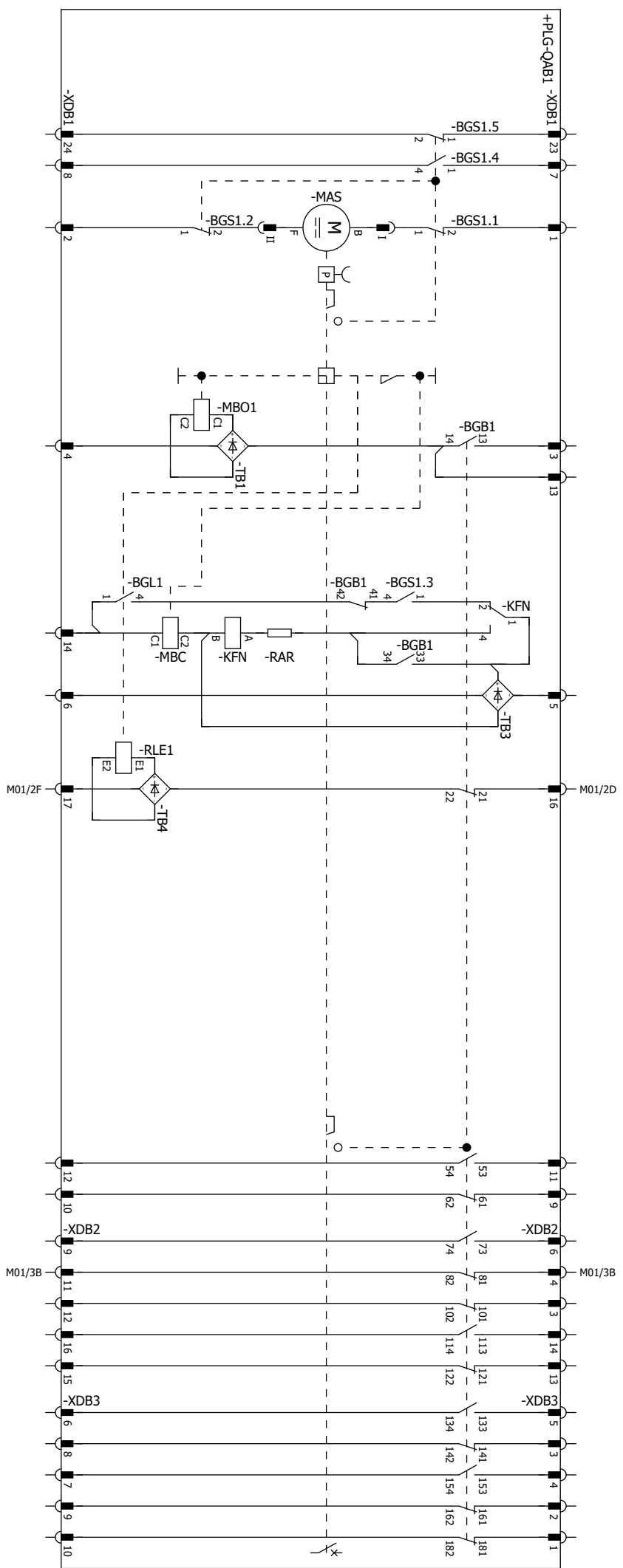


**ENCLOSURE LEGEND**

DEVICE TAG	ENGRAVING TEXT
	<b>=MCU</b>
-S1	
-S2	
-S3	
-S4	

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number Customer	Page description LV, COMP, DOOR LAYOUT	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ElDS Brno			DCC & Page W01
						Pages 11





-BGS1.1-1.5	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SPRING CHARGING MECHANISM	-RLE1	OPTIONAL	CLOSING BLOCK MAGNET WITH RECTIFIER -TB4	-XDB3	CONNECTOR RSVL 6 B12 LTGY
-BGB1	STANDARD	AUXILIARY SWITCH ON SWITCH SHAFT				-XDB2	CONNECTOR RSVL 6 B24 GR LTGY
-MBO1	STANDARD	1ST SHUNT RELEASE OFF WITH RECTIFIER -TB1				-XDB1	CONNECTOR RSVL 6 B24 GR LTGY
-MBC	STANDARD	CLOSING RELEASE WITH RECTIFIER -TB3					CONNECTOR CRIMP CBI, 6R18-16 SN 13.5
-MAS	STANDARD	CHARGING MOTOR					CONNECTOR RSVL 6 B24 GR LTGY
-KFN	STANDARD	ANTIPUMPING RELAY	-BGL1	OPTIONAL	AUXILIARY SWITCH ON BLOCKING MAGNET		CONNECTOR CRIMP CBI, 6R18-16 SN 13.5
-RAR	STANDARD	RESISTOR FOR ANTIPUMPING RELAY					

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name DCU testing	Installation = MCU
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description VD4X/AS/UNI	Place of installation + LV
						Doc & 8EFS
						Page X01
						Pages 11

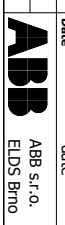


ABB s.r.o.  
ELDS Brno





## TERMINALS +LV-XDX

TOTAL TERMINALS COUNT: 36 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
23	-MCU		191	+LVD-S1	23	M02/2D
23	+LVD-S3		192	+LVD-S2	23	M02/3D
111	-XDC		193	+LVD-S4	23	M02/3D
24	+LVD-S1		195	-XDX	231	M02/2E
24	+LVD-S2		196	+LVD-S3	24	M02/3E
24	+LVD-S4		197	-XDC	112	M02/3E
5	-MCU		201	-FCM2.1	4	M01/2A
4	+PLG-QAB1-XDB2		202			M01/3A
10:F	+PLG-QZD1-XD1		203			M01/5A
3	+PLG-QZD1-XD1		204			M01/5A
5	+PLG-QZD1-XD1		205			M01/6A
17	+PLG-QZD1-XD1		206			M01/6A
15	+PLG-QZD1-XD1		207	-MCU	10	M01/7A
			208	+LVD-SFS1	2	M02/2A
16	+LVD-SFS1		209	-MCU	1	M03/4A
6	-MCU		210	+PLG-QAB1-XDB1	16	M01/2D
11	+PLG-QAB1-XDB2		211	-MCU	12	M01/3C
			212	-MCU	11	M01/4C
9:F	+PLG-QZD1-XD1		213	-MCU	13	M01/5C
7	+PLG-QZD1-XD1		214	-MCU	15	M01/5C
6	+PLG-QZD1-XD1		215	-MCU	14	M01/6C
20	+PLG-QZD1-XD1		216	-MCU	17	M01/6C
16	+PLG-QZD1-XD1		217	-MCU	16	M01/7C
14	+LVD-S1		221	-MCU	18	M02/2C
105	-XDC		222			M02/3C
14	+LVD-S2		223	-MCU	21	M02/4C
106	-XDC		224			M02/5C
14	+LVD-S3		225	-MCU	19	M02/5C
107	-XDC		226			M02/6C
14	+LVD-S4		227	-MCU	20	M02/7C
108	-XDC		228			M02/8C
17	+PLG-QAB1-XDB1		231	-FCM2.1	2;195	M01/2F
2	-MCU		232			M03/4F
3	-MCU		311	+PLG-QZD1-XD1	1	M03/6B
2	+PLG-QZD1-XD1		312	+PLG-QZD1-XD1	12	M03/6D
11	+PLG-QZD1-XD1		313	-MCU	4	M03/7D

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROSLAV Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.
Revision/ Date	Name Remark	Document number Date	Date	Customer document number
Project name DCU testing		Place of installation + LV		
DCC &		Page X04	Pages 11	

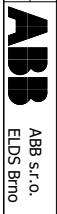


ABB s.r.o.  
ELDS Brno

## **C Výkresy pre model**

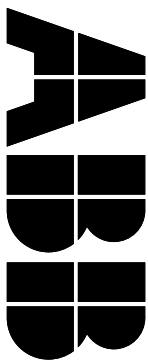


ABB s.r.o., ELDS BRNO  
Videnska 117  
CZ-619 00 BRNO

## 24 kV SWITCHGEAR TYPE PrimeGear ZX0

**CUSTOMER:** WATT Infra B.V.  
**CUSTOMER REF. No.:**  
**ABB REF. No.:** 3000000451

### SWITCHGEAR BASIC DATA

STANDARD IEC  
RATED VOLTAGE 24 kV  
SERVICE VOLTAGE 10,5  
RATED FREQUENCY 50 Hz  
POWER FREQUENCY WITHSTAND VOLTAGE / BIL 50 kV / 125 kV  
RATED BUSBAR CURRENT 1250 A  
RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT / MAKE CURRENT 25 kA / 63 kA  
RATED DURATION OF SHORT CIRCUIT 3 s  
RATED SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT FOR EARTHING CIRCUITS 25 kA  
RATED DURATION OF SHORT CIRCUIT FOR EARTHING CIRCUIT 1 s  
INTERNAL ARC CLASSIFICATION (IAC) TYPE AFLR  
INTERNAL ARC CLASSIFICATION (IAC) CURRENT 25 kA  
INTERNAL ARC CLASSIFICATION (IAC) TIME 1 s  
DEGREE OF PROTECTION IP3X  
DEGREE OF PROTECTION - INTERNAL No  
MV/ PHASE DESIGNATION L1, L2, L3  
AMBIENT TEMPERATURE -5 °C ... 40 °C  
ALTITUDE <=1000 m

### ABB PROJECT REALIZATION TEAM

PROJECT MANAGER: KOCKA Jiri  
PROJECT ENGINEER: KYSEL Martin  
DESIGN ENGINEER: CAP Jan

DURING THE INSTALLATION, COMMISSIONING PERIOD AND THE TIME OF OPERATION, CLIENT IS OBLIGED TO FOLLOW ALL INSTRUCTIONS AND RECOMMENDATION GIVEN BY MANUFACTURERS OF INDIVIDUAL INSTRUMENTS INSTALLED INSIDE SUPPLIED EQUIPMENT

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = K00
Revision/ Date	Name	Remark	Document number 1VL94	Customer document number	Page description COMMON DRAWINGS PROJECT TITLE PAGE	DCC & 8EVA
			Date			Page A01
						Pages 4



ABB s.r.o.  
ELDS Brno



**GENERAL INFORMATION**SWITCHGEAR TYPE  
PACKINGPrimeGear ZX0  
Overland freight plywood case**SECONDARY WIRES PARAMETERS**

STANDARD	PHASE	ABB ELDS Brno Standard 1VLD110036
AC CIRCUIT	NEUTRAL	BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
	POSITIVE	LB (Light blue) / 1.5 mm <sup>2</sup>
	NEGATIVE	BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
DC CIRCUIT		BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
CT SECONDARY CIRCUIT	PHASE 1	BK (Black) / 2.5 mm <sup>2</sup>
	PHASE 2	BK (Black) / 2.5 mm <sup>2</sup>
	PHASE 3	BK (Black) / 2.5 mm <sup>2</sup>
	COMMON	BK (Black) / 2.5 mm <sup>2</sup>
VT SECONDARY CIRCUIT	PHASE 1	BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
	PHASE 2	BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
	PHASE 3	BK (Black) / 1.5 mm <sup>2</sup>
	NEUTRAL	LB (Light blue) / 1.5 mm <sup>2</sup>
EARTHING CIRCUIT		GNYE (Green-yellow) / 2.5 mm <sup>2</sup>
SUPPLY INTERCONNECTION		2.5 mm <sup>2</sup>
LOGIC INTERCONNECTION		2.5 mm <sup>2</sup>
SECONDARY WIRES TERMINATION		Insulated crimping
MARKING OF WIRE ENDS (MATERIAL)		Terminal (White ring ferrules) *)
SEC. WIRES TYPE AND NOMINAL VOLTAGE		PVC - Flame retardant, 0.45/0.75 kV

**AUXILIARY VOLTAGES**

CONTROL/SIGNALIZATION/PROTECTION CIRCUITS	2 DC 48 V, 6 kA
CIRCUIT BREAKER SPRING CHARGER MOTOR	1/N AC 230 V, 50 Hz, 6 kA
CIRCUIT BREAKER TRUCK MOTOR	
EARTHING SWITCH MOTOR DRIVE	
2nd TRIPPING COIL	-
INTERNAL LIGHTING AND HEATING	1/N AC 110 V, 50 Hz, 6 kA
AUXILIARY VOLTAGES CONNECTION POSITION	Leftmost panel

**OTHER ELECTRICAL PARAMETERS**

TERMINALS TYPE / PRODUCER	Spring type / Weidmüller
FAULT LIMITING DEVICE	/
ANTICONDENS. HEATER IN COMP. LV/CB/CABLE	No//No
INTERNAL LIGHTING	Without
REMOTE COMMUNICATION PROTOCOL	None
IED COMMUNICATION PROTOCOL 1st / 2nd	None / None/N/A
COMMUNICATION MEDIA	None

\*) BECAUSE OF TECHNICAL REASONS, MARKING FOR THE INTERCONNECTION WIRES (I.E. FOR THE BUNDLES OF WIRES BETWEEN PANELS) WILL BE OF THE TERMINAL TYPE ON WHITE RING FERRULES.

Drawn by KYSEI Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = K00
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number Customer	Page description COMMON DRAWINGS GEN. SPECIFICATION OF SWGR	Place of installation + DCC & &ECC
						Page C01
						Pages 4

ABB s.r.o.  
ELDS Brno



# SWITCHGEAR MECHANICAL DESIGN

RAL 7035

COATING COLOR  
Cu BARS DESIGN

\*\*)

MAIN CIRCUIT Cu BARS COATING  
BUSBAR PARTITIONING  
INSULATED T-OFFS AND BUSBARS

SF6 \*\*\*)

LOW VOLTAGE COMPARTMENT  
LV COMPARTMENT DOORS DESIGN

MIMIC DIAGRAM  
MIMIC DIAGRAM COLOR

LV ASSEMBLY PANEL MECH. DESIGN

Comb profiles

LOCKS

LV COMPARTMENT DOORS CLOSING VERSION  
BREAKER COMPARTMENT DOORS CLOSING VERS.

T-handle double bit

CABLE COMPARTMENT DOORS CLOSING VERSION

IP65

LABELS

UNIT NAMEPLATES LANGUAGE 1st / 2nd

English / No

UNIT NAMEPLATES DESIGN

Engraved – fixed by glue

UNIT NAMEPLATES COLOR

Black letters/white background

DEVICES ON LV DOORS LABELS LANGUAGE 1st / 2nd

English / Norwegian

DEVICES ON LV DOORS LABELS DESIGN

Engraved – fixed by plastic rivet

DEVICES ON LV DOORS LABELS COLOR

Black letters/white background

DEVICES INSIDE LV COMP. LABELS LANG. 1st / 2nd

English / No

DEVICES INSIDE LV COMP. LABELS DESIGN

Self-adhesive Brother tape

DEVICES INSIDE LV COMP. LABELS COLOR

Black letters/white background

WARNING LABELS LANGUAGE

English

WARNING LABELS DESIGN

Glue

OTHER PARAMETERS

SHUTTERS PAINTING

## FINAL DOCUMENTATION

NUMBER OF HARDCOPIES/CD DISC/FTP  
STRUCTURE

0/0/No

FORMAT

Per typical

CTS, VTs ROUTINE TEST REPORTS LANGUAGE

Pdf

CTS, VTs MAGNETIZATION CURVES REQUIRED

English

CTS, VTs CALIBRATION FOR TARIFF METERING REQ.

Yes

CTS, VTs CORRECTION CURVES REQUIRED

No

MEASUREMENT OF PARTIAL DISCHARGE

Yes

MEASUREMENT OF PARTIAL DISCHARGE

No

\*) BECAUSE OF TECHNICAL REASONS, SOME BARS CAN BE SILVERED ALSO IN CASE WHEN "NO" IS SELECTED.  
\*\*) BECAUSE OF TECHNICAL REASONS, SOME BARS CANNOT BE INSULATED ALSO IN CASE WHEN "YES" IS SELECTED.

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = K00
Revision/ Date	Name	Remark	Document number 1VL94	Customer document number	Page description COMMON DRAWINGS GEN. SPECIFICATION OF SWGR.	DCC & 8EFC
			Date			Page C02
						Pages 4



ABB s.r.o.  
ELDS Brno

# Model

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision Date	Name Remark		Document number 1VLE00138-0100	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU SINGLE LINE SCHEME	Place of installation + LV
			Date date			DCC & 8EFA
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ElDS Brno			Page A01
						Pages 15

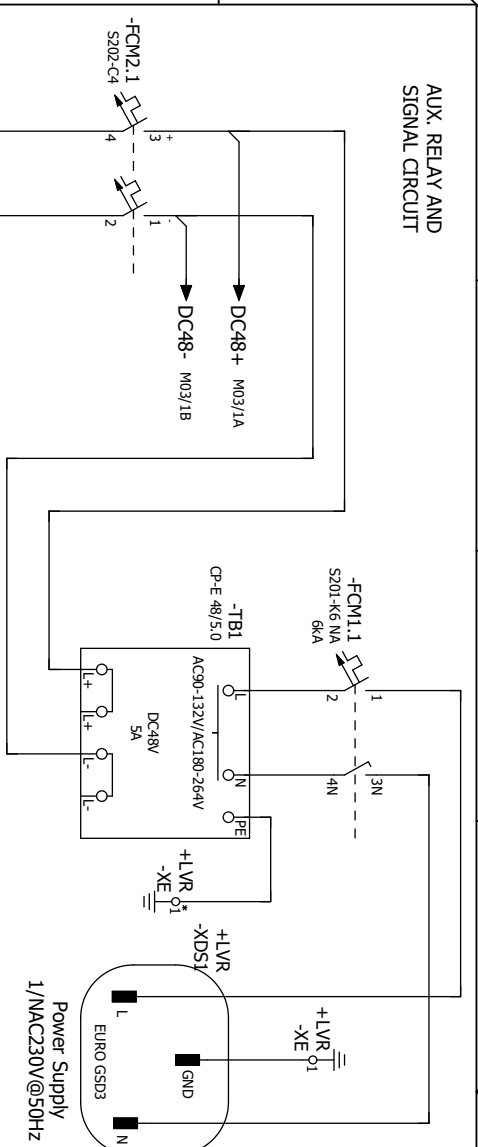
# SHEET INDEX

PAGE	PAGE NAME	REVISION
=H01+LV/A01	SINGLE LINE SCHEME	
=H01+LV/A02	SHEET INDEX	
=H01+LV/M01	RELAY SUPPLY	
=H01+LV/M02	SIGNAL CIRCUIT	
=H01+LV/M03	CB CONTROL CIRCUITS	
=H01+LV/M04	Control Disc/Earth sw BBI	
=H01+LV/M05	DCU + MCU	
=H01+LV/M06	Motor control circuit	
=H01+LV/M07	DMC1	
=H01+LV/M08	UX0TE	
=H01+LV/V01	PANEL LAYOUT	
=H01+LV/W01	LV. COMP. DOOR LAYOUT	
=H01+LV/X01	TERMINALS = DMC+LV-XDC	
=H01+LV/X02	TERMINALS = DMC+LV-XDX	
=H01+LV/X03	TERMINALS = DMC+LV-XDX	
=H01+LV/Y1	SHEET INDEX	
=H01+LV/Y2	TERMINALS = H01+LV-XDI2	
=H01+LV/Y3	INTERCONNECTIONS	

<b>Drawn by</b> KYSEL Martin	<b>Checked by</b> DOBRVOJLNY Jakub	<b>Released by</b> BRAUN Jiri	<b>Project number</b> 300000451	<b>Customer project number</b> TENDER No.	<b>Project name</b> Model_DMC_DCU_MCU	<b>Installation =</b> H01
<b>Revision/ Date</b>	<b>Name</b>	<b>Remark</b>	<b>Document number</b> date	<b>Customer document number</b> Customer	<b>Page description</b> DMC_DCU_MCU SHEET INDEX	<b>Place of installation +</b> LV
			<b>Date</b>			<b>DCC &amp;</b>
						<b>Page</b> A02
						<b>Pages</b> 15



AUX. RELAY AND SIGNAL CIRCUIT

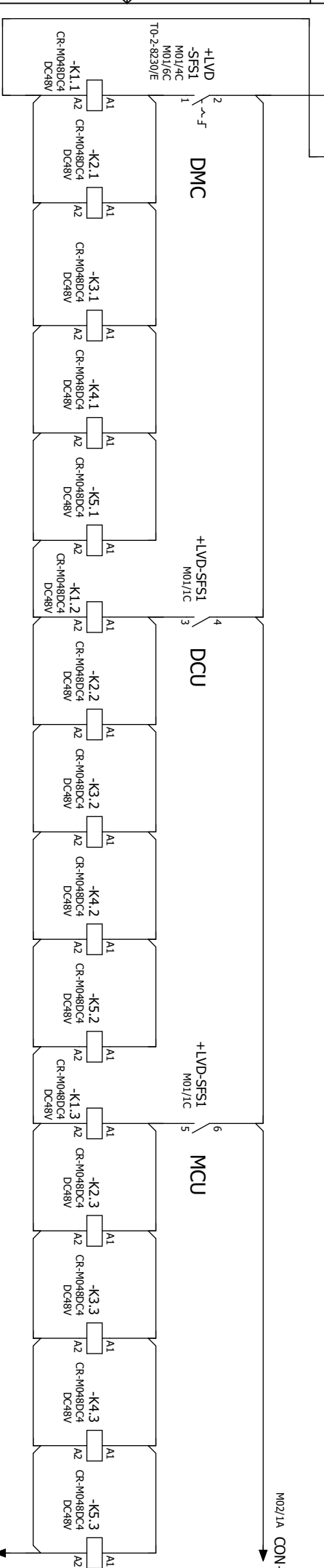


SFS1

DCU MCU

DMC - FS104

CONTACTS	1	2	3
1 - 2	X		
3 - 4	X		
5 - 6	X		

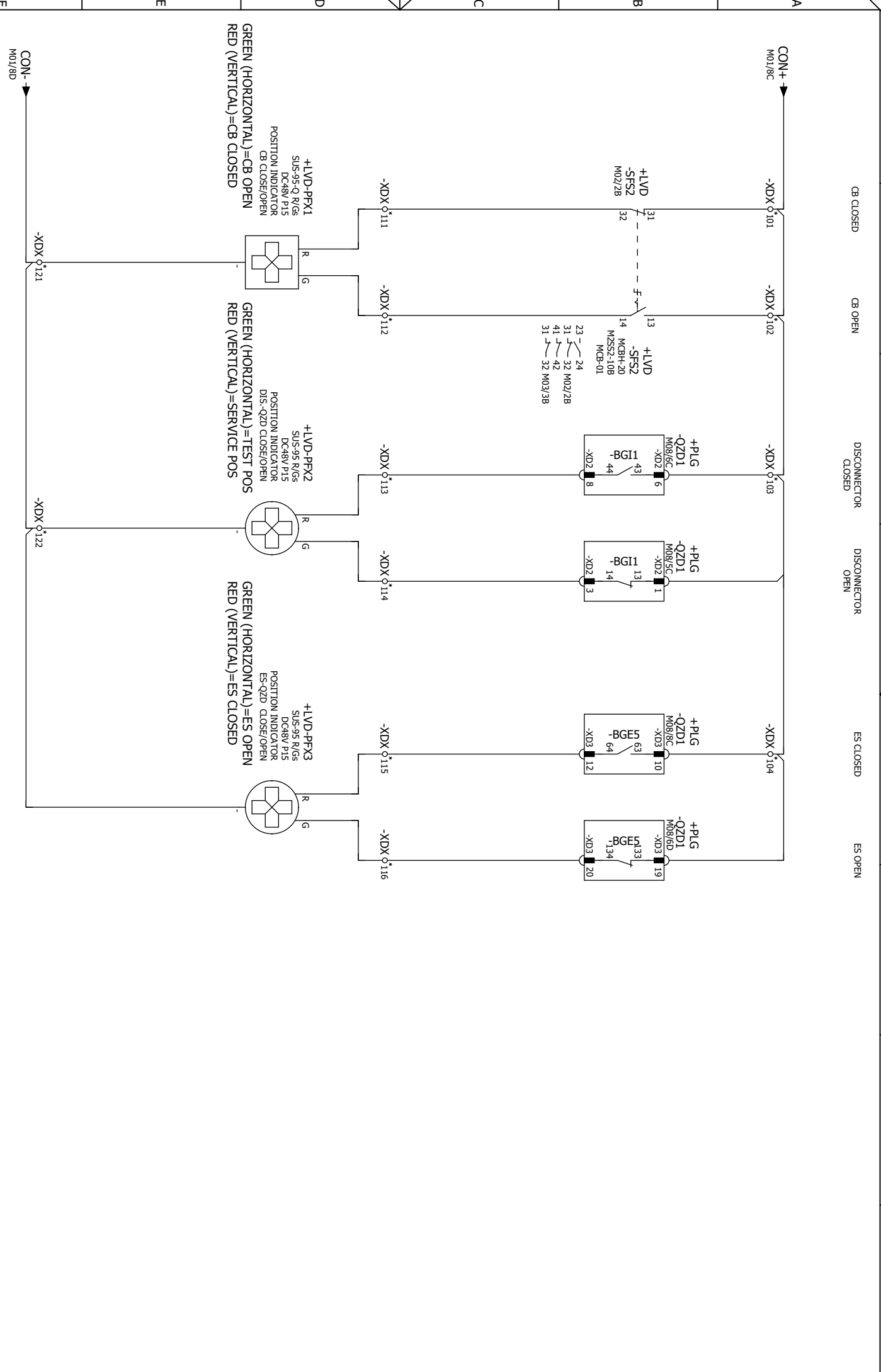


Terminal	14	12	24	22	34	32	44	42
DMC	11 M06/3B	12	21 M06/5B	22	31 M04/2C	32	41 M04/4C	42
DCU	11 M04/5C	12	21 M04/7C	22	31 M04/2E	32	41 M04/4D	42
MCU	11 M04/5C	12	21 M04/7C	22	31 M04/2E	32	41 M04/4D	42

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBRVOJLIVY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU RELAY SUPPLY	Piece of installation + LV
					Doc & 8EFS	Page M01
						Pages 15



ABB s.r.o.  
ELDS Brno



Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/Date	Name	Remark	Document number	Customer document number	Page description	Place of installation + DCC & 8EFS
		Issued for Approval	Date		Schematic: 0300000451_00122kV GIS SIGNAL CIRCUIT	
		As manufactured				Page M02
						Pages 15

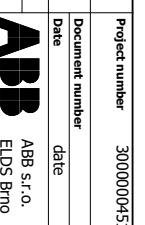
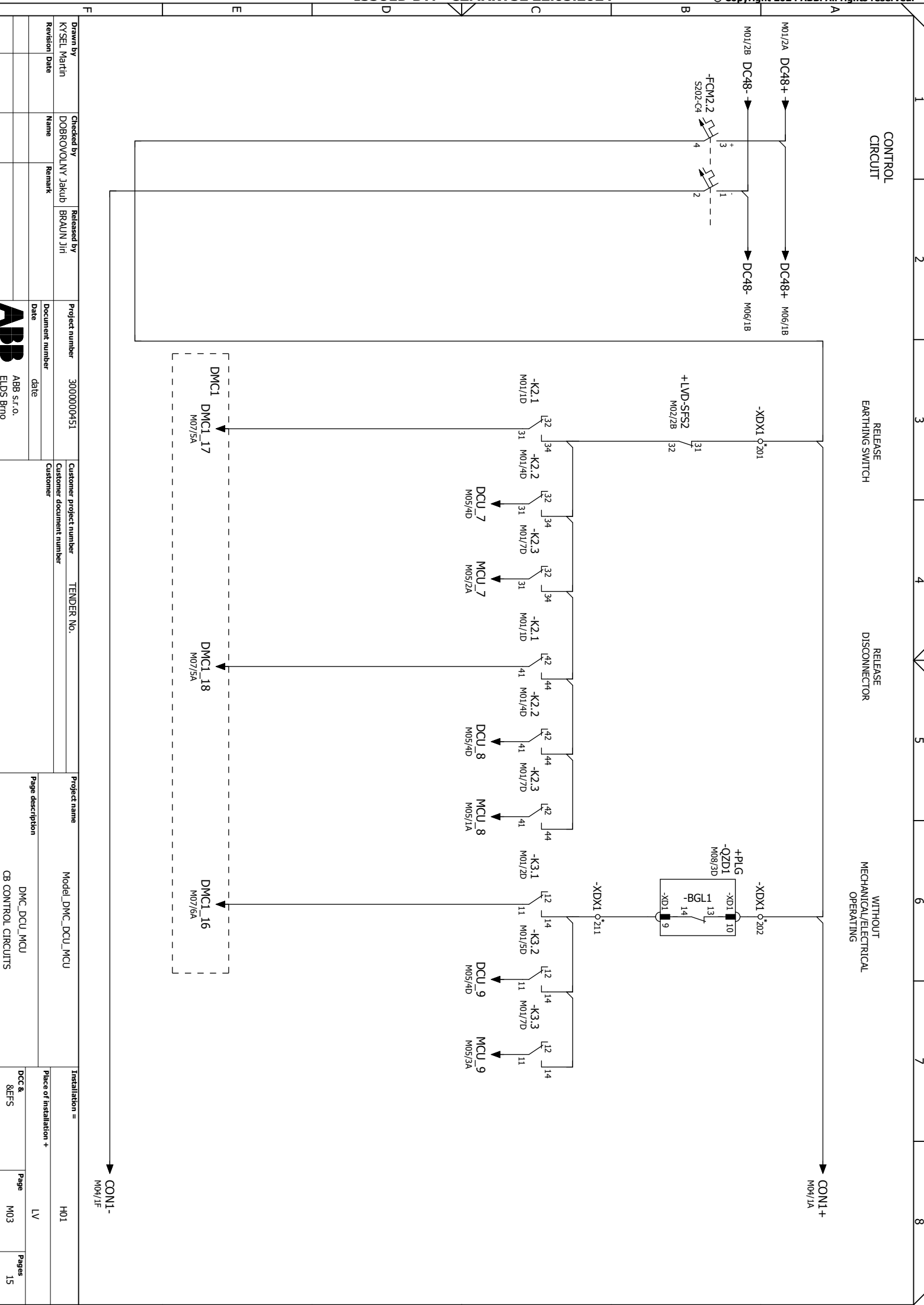
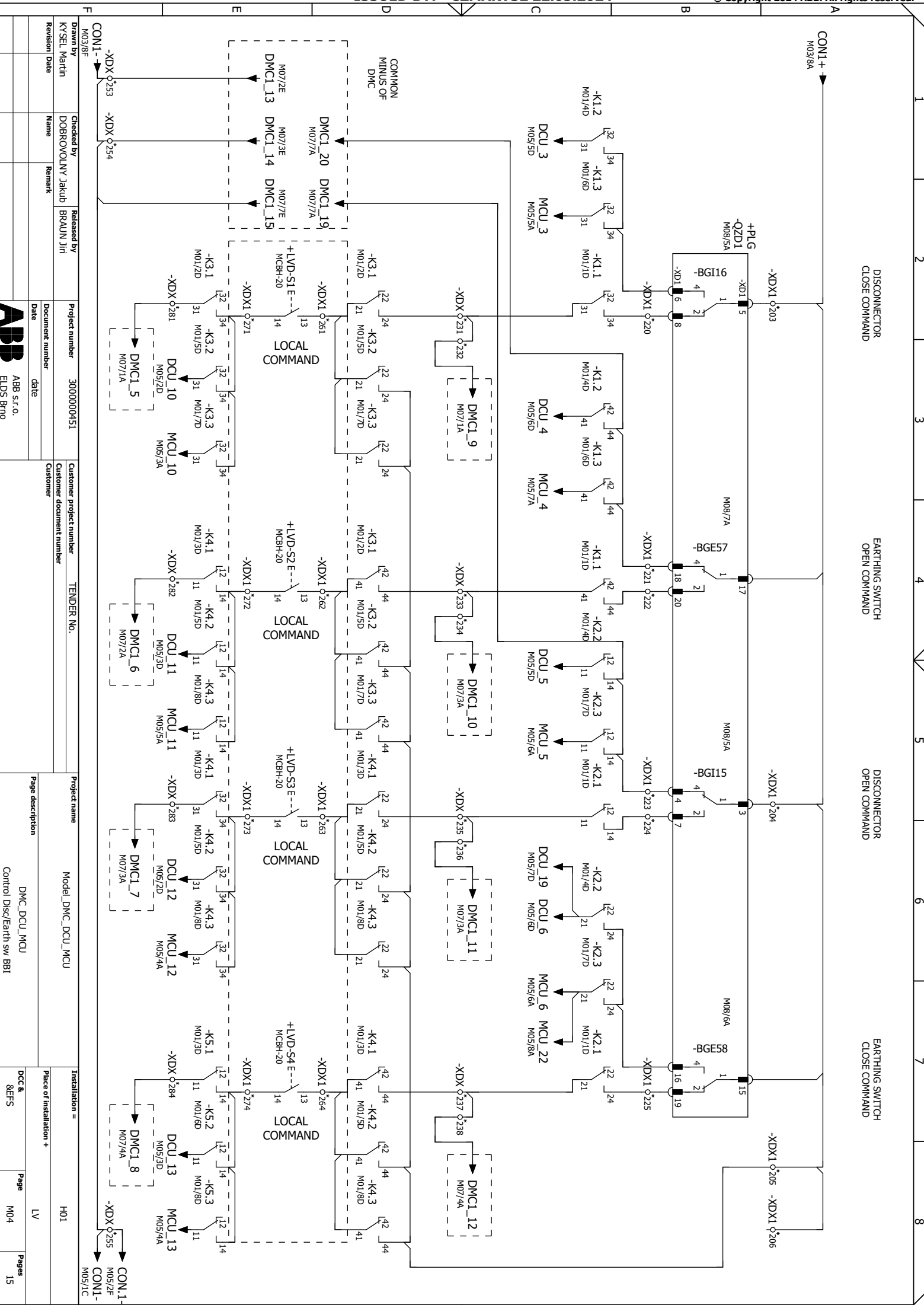


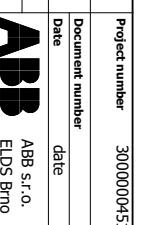
ABB s.r.o.  
ELDS Brno

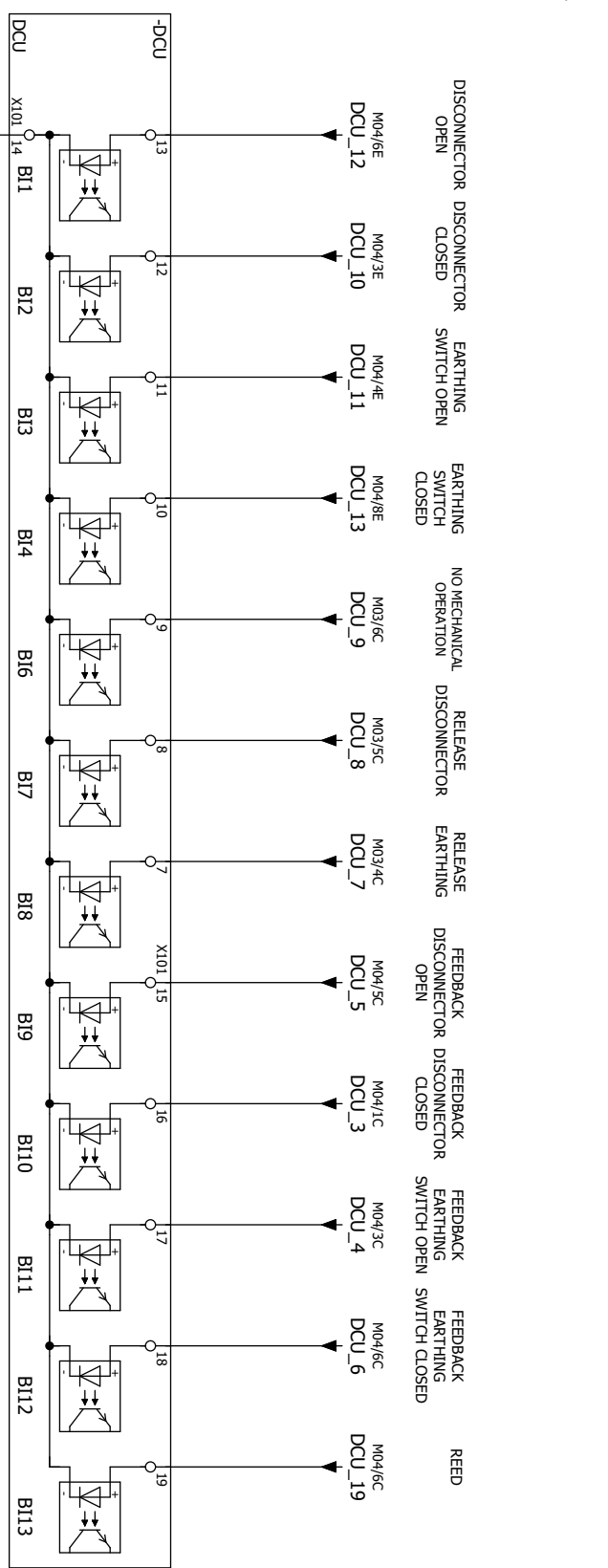
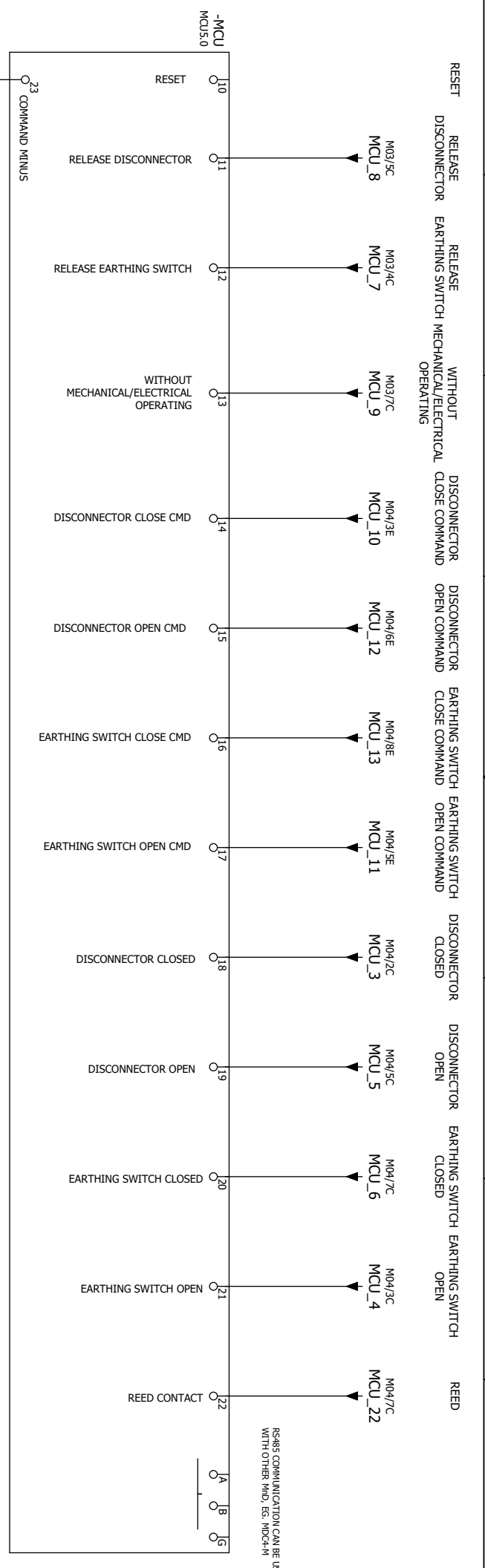


Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU CB CONTROL CIRCUITS	Place of installation + LV
			ABB s.r.o. ELDS Brno			Doc & 8EFS
						Page M03
						Pages 15



Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri
Revision/Date	Name	Remark
Project number: 3000000451		
Document number: date		
Customer project number: TENDER No.		
Customer document number:		
Project name: Model DMC_DCU_MCU		
Page description: DMC_DCU_MCU		
Control Disc/Earth sw BBI		
Installation = H01		
Place of installation + LV		
Doc #	Page	Pages
8EFS	M04	15





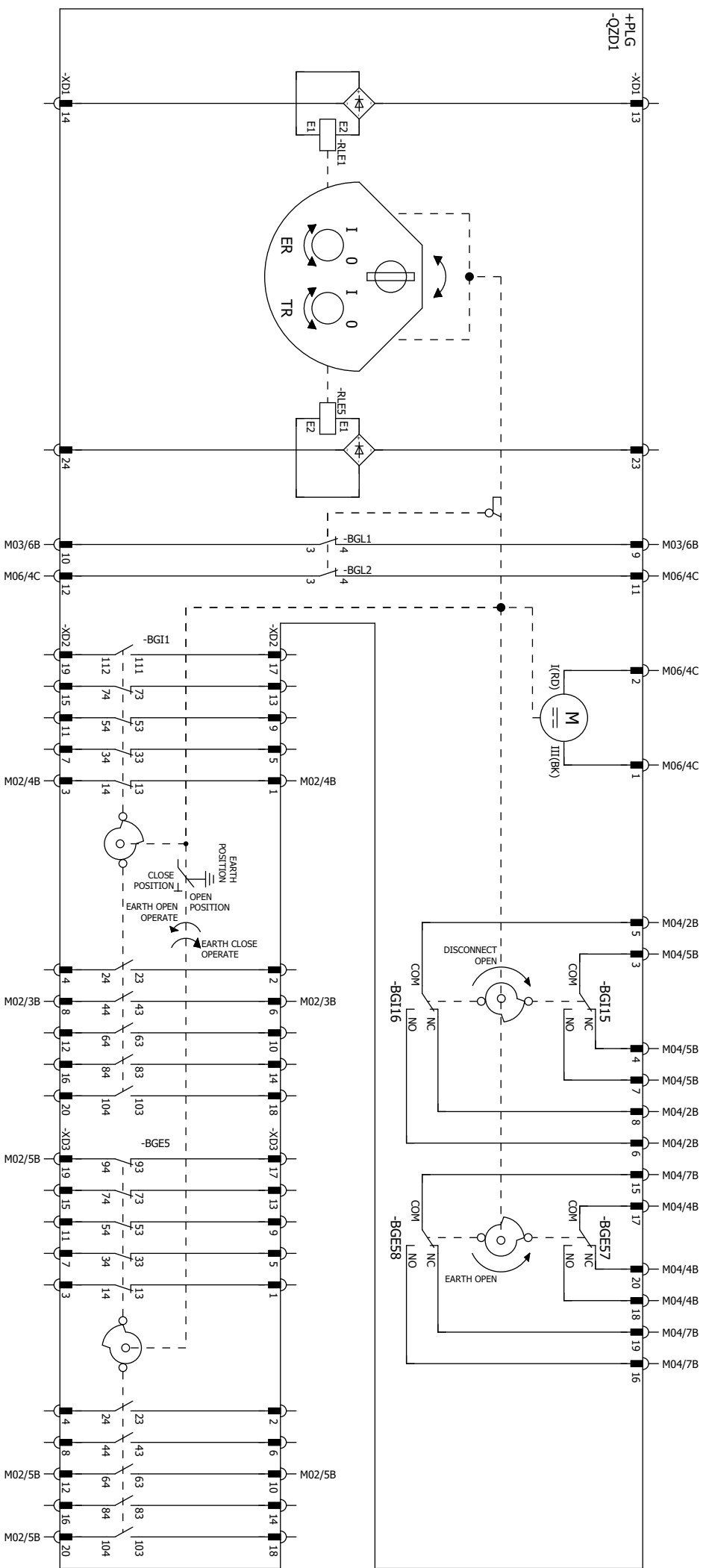
Drawn by KYSEI Martin	Checked by DOBRVOJLIVY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU DCU + MCU	Place of installation + LV
			ABB s.r.o. ElD5 Brno			

RS485 COMMUNICATION CAN BE USED WITH OTHER MOD. EG. M0C4-M









-M	DRIVE MOTOR FOR SWITCH	-BGI1	AUX. SWITCH OF DISCONNECT OPEN POSITION
-RLE1	BLOCKING MAGNET ON EARTHING SWITCH WITH RECT -TB1	-BGI1	AUX. SWITCH OF DISCONNECT CLOSE POSITION
-RLE5	BLOCKING MAGNET ON EARTHING SWITCH WITH RECT -TB5	-BGE5	AUX. SWITCH OF EARTH OPEN POSITION
-BGI15	AUX. SWITCH OF DISCONNECT OPEN POSITION	-BGE5	AUX. SWITCH OF EARTH CLOSE POSITION
-BGI16	AUX. SWITCH OF DISCONNECT CLOSE POSITION	-BGI1	AUX. SWITCH ON THE COVER PLATE
-BGE57	AUX. SWITCH OF EARTH OPEN POSITION	-BGI2	AUX. SWITCH ON THE COVER PLATE
-BGE58	AUX. SWITCH OF EARTH CLOSE POSITION	-XD1,2,3	CONNECTORS FOR AUXILIARY CIRCUITS

Drawn by KYSSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU UX07E	Place of installation + DCC & 8LEFS
						Page M08
						Pages 15

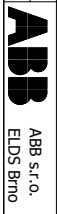
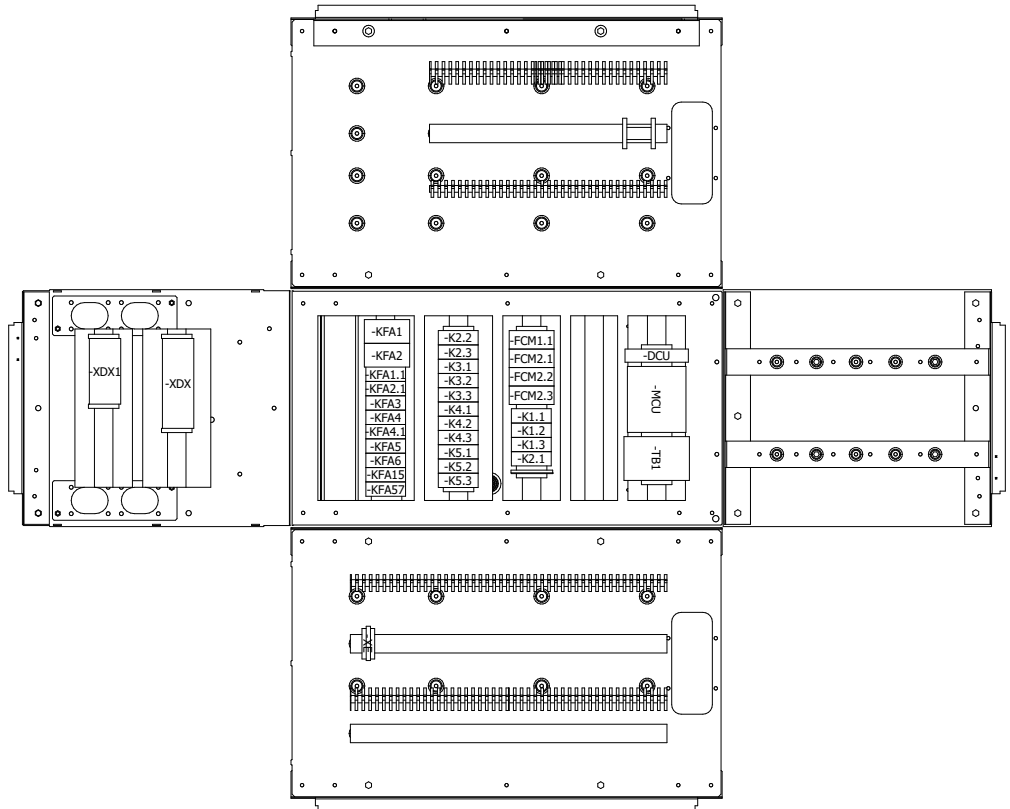


ABB s.r.o.  
ELDS Brno



**ENCLOSURE LEGEND**

**=H01**

DEVICE TAG	ENGRAVING TEXT
-XD51	EURO PLUG
-DCU	CONTROL UNIT
-MCU	CONTROL UNIT
-TBI	POWER SUPPLY
-FCM1.1	DC SUPPLY
-FCM2.1	AUX. RELAY AND SIGNAL CIRCUIT
-FCM2.2	CONTROL CIRCUIT
-FCM2.3	MOTOR DRIVE ISOLATOR
-K2.1	CONTROL VIA DMC
-RAD1	DIODE MODULE FOR DMC
-K1.1	CONTROL VIA DMC
-K1.2	CONTROL VIA DCU
-K1.3	CONTROL VIA DCU
-KFA1	DMC1 - Command earthing switch OPEN
-KFA2	DMC1 - Command disconnecter OPEN
-KFA1.1	DMC1 - Command disconnecter CLOSE
-KFA2.1	DMC1 - Command earthing switch CLOSE
-KFA3	DMC1 - Motor voltage present
-KFA4	DMC1 - Without mechanical/electrical operating
-KFA4.1	DMC1 - Without mechanical/electrical operating
-KFA5	DMC1 - Release earthing switch
-KFA6	DMC1 - Release disconnecter
-KFA15	DMC1 - Disconnecter OPEN
-KFA57	DMC1 - Earthing switch OPEN
-K2.3	CONTROL VIA DCU
-K3.1	CONTROL VIA DMC
-K3.2	CONTROL VIA DCU
-K3.3	CONTROL VIA DCU
-K4.1	CONTROL VIA DMC
-K4.2	CONTROL VIA DCU
-K4.3	CONTROL VIA DCU
-K5.1	CONTROL VIA DMC
-K5.2	CONTROL VIA DCU

**TERMINALS**

**=H01**

DT	TYPE	QTY
-XDX	TERMINAL ZDU 2,5	33
-XD1	TERMINAL ZDU 2,5	24
-XE	TERMINAL ZPE 6	1

Drawn by KYSEI Martin	Checked by DOBRVOJLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number Date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU PANEL LAYOUT	Place of installation + LV
			ABB s.r.o. ElD5 Brno			
						Page V01
						Pages 15



# TERMINALS +LV-XDX

TOTAL TERMINALS COUNT: 33 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
6	+LVD-SFS1	BK	101	BK	+LVD-SFS2	13	M02/2A
			102	BK	+LVD-SFS2	31	M02/2A
1	+PLG-QZD1-XD3	BK	103	BK	+PLG-QZD1-XD3	6	M02/3A
19	+PLG-QZD1-XD3	BK	104	BK	+PLG-QZD1-XD3	10	M02/5A
14	+LVD-SFS2	BK	111	BK	+LVD-PFX1	R	M02/2D
32	+LVD-SFS2	BK	112	BK	+LVD-PFX1	G	M02/2D
8	+PLG-QZD1-XD3	BK	113	BK	+LVD-PFX2	R	M02/3D
3	+PLG-QZD1-XD3	BK	114	BK	+LVD-PFX2	G	M02/4D
12	+PLG-QZD1-XD3	BK	115	BK	+LVD-PFX3	R	M02/5D
20	+PLG-QZD1-XD3	BK	116	BK	+LVD-PFX3	G	M02/5D
-	+LVD-PFX1	BK	121	BK	-K5.3	A2	M02/2F
-	+LVD-PFX2	BK	122	BK	+LVD-PFX3	-	M02/4F
31	-K1.4	BK	231	BK	-K3.1	24	M04/2D
			232	BK	-KFA57	21	M04/3D
41	-K1.4	BK	233	BK	-K3.1	44	M04/4D
			234	BK	-KFA1	13	M04/4D
11	-K2.1	BK	235	BK	-K4.1	24	M04/5D
			236	BK	-KFA2	13	M04/6D
21	-K2.1	BK	237	BK	-K4.1	44	M04/7D
			238	BK	-KFA15	11	M04/7D
44	-KFA1	BK	253	BK	-FCM2.2	2	M04/1F
41	-KFA57	BK	254	BK	-KFA57	A2	M04/1F
X101:14	-DCU	BK	255	BK	-MCU	23	M04/8F
31	-K3.1	BK	281	BK	-KFA15	24	M04/2E
11	-K4.1	BK	282	BK	-KFA5	31	M04/4E
31	-K4.1	BK	283	BK	-KFA6	11	M04/5E
11	-K5.1	BK	284	BK	-KFA57	14	M04/7E
4	-FCM2.3	BK	301	BK	-KFA3	A1	M06/2A
			302	BK	-DCU	X101:20	M06/6A
			303	BK	-MCU	1	M06/7A
A2	-KFA3	BK	321	BK	-FCM2.3	2	M06/2F
X101:21	-DCU	BK	322	BK			M06/6F
2	-MCU	BK	323	BK			M06/7F

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVLIV Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451
Revision/ Date	Name Remark	Document number Date	Customer project number TENDER No.
Date		Date	Customer document number
Project description DMC_DCU_MCU TERMINALS =H01+LV-XDX		Model DMC_DCU_MCU	Installation = H01
DCC &	Place of installation + LV	Page X01	Pages 15

1 2 3 4 5 6 7 8

## TERMINALS +LV-XDX1

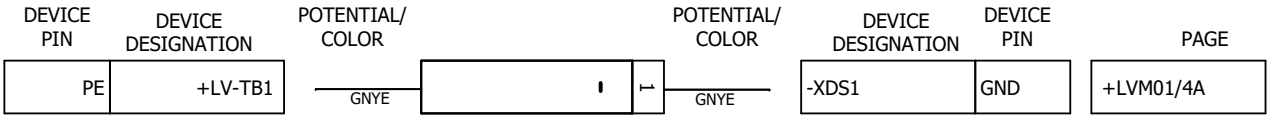
TOTAL TERMINALS COUNT: 24 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZDU 2,5

DEVICE PIN	DEVICE DESIGNATION	POTENTIAL/ COLOR	POTENTIAL/ COLOR	DEVICE DESIGNATION	DEVICE PIN	PAGE
4	-FCM2.2	BK	201	+LVD-SFS2	41	M03/3B
		BK	202	+PLG-QZD1-XD1	10:F	M03/6B
17:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	203	+PLG-QZD1-XD1	5:F	M04/2A
15:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	204	+PLG-QZD1-XD1	3:F	M04/5A
X101:19	-DCU	BK	205	-K4.3	44	M04/8A
10	-MCU	BK	206			M04/8A
9:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	211	-K3.1	14	M03/6C
8:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	220	-K1.4	34	M04/2B
18:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	221	-KFA57	A1	M04/4B
20:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	222	-K1.4	44	M04/4B
4:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	223	-KFA15	A1	M04/5B
7:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	224	-K2.1	14	M04/5B
19:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	225	-K2.1	24	M04/7B
21	-K3.1	BK	261	+LVD-S1	13	M04/2D
41	-K3.1	BK	262	+LVD-S2	13	M04/4D
21	-K4.1	BK	263	+LVD-S3	13	M04/5D
41	-K4.1	BK	264	+LVD-S4	13	M04/7D
14	+LVD-S1	BK	271	-K3.1	34	M04/2E
14	+LVD-S2	BK	272	-K4.1	14	M04/4E
14	+LVD-S3	BK	273	-K4.1	34	M04/5E
14	+LVD-S4	BK	274	-K5.1	14	M04/7E
11	-K1.6	BK	311	+PLG-QZD1-XD1	1:F	M06/4B
21	-K1.5	BK	312	+PLG-QZD1-XD1	12:F	M06/4B
2:F	+PLG-QZD1-XD1	BK	313	+PLG-QZD1-XD1	11:F	M06/4C

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 300000451	Customer project number TENDER No.
Revision/ Date	Name Remark	Document number Date	Date	Customer document number
Model DMC_DCU_MCU		Installation = H01		
Place of installation + LV		DCC & Page X02		
Page description TERMINALS =H01+LV-XDX1		Pages 15		

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8

# TERMINALS +LVR-XE



TOTAL TERMINALS COUNT: 1 PCS  
TERMINAL TYPE: TERMINAL ZPE 6

Drawn by KYSEL Martin	Checked by DOBROVOLNY Jakub	Released by BRAUN Jiri	Project number 3000000451	Customer project number TENDER No.	Project name Model_DMC_DCU_MCU	Installation = H01
Revision/ Date	Name	Remark	Document number date	Customer document number	Page description DMC_DCU_MCU TERMINALS =H01 +LVR-XE	Place of installation + LV
			<b>ABB</b> ABB s.r.o. ELDS Brno		DCC & X03	Pages 15