

## SATURS

<b>7</b>	<b>PRAKTISKO VINGRINĀJUMU ROKASGRĀMATA .....</b>	<b>2</b>
<b>7.1</b>	<b>APRAKSTS .....</b>	<b>2</b>
7.1.1	Ievads .....	2
7.1.2	Iekārtas apraksts .....	3
7.1.3	Ieteicamie papildus elementi .....	17
7.1.4	Procesa apraksts.....	22
7.1.5	Praktiskās iespējas .....	23
7.1.6	Specifikācija .....	24
7.1.7	Gabarīti un svars .....	30
7.1.8	Nepieciešamie pieslēgumi.....	30
<b>7.2</b>	<b>TEORIJA .....</b>	<b>31</b>
7.2.1	Motoru klasifikācija un tipi .....	31
7.2.2	Sinhronie motori .....	32
<b>7.3</b>	<b>DARBĪBA .....</b>	<b>51</b>
7.3.1	Eksperimenta uzsākšana.....	51
7.3.2	Eksperimenta pabeigšana .....	51
7.3.3	N-ALI01: Galvenais barošanas bloks .....	52
7.3.4	N-ALI03: Papildus barošanas bloks .....	54
7.3.5	N-CON01. 3-polu Kontaktors (24 Vac) .....	55
7.3.6	N-LAM02. Trīs lampu modulis .....	57
7.3.7	N-PUL48. Trīs dubultpogu modulis .....	58
7.3.8	N-REL30: Sinhronizācijas releja modulis.....	60
7.3.9	FLYW. Spararats .....	63
7.3.10	EMT21. Trīs-fāzu reluktances motors .....	65
7.3.11	N-MED60: Tīkla analizators ar datu iegūvi datoram .....	67
<b>7.4</b>	<b>GALVENIE NORĀDĪJUMI UN BRĪDINĀJUMI .....</b>	<b>71</b>

## **7 PRAKTISKO VINGRINĀJUMU ROKASGRĀMATA**

### **7.1 APRAKSTS**

#### **7.1.1 Ievads**

Elektromotori ir ierīces, kas pārveido elektrisko enerģiju mehāniskajā enerģijā. Konkrēti, maiņstrāvas induktoru piedziņas sistēma (reluktances motors) darbojas saskaņā ar mijiedarbības principu starp statoru ar daudziem elektromagnētiskajiem poliem, kuriem tiek pievadīta elektroenerģija, un rotoru, kas sastāv no feromagnētiska materiāla ar izvirzījumiem, kas darbojas kā ierosinātie magnētiskie poli.

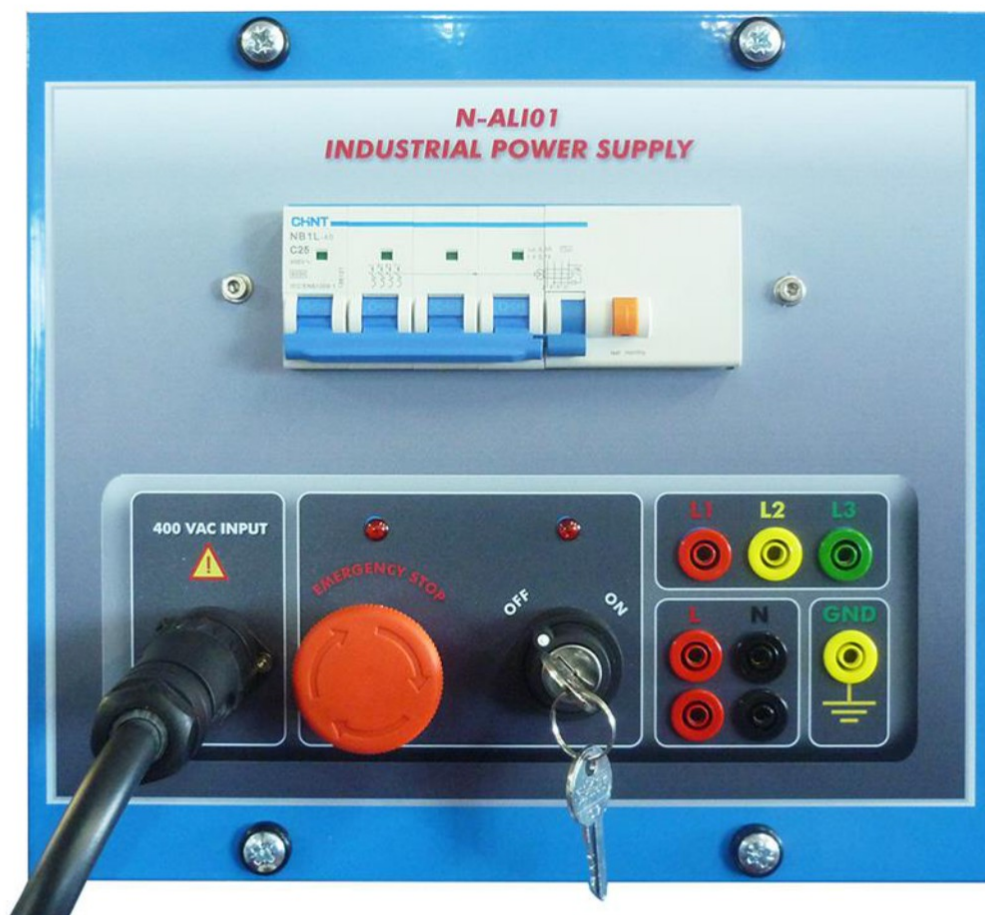
Lielā jauda, ko tie spēj nodrošināt, ņemot vērā arī to vienkāršo uzbūvi (bez slīdēšanas gredzeniem, sukām vai tinumiem), zemās izmaksas un viegla apkope padara tos ideālus daudzos rūpnieciskos pielietojumos, piemēram, mērinstrumentos, signālierīcēs, veļas mašīnās vai vadības stieņu piedziņas mehānismos elektrostacijās.

No otras puses, šo motoru galvenie trūkumi ir liela starta strāva, kas tiek koriģēta, izmantojot dažādas palaišanas metodes, un lielas griezes momenta pulsācijas, darbojoties ar mazu ātrumu; abi šie faktori ir kaitīgi aizsardzības ierīcēm kā arī pašam motoram.

“Edibon” firma ir izstrādājusi maiņstrāvas trīsfāzu reluktances motoru stendu "AEL-ACRLA" ar mērķi izprast šo motoru darbību un galvenās manipulācijas, kas rūpniecībā tiek veiktas ar sinhroniem trīsfāzu reluktances motoriem: to iedarbināšanu, vadību un apturēšanu.

## 7.1.2 Iekārtas apraksts

### 7.1.2.1 N-ALI01. Galvenais barošanas bloks



Attēls 1: N-ALI01 modulis

Galveno barošanas bloku izmanto, lai darbinātu citus moduļus. Tas nodrošina vienfāzes un trīsfāzu sprieguma padevi ar rūpnieciskā slēdža formātu un ligzdām L1, L2, L3 trīsfāzu spriegumam, ligzdām L, N vienfāzu spriegumam un zemējuma (GND) ligzdu.

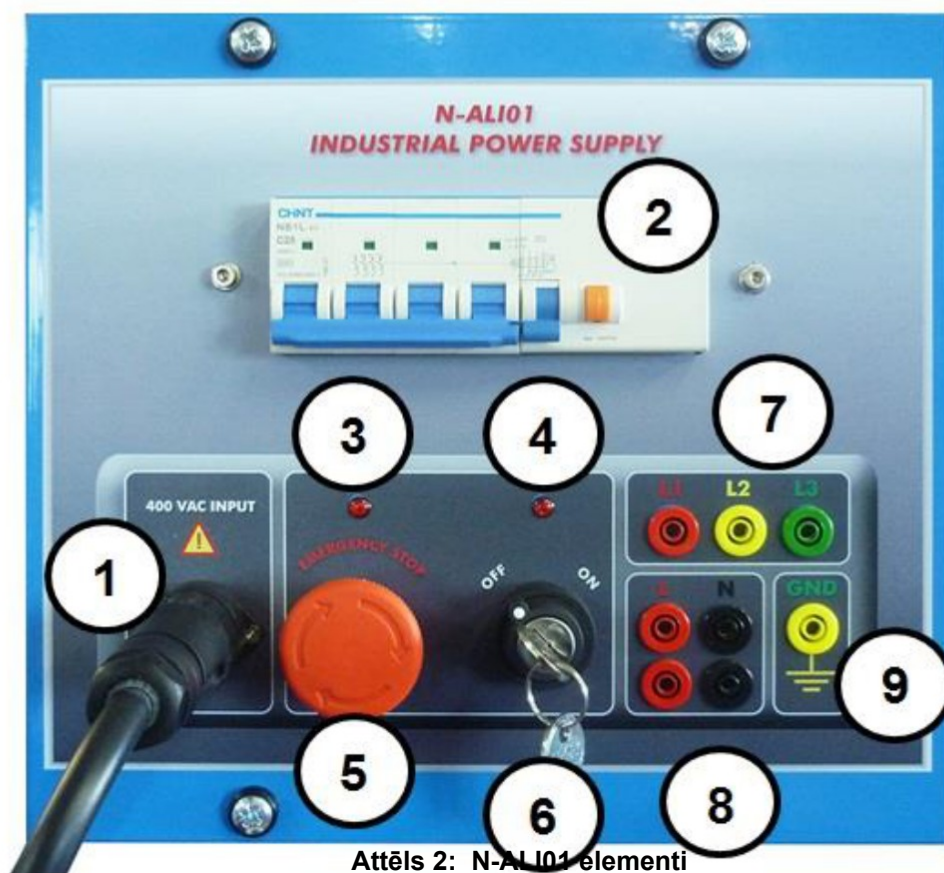
Divu pozīciju slēdzis (ON-OFF) darbojas kā galvenais slēdzis.

Kad modulis ir pievienots tīklam un ir ieslēgts magneto-termiskais slēdzis, sarkanā avārijas apturēšanas lampiņa iedegas neatkarīgi no atslēgas un avārijas apturēšanas pogas stāvokļa.

Otrā sarkamā lampa, kas atrodas virs atslēgas, iedegas tikai tad, kad ir padots izejas spriegums uz moduļa izejas ligzdām (t.i., aizsardzība ir pilnīgi aktivizēta un avārijas apturēšanas poga ir izslēgta OFF).

Četru polu diferenciālā aizsardzība (240V / 30Ma / 25A) un četru polu automātiskais magneto-termiskais slēdzis (230 / 400V-16A / 6Ka) nodrošina moduļa drošību. Paši slēdži atrodas aiz moduļa priekšplates. Ir arī avārijas apturēšanas poga, kas nekavējoties pārtrauc strāvas padevi uz izvadu ligzdām, ja tiek nospiesta.

N-ALI01 modulim ir sekojoši elementi:



Attēls 2: N-ALI01 elementi

**1. 400 VAC ieejas spraudnis:** moduļa sastāvā arī ir barošanas pievada

kabelis, ar ko moduli pievienot barošanas tīklam.



Attēls 3: Barošanas kabelis

2. **Diferenciālā aizsardzība:** 4 polu diferenciālis un magneto-termiskie slēdži nodrošina ierīces drošību. Tas ir iekārtas galvenais slēdzis.
3. **Barošanas pievienojuma indikators:** Šis indikators norāda, ka modulis ir pievienots un magneto-termiskais savienojums ir aktivizēts.
4. **Aktīvas izejas indikators:** Šis indikators iedegas, ja darbojas moduļa visas aizsargierīces un barošanas bloks ir gatavs lietošanai.
5. **Avārijas apturēšanas poga:** To izmanto, ja avārijas gadījumā ķēdes barošana ir nekavējoties jāpārtrauc.
6. **Drošības atslēga:** šai atslēgai ir divas pozīcijas (ON un OFF). Skolotājs, kas atbild par laboratoriju, var pagriezt atslēgu uz OFF, lai neļautu studentiem strādāt ar moduli.
7. **Trīs-fāzu izvadligzdas:** 400 VAC trīs-fāzu sprieguma izejas.

8. **Vien-fāzes izvadiņzdas:** Divas 230 VAC vien-fāzes sprieguma izejas.
  
9. **Zemējuma liņzda:** Šī liņzda ir jāsavieno ar iekārtas un visu pārējo moduļu, kā arī motora zemējuma liņzdām, jo, ja kādā ķēdē rodas kļūme, to automātiski noteiks galvenā strāvas slēdža aizsardzība un iekārta automātiski izslēgsies.

### 7.1.2.2 N-ALI03. Papildus barošanas bloks

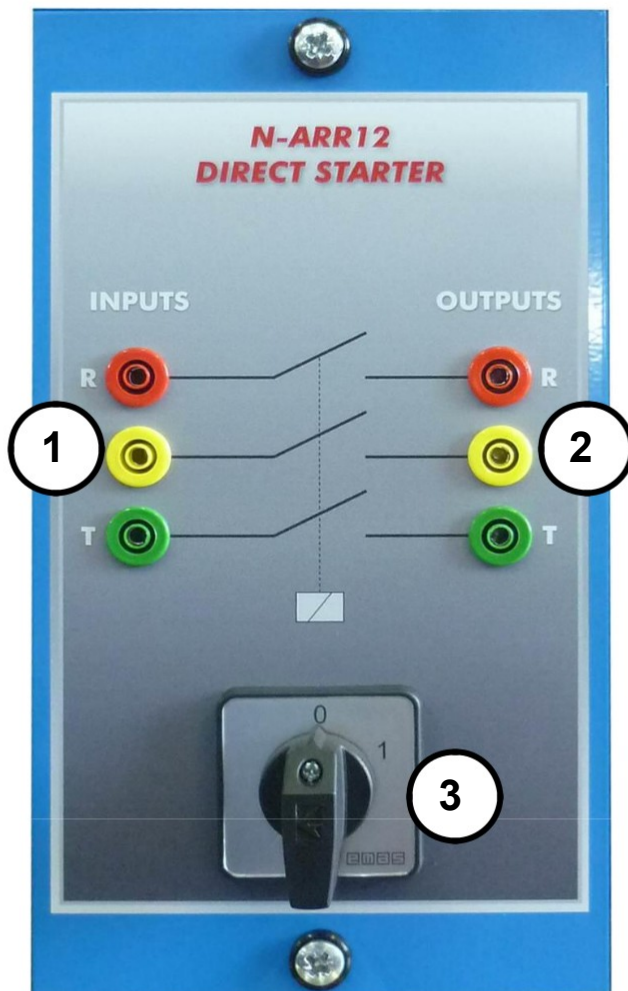


Attēls 4: N-ALI03 modulis

Šis modulis nodrošina 24VAC, 24VDC un mainīgu spriegumu no 0 līdz 24VDC vadības un indikācijas ķēdēm. Ieeja tiek veikta caur 230VAC ligzdām, kuras ir jāsavieno ar barošanas moduļa (N-ALI01) vien-fāzes izeju. Spriegums tiek samazināts uz 24 VAC, un caur diodes tiltu tiek pārveidots par 24 VDC. Izmantojot potenciometru, var iegūt arī mainīgu izejas spriegumu 0–24 VDC.

Šis modulis ir absolūti nepieciešams, lai iegūtu 24 VAC un 24 VDC spriegumu, kas tiks izmantots vadības loģikas ķēdēm šīs rokasgrāmatas tālākajos vingrinājumos.

### 7.1.2.3 N-ARR12: Tiešās palaišanas modulis



Attēls 5: N-ARR12 modulis

Šis modulis sastāv no manuāla tiešā slēdža.

- 1. Ieejas strāvas ligzdas:** Tiek savienotas ar galvenā barošanas bloka trīs-fāzu izejām.
- 2. Izejas strāvas ligzdas:** Tiek savienotas ar motoru.
- 3. Slēdzis:** Divas pozīcijas, '0' (OFF) un '1' (ON).



### 7.1.2.4 N-PUL48. Trīs dubultpogu modulis

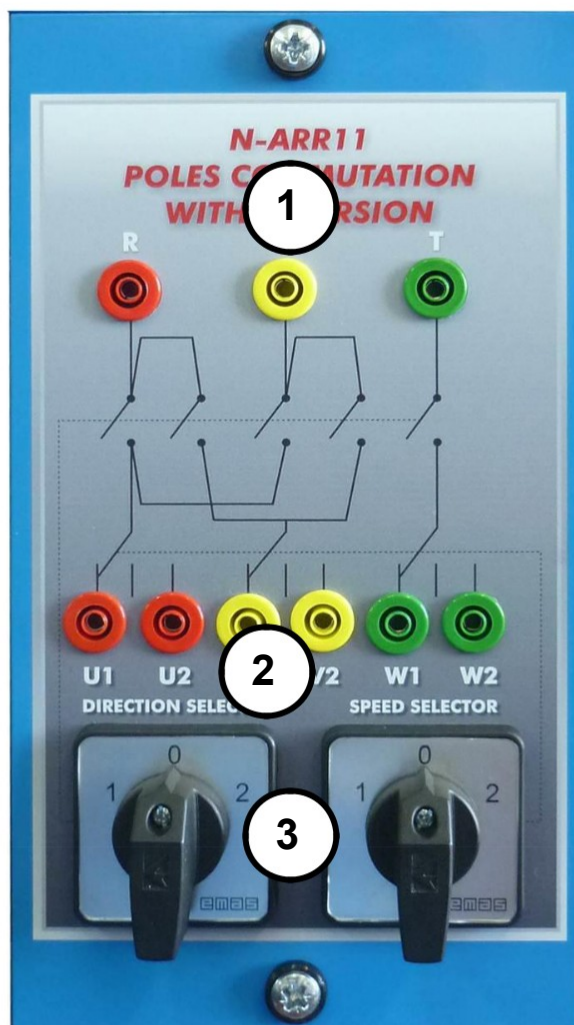


Attēls 6: N-PUL48 modulis

Šis modulis sastāv no trim divkameru pogām, katra zaļā poga ir ar vienu normāli atvērtu kontaktu (NO), bet katra sarkanā poga – ar vienu normāli slēgtu (NC) kontaktu.

Šīs pogas ir paredzētas motoru iedarbināšanas un apturēšanas darbībām.

### 7.1.2.5 N-ARR11: Divpolu komutators ar inversiju



Attēls 7: N-ARR11 modulis

Šis modulis sastāv no diviem trīs-polu slēdžiem.

- 1. Ieejas strāvas ligzdas:** Tiek savienotas ar galvenā barošanas bloka trīs-fāzu izejām.
- 2. Izejas strāvas ligzdas:** Tiek savienotas ar motoru.
- 3. Ātruma un virziena izvēles slēdži:** Lai izvēlētos motora ātrumu un tā rotācijas virzienu.

### 7.1.2.6 N-LAM02. Trīs lampu modulis



Attēls 8: N-LAM02 modulis

Šis modulis sastāv no trim 24 VAC lampām. Ir trīs lampas: sarkanā, dzeltenā un zaļā krāsā. Modulis tiek lietots, lai norādītu motora vadības shēmas elementu stāvokli.

### 7.1.2.7 N-CON01. 3-polu Kontaktors



Attēls 9: N-CON01 modulis

- 1. Spēka kontakti (galvenie slēdži):** Normāli atvērti (NO) trīs kontakti, kuri tiek saslēgti vai atslēgti ar Kontaktora vadības spoli.
- 2. Vadības spole:** Kontrolē slēdžu stāvokli. Ja vadības spolei tiek pievadīts 24 VAC, slēdži tiek saslēgti, atļaujot strāvas plūsmu no Kontaktora ieejas ligzdām uz izejas ligzdām. Lai mainītu slēdžu stāvokli, t.i., tos atkal atvērtu, ir nepieciešams noņemt 24 VAC no vadības spoles.
- 3. Papildus kontakti:** 3 normāli atvērti (NO) un 2 normāli slēgti (NC), kontakti, kuru stāvokli arī nosaka Kontaktora vadības spole.
- 4. Zemējuma ligzda.**

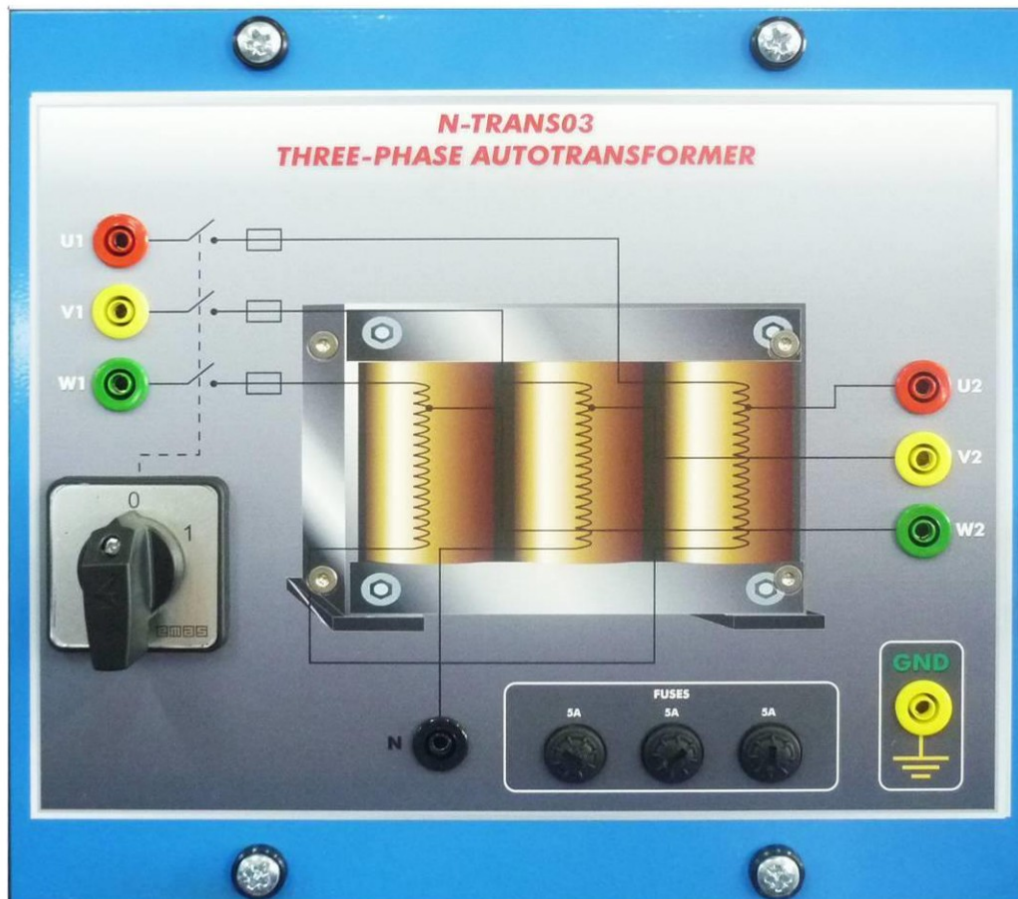
### 7.1.2.8 N-REL30. Sinhronizācijas releja modulis



Attēls 10: N-REL30 modulis

- 1. Spēka kontakti (galvenie slēdži):** Normāli atvērti (NO) trīs kontakti, kuri tiek saslēgti vai atslēgti ar releja moduļa vadības spoli.
- 2. Vadības spole:** Kontrolē slēdžu stāvokli. Ja vadības spolei tiek pievadīts 24 VAC, slēdži tiek saslēgti, atļaujot strāvas plūsmu no moduļa ieejas ligzdām uz izejas ligzdām. Lai mainītu slēdžu stāvokli, t.i., tos atkal atvērtu, ir nepieciešams noņemt 24 VAC no vadības spoles.
- 3. Taimers (laika relejs):** 0,6 - 30 sekundes.
- 4. Papildus kontakti:** 1 normāli atvērts (NO) uzreiz iedarbojošs kontakts un divi no laika aiztures atkarīgi kontakti (1 NC un 1 NO). Šo kontaktu stāvoklis izmainīsies, kad beigsies uzstādītā laika aizture, ja moduļa vadības spolei turpinās sprieguma padeve.
- 5. Zemējuma ligzda.**

### 7.1.2.9 N-TRANS03. Trīsfāzu autotransformators



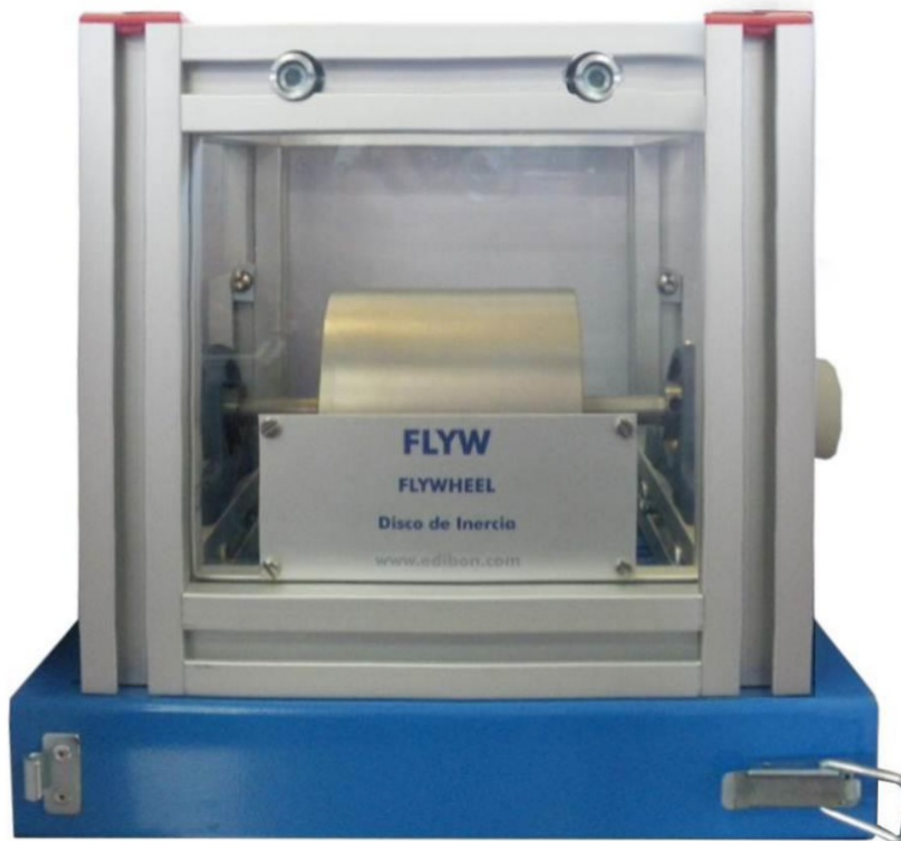
Attēls 11: N-TRANS03 modulis

Šis modulis ietver trīs-fāzu autotransformatoru ar sekojošiem parametriem:

- ⌚ Primārais spriegums: 400VAC
- ⌚ Sekundārais spriegums: 230VAC
- ⌚ Jauda: 1KVA

Modulim ir arī trīs 5A drošinātāji un slēdzis, ar ko lietotājs var ieslēgt vai atslēgt šo moduli.

### 7.1.2.10 FLYW. Spararats



Attēls 12: FLYW modulis

Šis modulis sastāv no spararata, kas sagatavots darbam ar motoru vai motoriem, kas iekļauti lietojumprogrammā.

Tā galvenais elements ir smags ritenis, kas piestiprināts uz rotējošas ass, lai izlīdzinātu enerģijas piegādi no motora uz mašīnu. Spararata inerce samazina motora ātruma svārstības un uzkrāj rotācijas enerģiju periodiskai lietošanai.

Lietotājs var savienot motoru ar spararatu un novērot, kā motors darbojas ar slodzi un strāvas variācijām, kas rodas, iedarbinot motoru.

### 7.1.2.11 EMT21. Trīs-fāzu reluktances motors (maiņstrāvas induktoru piedziņas sistēma)



Attēls 13: EMT21 Trīsfāzu reluktances motors

Šis modulis sastāv no trīsfāzu reluktances motora. Atšķirībā no *vāveres rata* vai *wound* rotora, šim motoram ir izvirzīto polu rotors un tas darbojas ar sinhronu ātrumu.

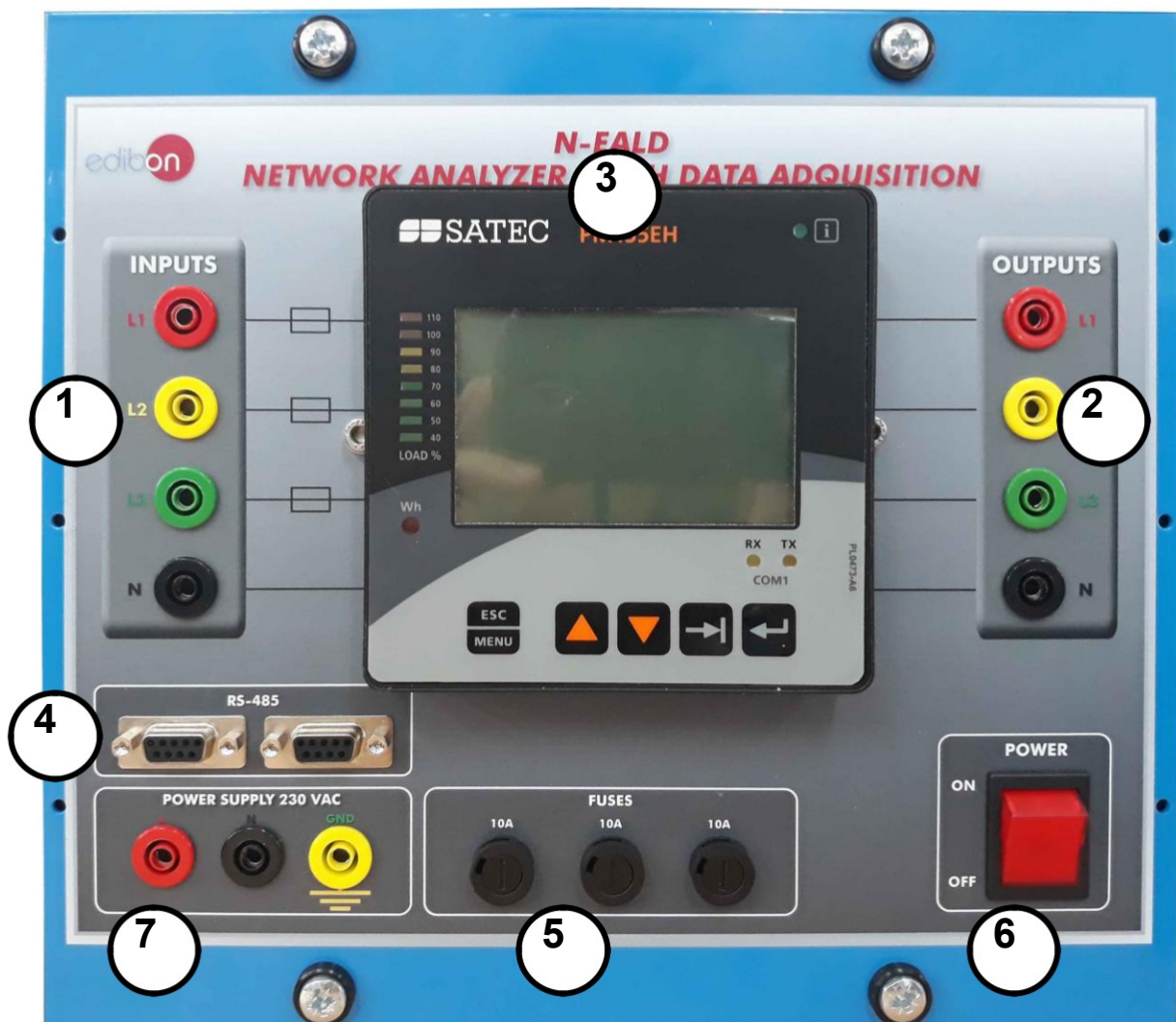


### 7.1.3 Ieteicamie papildus elementi

#### 7.1.3.1 N-MED60. Tīkla analizators ar datu iegūšanu datoram

Tīkla analizatoru ar datu iegūšanu datoram izmanto, lai analizētu tīkla elektriskos parametrus: aktīvo, reaktīvo un kopējo jaudu un enerģiju, strāvas un frekvenci.

Tīkla analizatoram ir sekojoši elementi:



Attēls 14: N-EALD (N-MED60) modulis

1. Strāvas / sprieguma ieejas ligzdas.
2. Strāvas / sprieguma izejas ligzdas.
3. Tīkla analizators **PM135EH**.
4. RS-485 porti, viens savieno ar PC un otrs savieno ar citu tīkla analizatoru.
5. 10A aizsargdrošinātāji.
6. ON/OFF Ieslēgšanas-izslēgšanas slēdzis.
7. Barošana: vienfāzes 230 VAC+N+GND.

Tīkla analizators ietver ierīci **PM135EH**, un tajā ir arī trīs strāvas transformatori (CT = 10/5), pa vienam katrā trīsfāžu līnijā L1, L2, L3, kas darbojas kā analizatora aizsardzība.

Tīkla analizatoram ir trīs strāvas / sprieguma ieejas ligzdas L1, L2, L3 un N ligzda kreisajā pusē un trīs strāvas izejas ligzdas L1, L2, L3 un N ligzda labajā pusē.

Bez tam tīkla analizatoram ir navigācijas pogas, kas ļauj studentam izvēlēties dažādas mērījumu iespējas.

Pašam analizatoram **PM135EH** ir sekojoši elementi:



Attēls 15: **PM135EH** analizatora elementi

1. Slodzes joslu diagramma (pilna slodze saskaņā ar CT vai izvēlnē DISPLAY SETUP)
2. Diagnostikas ziņojuma indikators (OFF ir OK).
3. Grafiskais LCD displejs.
4. COM portu aktivitātes LEDi.
5. SELECT/ENTER poga.
6. TAB, ekrāna maiņa.
7. Pogas UP / DOWN.
8. ESCAPE un MENU poga.
9. Kalibrācijas LED (1 impulss/Wh vai VARh).

### 7.1.3.2 MED09. AC Ampermetrs (0-2,5 A)



Attēls 16: N-MED09 modulis

N-MED80 modulis ir maiņstrāvas mērītājs, kas tiek pielietots ar mērķi parādīt motora strāvas pašreizējo patēriņu vienmērīgas darbības stāvoklī vai strāvas maksimumus pārejošā stāvoklī, kad motors ieslēdzas.

Ar šo AC ampermetru ir iespējams mērīt strāvu līdz 2,5 A.

### 7.1.3.3 N-MED65. Digitālais multimetrs



Atēls 17: N-MED65 modulis

Tas ir digitālais multimetrs ar 3 ½ zīmēm, ar dubultā nodrošinājuma 4 mm spraudņiem, un vadu pietiekamu garumu, lai veiktu savstarpējo savienojumu izveidi.

Ar šo digitālo multimetru mēs varēsim izmērīt:

- 🕒 Spriegumu.
- 🕒 Strāvu.
- 🕒 Pretestību.
- 🕒 Kapacitāti.

#### **7.1.4 Procesa apraksts**

“Edibon” firma ir izstrādājusi maiņstrāvas trīs-fāzu reluktances motoru stendu "AEL-ACRLA", lai studenti varētu izprast galvenās darbības, ko rūpniecībā veic ar sinhroniem reluktances motoriem. Tādējādi lietotājs varēs apgūt šāda veida motoru darbības principus, kā arī dažādus vadības procesus un elementus, ko izmanto šo motoru iedarbināšanai, reversam vai bremzēšanai.

Šim nolūkam stendā ir iekļauts sinhronais reluktances motors, autotransformators un vairāki starteru veidi, lai izpētītu dažādas palaišanas metodes, piemēram, tiešu, mīkstu vai ar reversu. Ir iekļauti arī vadības elementi, kas tiek pielietoti maiņstrāvas motoru vadības ķēdēs: lampas, kontaktori, spiedpogas un sinhronizācijas releji, lai lietotājs varētu veikt iepriekš minētās darbības, izveidojot atbilstošas loģiskās vadības shēmas, kas ļauj, piemēram, veikt motoru palaišanu ar bloķēšanu, kā arī laikā aizkavētas darbības. Stenda sastāvā ir iekļauts arī spararats, kas savienojumā ar reluktances motoru darbojas kā slodze, kas saglabā motora radīto kinētisko enerģiju.

Lai padziļinātu zināšanas un izpratni par reluktances motora elektriskajiem parametriem tā darbības laikā, stenda sastāvā ieteicams izmantot arī dažus analogos un digitālos mērinstrumentus: analogo ampērmetru, analogo voltmetru un digitālo tīkla analizatoru.

### **7.1.5 Praktiskās iespējas**

1. Trīs-fāzu reluktances motora tiešā iedarbināšana.
2. Trīs-fāzu reluktances motora mīkstā iedarbināšana.
3. Trīs-fāzu reluktances motora mīkstā iedarbināšana un reverss.
4. Trīs-fāzu reluktances motora iedarbināšana ar vadības loģiku un bloķēšanu.
5. Vadības loģika trīs-fāzu reluktances motora mīkstai iedarbināšanai.
6. Vadības loģika trīs-fāzu reluktances motora iedarbināšanai un reversam.
7. Vadības loģika trīs-fāzu reluktances motora iedarbināšanai ar laika aizkavi un bloķēšanu.
8. Vadības loģika trīs-fāzu reluktances motora mīkstai iedarbināšanai ar laika uzstādījumu.
9. Vadības loģika trīs-fāzu reluktances motora laikā aizzurētam reversam.

### 7.1.6 Specifikācijas

- **N-ALI01. Galvenais barošanas bloks.**

Barošanas spriegums: 400 VAC, 3PH+N+G.

Ieslēgšanas – izslēgšanas (ON-OFF) izņemama atslēga

Avārijas apturēšanas poga

Izejas sprieguma izvadi:

Trīs-fāzu + neitrāle: 400 VAC.

Vien-fāzes: 230 VAC.

Trīs-fāzu barošanas pievada kabelis IP44 3PN+E 32A 400V ar spraudni.

Diferenciālā magnetotermiskā aizsardzība, 4 polu, 25A, 300mA AC 6KA

- **N-ALI03. Papildus barošanas bloks.**

Barošanas spriegums (vien-fāzes): 230 VAC PH+N+G

Izejas spriegumi:

vienfāzes 24 VAC/12 VAC

24 VDC

0-24 VDC, maināms ar potenciometru.

- **N-ARR12. Tiešais startera modulis**

Nominālais spriegums: 400 VAC.



Maksimāli pieļaujamā strāva caur kontaktiem: 10A.

Divu pozīciju komutators (ON-OFF):

0: Ķēde pārtraukta.

1: Ķēde noslēgta.

• **N-PUL48. Trīs dubultpogu modulis**

Nominālais spriegums: 24 VAC.

Trīs dubultpogas (zaļa un sarkana), savstarpēji neatkarīgas.

Kontakti:

- katrai zaļai pogai pa vienam normāli atvērtam (NO) kontaktam.
- katrai sarkanai pogai pa vienam normāli slēgtam (NC) kontaktam.

Zemējuma ligzda.

• **N-ARR11. Divu-polu komutators ar reversu**

Nominālais spriegums: 400 VAC.

Maksimāli pieļaujamā strāva caur kontaktiem: 10 A.

Divi komutatori:

Rotācijas virziena izvēlei:

0: Nav rotācija.

- 1: Rotācija pulksteņa rādītāja virzienā.
- 2: Rotācija pretēji pulksteņa virzienam.

Rotācijas ātruma izvēlei:

- 0: Nav rotācija.
- 1: Ātrums 1.
- 2: Ātrums 2

• **N-LAM02. Trīs lampu modulis**

Nominālais spriegums: 24 VAC  
Trīs lampas (sarkanā, dzeltenā un zaļā)  
Zemējuma ligzda.

• **N-CON01. Trīs-polu Kontaktora modulis**

Nominālais spriegums spēka kontaktiem: 400 VAC

Nominālais spriegums vadības loģikas kontaktiem: 24 VAC

Nominālais spriegums vadības spolei: 24 VAC

Kontakti:

Viena normāli avērtu (NO) kontaktu grupa spēka ķēdēm;

Trīs normāli atvērti kontakti (NO) vadības ķēdēm;

Divi normāli slēgti kontakti (NC) vadības ķēdēm.

Zemējuma ligzda.

**• N-REL30. Sinhronizācijas releja modulis**

Nominālais spriegums spēka kontaktiem: 400 VAC.

Nominālais spriegums vadības loģikas kontaktiem: 24 VAC

Nominālais spriegums vadības spolei: 24 VAC

Kontakti:

Viena normāli avērtu (NO) kontaktu grupa spēka ķēdēm;

Trīs papildus kontakti:

Viens normāli atvērts (NO) uzreiz iedarbojošs kontakts;

Viens normāli atvērts (NO) kontakts – nostrādā pēc uzstādītā laika;

Viens normāli slēgts (NC) kontakts – nostrādā pēc uzstādītā laika.

Zemējuma ligzda

**• N-TRANS03. Trīs-fāzu autotransformatora modulis**

Trīs-fāzu autotransformators:

Nominālais barošanas spriegums: 3 X 400 VAC (3PH).

Nominālais izejas spriegums: 3 x 230 VAC (3PH+N)

Nominālā jauda: 1 kVA

Transformatora slēgumi: YY0

Start/stop komutators transformatora pieslēgšanai / atvienošanai no tīkla.

Drošinātāji: 3 x 5 A

- **FLYW. Spararats**

Svars: 2 kg

Maksimālais ieteicamais rotācijas ātrums: 4000 apgr/min.

Inerces moments: 0,0025 kgm<sup>2</sup>

- **EMT21. Trīs-fāzu reluktances motors**

Nominālā jauda: 300 W.

Nominālais spriegums: 3x 400 VAC

Frekvence: 50/60 Hz

Rotācijas ātrums RPM: 3000 apgr/min.

Nominālā strāva: 1,4 A

### **Ieteicame papildus elementi**

- **N-MED60: Tīkla analizatora bloks ar datu ieguvi datoram**

Ieslēgšanas / izslēgšanas slēdzis ON-OFF

Barošanas spriegums: 3 X 400 VAC

Ievades ligzdas: Ievades savienojumiem ar mērījumu punktiem

Izvades ligzdas: Izvades savienojumiem ar mērījumu punktiem

Digitālās izvades: Trīs digitālās izvades tiek lietotas impulsiem vai trauksmei vai abu kombinācijai. RS-485 pieslēguma ports.

Drošinātāji: 3 x 10 A.

Tīkla analizatora displejs parāda:

Aktīvo, reaktīvo un komplekso jaudu

Aktīvo, reaktīvo un komplekso enerģiju

Līniju un fāzu strāvas

Līniju un fāzu spriegumus

Frekvences

Jaudas faktoru.

#### • **N-MED80. AC Ampermetrs (0-3 A)**

Mērījumu diapazons: 0-3 A

Izvadi:

Mērījumu ligzdas

Zemjuma ligzda.

#### • **MED65. Digitālais multimetrs**

4 mm dubultdrošie pieslēguma vadi

Mērījumi:

Spriegums.

Strāva.

Pretestība.

Kapacitāte.

Temperatūra.

## 7.1.7 Gabarīti un svars

-Gabarīti: 640 x 320 x 920 mm vidēji.

-Svars: 25 Kg vidēji.

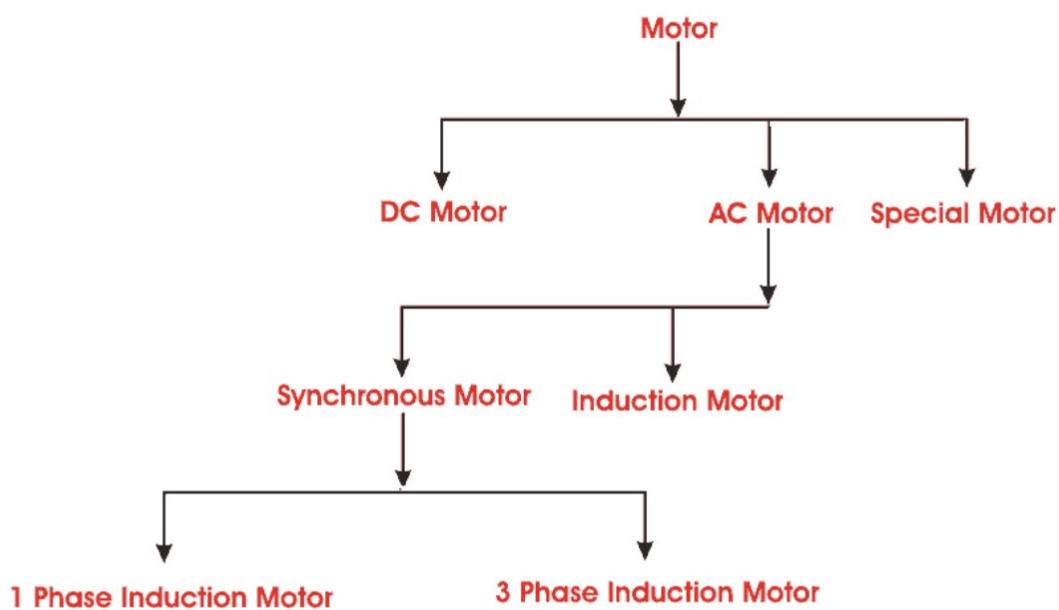
## 7.1.8 Nepieciešamie pieslēgumi

- Trīs-fāzu elektotīkls: 380V/50 Hz, 1 kW.

## 7.2 TEORIJA

### 7.2.1 Motoru klasifikācija un tipi

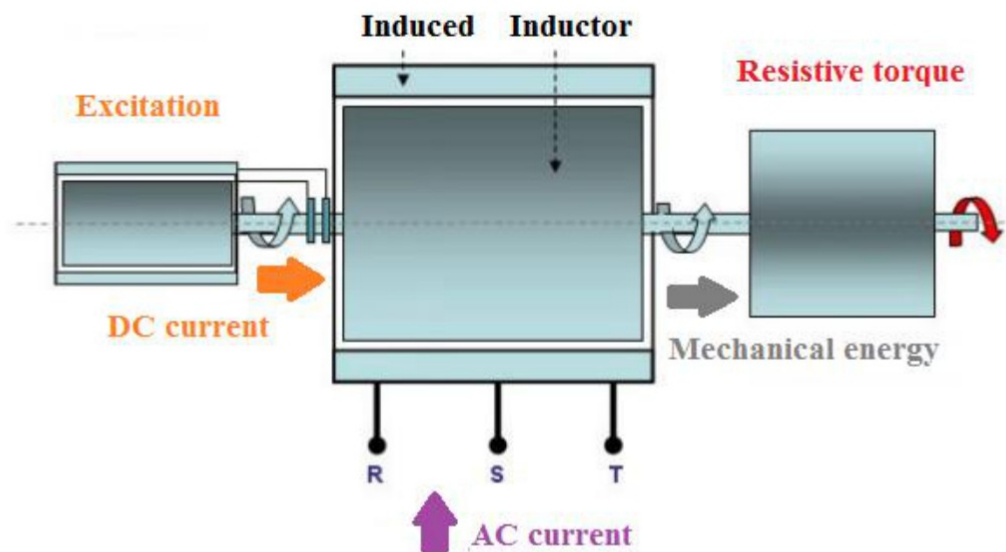
Motoru galvenā klasifikācija shematiski ir attēlota zemāk.



Attēls 18: Motoru klasifikācija

## 7.2.2 Sinhronie motori

### 7.2.2.1 Darbības princips

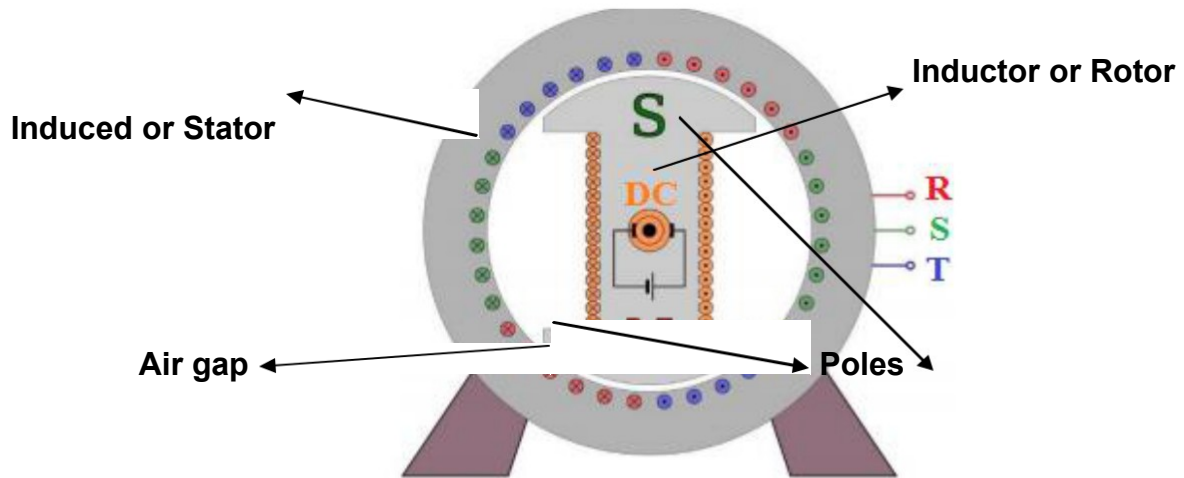


Attēls 19: Sinhronā motora vienkāršota darbības shēma

Sinhronie trīs-fāzu motori pārveido elektrisko enerģiju rotējošā mehāniskā enerģijā. Šim nolūkam ierosinātājam vai statoram ir jāpiegādā trīsfāzu maiņstrāva, tā radot magnētisko lauku, kas rotē ar sinhronu ātrumu.

Bez tam vēl induktoram, t.i., rotoram tiek pievadīta līdzstrāva (ierosmes sistēma), radot nemainīgu magnētisko lauku, kas mijiedarbojas ar statora magnētisko lauku, liekot rotoram griezties sinhronā ātrumā. Lai padarītu šo griešanos iespējamu no mehāniskā viedokļa, visām sinhronajām mašīnām ir gaisa sprauga starp rotoru un statoru, kuras lielumam ir liela ietekme uz motora efektivitāti un parametriem.





Attēls 20: Trī-fāzu sinhronā motora uzbūve

Ātruma izteiksmi sinhronajās mašīnās, t.i., ātrumu, ar kādu griežas magnētiskie lauki, nosaka izmantotā elektriskā frekvence (parasti 50/60 Hz) un motora polu skaits šādā veidā:

$$n_{synch} = \frac{60f}{p}$$

$n_{synch}$ : Sinhronais ātrums (rpm)

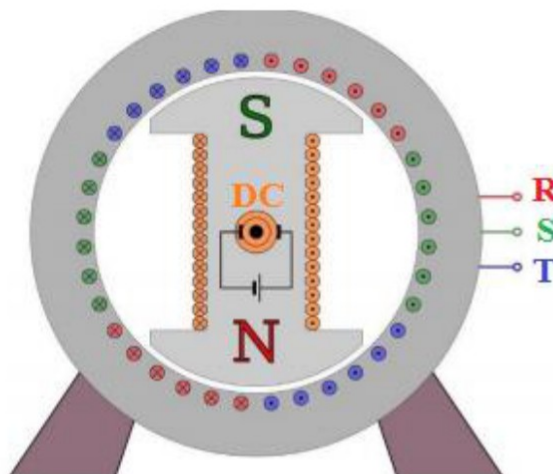
$f$ : Elektriskā frekvence (Hz)

$P$ : Polu pāru skaits

Attiecībā uz rotora struktūru ir divi galvenie sinhrono mašīnu modeļi:

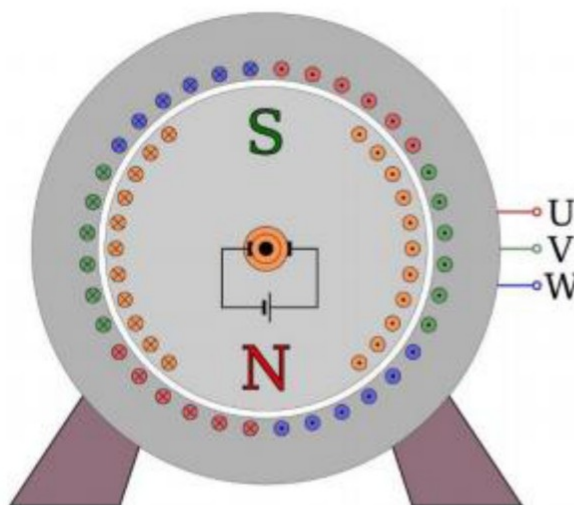
- ⌚ Izvirzīto (salient) polu motori: Iekārtām ar izvirzītiem poliem ir vairāk polu (vairāk nekā 4) un attiecīgi mazāks ātrums. Tā stators ir cilindrisks, un tā rotoram ir izvirzītie poli. Tās parasti ir mašīnas ar salīdzinoši īsu aksiālo garumu un lielu diametru, tāpēc der lielumam polu skaitam. Tā kā rotoru pakļauj pastāvīgam magnētiskajam laukam, to var izgatavot no cieta dzelzs,

savukārt poli parasti tiek izgatavoti no magnētisko plākšņu pakām. Izvirzīto polu mašīnās gaisa sprauga ir mainīga, lai magnētiskais lauks sinusoidāli izplatītos pa gaisa spraugu. Šīs mašīnas var būt ar horizontālu vai vertikālu ass orientāciju.



Attēls 21: Izvirzīto polu trīs-fāzu sinhronie motori

- ⌚ Cilindrisko rotoru motori: Cilindrisko rotoru motoriem ir maz polu (2 vai 4) un liels ātrums. Gan rotors, gan stators ir cilindriski, tāpēc gaisa sprauga ir vienmērīga. Sakarā ar mazo polu skaitu šīm mašīnām ir mazs diametrs un liels ass garums. Turklāt tie ir horizontālas ass tipa, un rotors ir izgatavots no cieta dzelzs, nodrošinot augstu mehānisko izturību.



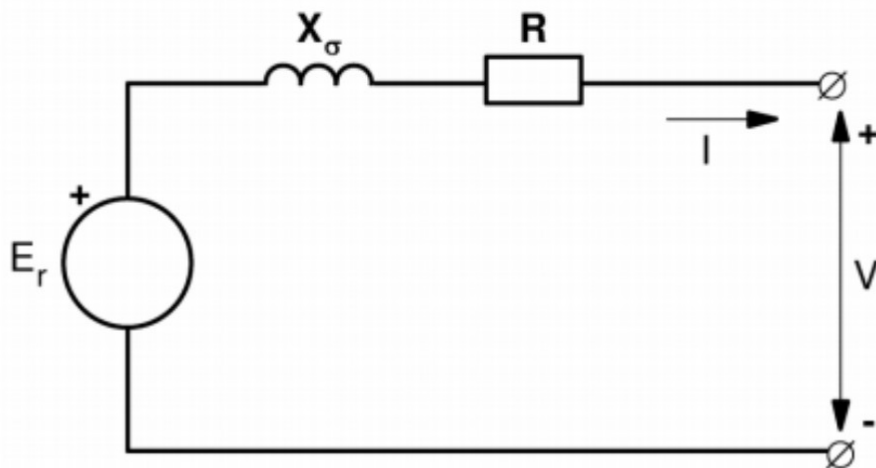
Attēls 22: Cilindrisko rotoru trīs-fāzu sinhronie motori

#### 7.2.2.2 Sinhrono motoru ekvivalentā shēma. Blondela diagramma

Padodot strāvu uz sinhrono motoru, stators darbojas kā transformatora primārā puse. Šajā gadījumā tiks iegūta ekvivalentā ķēde, kā parādīts zemāk esošajā attēlā. Varam pieņemt, ka šī diagramma attiecas tikai uz statora fāzi.

Pievadot rotoram līdzstrāvu, izveidotā magnētiskā plūsma statorā inducē spriegumu ( $E_r$ ). Minētā plūsma tieši ir atkarīga no ierosmes strāvas un tāpat arī no ierosinātā statora sprieguma.

Vienkāršotā ekvivalentā ķēde ņem vērā pretestības attiecībā uz vienu, primāro vai sekundāro pusi, tāpēc praksē ir iespēja eksperimentāli no vienkārša testa noteikt visus parametrus, kas nosaka mašīnas raksturlielumus.



$E_r$ : Statorā uz fāzi inducētais spriegums (V)

$X_o$ : Statora dispersijas reaģētspēja ( $\Omega$ )

R: Statorā uz fāzi pretestība ( $\Omega$ )

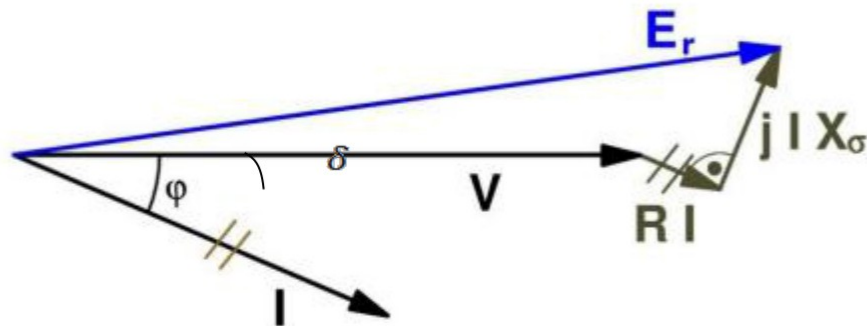
V: Fāzes spriegums līnijā (V)

Attēls 23: Sinhrono motoru statora vienas fāzes ekvivalentā shēma

Tādējādi katrai indukcijas vai statora fāzei var iegūt šādu izteiksmi:

$$\bar{E}_r = \bar{V} + \bar{I}(R + jX_\sigma)$$

To var atspoguļot ar fāzes diagrammu, kas pazīstama kā Blondela diagramma:



Attēls 24: Blondela diagramma

### 7.2.2.3 Sinhrono motoru griezes moments un jauda

Kad sinhronais motors darbojas zem slodzes, tas absorbē barošanas avota aktīvo jaudu. Motora patērētā aktīvā jauda ir atkarīga no izraisītā sprieguma ( $E_r$ ), fāzes sprieguma ( $V$ ) un fāzes leņķa starp tiem ( $\delta$ ).

Ja neievēro pretestības zudumus statorā, kurus parasti līdzsvaro līdzstrāvas avots, visa šī jauda caur gaisa spraugu tiek pārvadīta uz rotoru rotācijas mehāniskās enerģijas veidā.

Šīs jaudas izteiksme ir parādīta zemāk:

$$P = \frac{E_r \times V}{X_\delta} \sin \delta$$

$P$ : Uz rotoru pārnestā jauda (W)

$E_r$ : Statorā uz fāzi inducētais spriegums (V)

$V$ : Līnijas fāzes spriegums (V)

$\delta$ : Fāzes leņķis starp  $E_r$  un  $V$  (°)

$X_{\delta}$ : Sinhronisma pretestība ( $\Omega$ )

Šis vienādojuma punkts, kas pārraida jaudu, palielinās līdz ar fāzes leņķi, sasniedzot maksimālo vērtību, kad  $\delta = 90^\circ$ . Tad rotora poli atrodas N un S statora polu viduspunktā:

$$P_{max} = \frac{E_r \times V}{X_{\delta}}$$

Attiecībā uz mašīnas elektromagnētisko griezes momentu tas ir tieši proporcionāls jaudai, jo rotora ātrums ir fiksēts. Griezes momenta izteiksme ir parādīta zemāk:

$$\tau = \frac{P}{n_{synch}}$$

$P$ : Uz rotoru pārnestā jauda (W)

$n_{synch}$ : Sinhronais ātrums (rpm)

$\tau$ : Elektromagnētiskais griezes moments (Nm)

Ievērojiet, ka iepriekšējās izteiksmes attiecas uz elektromagnētisko jaudu un griezes momentu, kas jānošķir no mehāniskās jaudas un griezes momenta, ko iegūst, atņemot mehāniskos zaudējumus berzes un slīdes dēļ.

## 7.2.2.4 Sinhronais reluktances motors

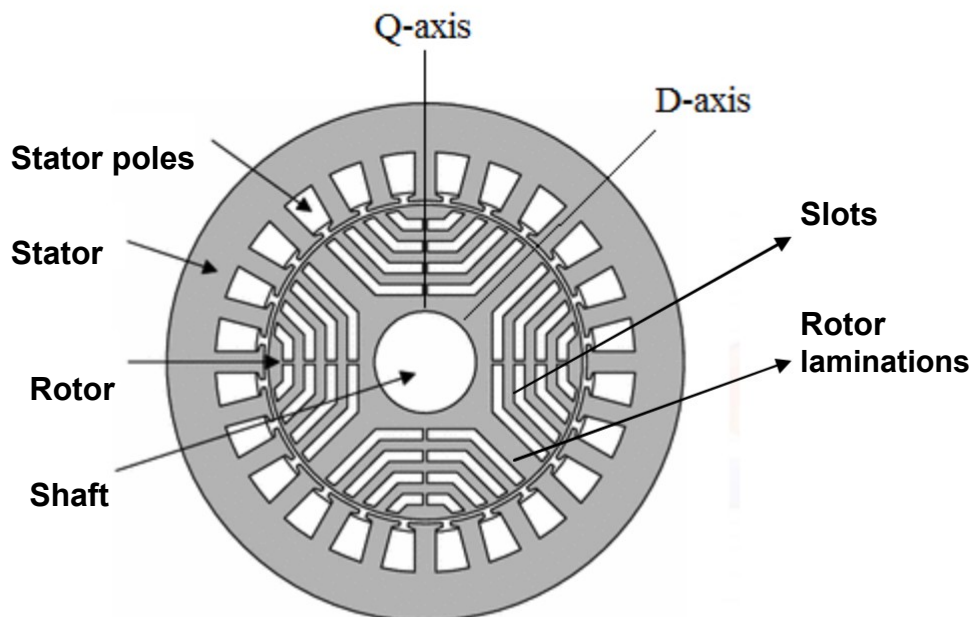
### 7.2.2.4.1 Uzbūve

Reluktances motora struktūra ir tāda pati kā izvīzīto polu sinhronajai mašīnai, bet rotoram nav lauka tinuma. Statoram ir trīs fāžu simetrisks tinums, kas gaisa spraugā rada sinusoidālu rotējošu magnētisko lauku, un tiek attīstīts relaksācijas moments, jo inducētajam magnētiskajam laukam rotorā ir tendence izraisīt rotora izlīdzināšanos ar statora lauku minimālās pretestības pozīcijā.

Mūsdienās reluktances motora rotors ir veidots ar dzelzs laminācijām aksiālā vai radiālā virzienā, kas atdalītas ar nemagnētisku materiālu, un tās magnētiskās pretestības ietekmē darbojas kā magnētiski poli. Katrā laminācijā ir maza sprauga, kas nosaka viduspola zonas (kvadrāta ass, Q ass). Tādā veidā starp divām secīgām spraugām ir viens rotora pols, kura centru šķērso tiešā ass (D ass). Tas izraisa motora iedarbināšanu kā asinhronu mašīnu. Kad rotors ir tuvu sinhronajam ātrumam, pretestības griezes moments padara to sinhronizētu ar magnētisko rotējošo lauku un motors sāk darboties kā sinhronā mašīna.

Stators sastāv no vairākiem projicējošiem (saistošiem) elektromagnēta poliem, līdzīgi kā ar *wound lauka* suku līdzstrāvas motoru. Rotoru polu skaits parasti ir mazāks nekā statora polu skaits, kas samazina griezes momenta pulsāciju un neļauj poliem visiem vienlaicīgi izlīdzināties pozīcijā, kas nevar radīt griezi.

Zemāk redzamais attēls parāda sinhronā reluktances motora šķērsriezumu:



Attēls 25: Sinhronā reluktances motora šķēsgriezums

#### 7.2.2.4.2 Darbības princips

Lai izprastu sinhronā reluktances motora darbību: kad magnētiskā materiāla gabals atrodas magnētiskajā laukā, uz materiālu iedarbojas spēks, kas to ievirza lauka vājākajā daļā. Spēkam ir tendence orientēt materiāla paraugu tādā veidā, lai magnētiskā ceļa, kas iet caur materiālu, pretestība būtu minimāla.

Pirmkārt, ir jānorāda, ka šāda veida motors neatbilst parasto sinhrono motoru standarta parametriem. Piemēram, reluktances motoram nav nepieciešama līdzstrāvas ierosme tā induktora un inducētās struktūras dēļ.

Kad statora tinumā tiek padota strāva, rotējošais magnētiskais lauks nesimetriskajam rotoram radīs reluktances griezes momentu, tiecoties izlīdzināt rotora galveno asi ar rotācijas magnētiskā lauka asi, jo šajā pozīcijā magnētiskās strāvas ceļš būs ar minimālu pretestību. Ja reluktances griezes moments ir pietiekams, lai iedarbinātu motoru un tā slodzi, rotors iegriezīsies solī ar rotējošu



lauku un turpinās rotēt ar mainīgā lauka ātrumu. Faktiski motors ieslēdzas kā indukcijas motors, un pēc tam, kad tas ir sasniedzis maksimālo ātrumu kā indukcijas motors, ar pretestības griezes momentu tas ievēl rotoru solī ar rotējošo lauku un motors tagad darbojas kā sinhronais motors.



Attēlss 26: Rotorā pozīcija attiecībā pret rotējošo magnētisko lauku

#### 7.2.2.4.3 Aksiāli un radiāli laminēts rotors

Atkarībā no vēlamajiem motora darbības parametriem rotora laminēšana var būt aksiāla vai radiāla.

##### Aksiāli laminēts rotors

Šī pieeja tiek izmantota laminēšanu tērauda plūsmas caurlaidēm 4 polu mašīnai. Taču plūsmas barjeras un arī vārpstai nepieciešamā laminēšanas barjera vājina rotoru strukturāli un tādējādi padara šo pieeju par sliktu izvēli liela ātruma motoriem.

##### Radiāli laminēts rotors

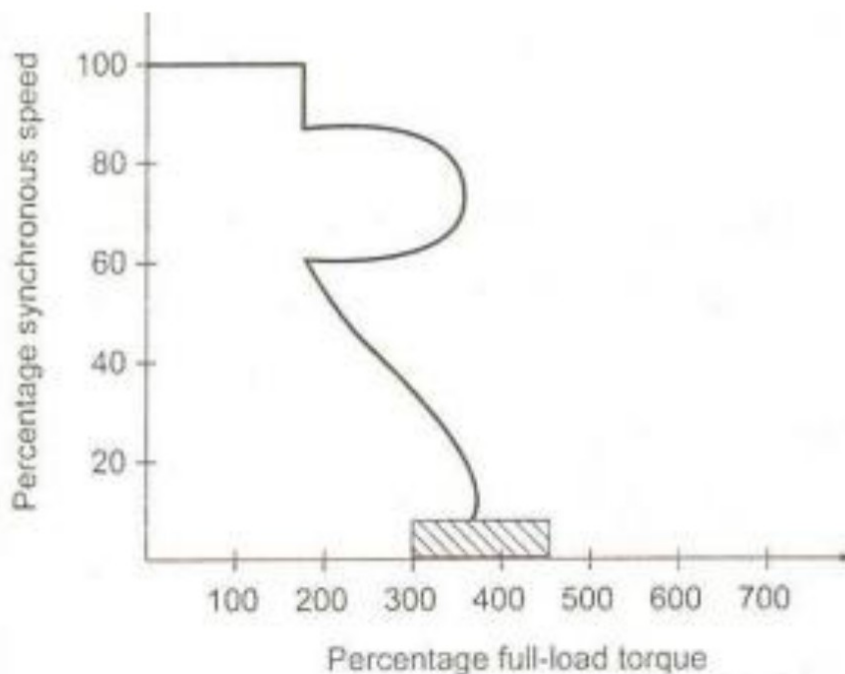
Ir novērots, ka griezes momenta pulsācija un dzelzs zudumi ir lielāki aksiāli laminētos rotoros nekā radiāli laminētos rotoros.

Tālāk ir salīdzinājums starp radiāli un aksiāli laminētajiem motoriem:

	<b>Axially laminated rotor</b>	<b>Radially laminated rotor</b>
1.	Low speed applications	High speed applications
2.	Lamination is axial	Lamination is radial
3.	Less mechanical strength	More mechanical strength
4.	The axially laminated rotor in general gives the best performance. But the mass production difficulties with folding and assembling the laminations make its adoption by industry unlikely.	The radially laminated rotor has the best potential for economic production.

Tabula: Salīdzinošā tabula reluktances motoriem ar aksiāli un radiāli laminētu rotoru.

#### 7.2.2.4.4 Ātruma un griezes momenta raksturlīkne

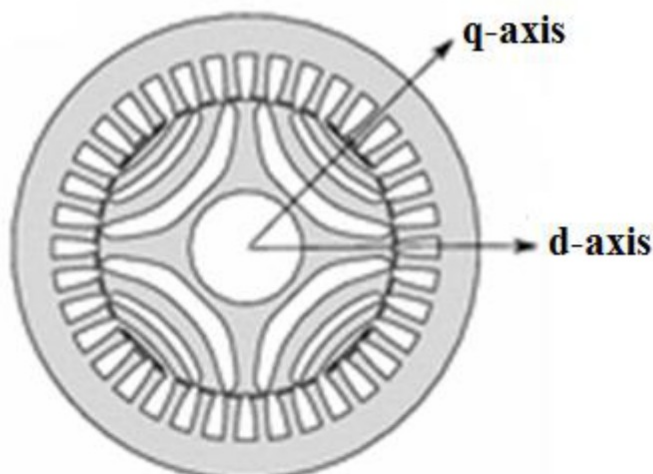


Attēls 27: Sinhrono reluktances motoru ātruma pret griezes momentu raksturojums

Motoru iedarbinot, tā griezes moments ir 300 līdz 400 procenti no nominālā. Apmēram pie  $\frac{3}{4}$  no sinhronā ātruma centrālās slēdzis atslēdz iedarbināšanas tīnumu un motors turpina attīstīt vienas fāzes griezes momentu, ko rada tikai tā darba tīnums. Tuvojoties sinhronajam ātrumam, reluktances griezes moments ir pietiekams, lai rotoru ievilkta sinhronismā ar rotējošo magnētisko lauku. Motors darbojas ar pastāvīgu ātrumu līdz nedaudz vairāk kā 20% no tā pilnas slodzes griezes momentam. Ja tas ir noslogots, pārsniedzot griezes momenta vērtību, tas turpinās darboties kā vienfāzes indukcijas motors līdz 500% no tā nominālā ātruma.

#### 7.2.2.4.5 Fāzes diagramma

Sinhronā reluktances mašīna tiek uzskatīta par trīsfāzu ķēdi, taču ar to ir pietiekami, lai attēlotu vienas fāzes fāzes diagrammu. Ņemot vērā iepriekš izskaidroto reluktances motora šķērsriezuma struktūru:



Attēls 28: Tiešā un kvadrātu asis

Statora vienas fāzes ekvivalentās shēmas izteiksme ir šāda:

$$E_r = V + I_{SD}jX_{SD} + I_{SQ}jX_{SD}$$

$E_r$ : Statora uz fāzi inducētais spriegums

$V$ : Līnijas fāzes spriegums.

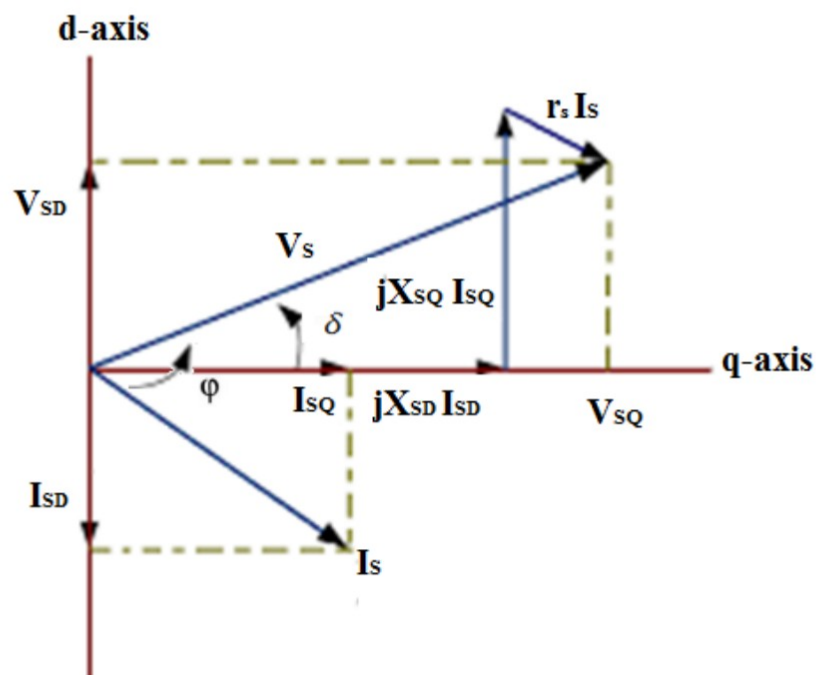
$X_{SD}$ : Sinhronā reaģētspēja tiešajā asī

$X_{SQ}$ : Sinhronā reaģētspēja kvadrātu asī

$I_{SD}$ : Tiešās ass strāva

$I_{SQ}$ : Kvadrātu ass strāva

Tādā veidā iepriekšējā izteiksmes fāzveida diagramma ir šāda:



Attēls 29: Sinhronā reluktances motora ekvivalentās shēmas fāzu diagramma

### 7.2.2.4.6 Reluktances motoru iedarbināšana un reverss

#### 7.2.2.4.6.1 Tiešā iedarbināšana un bloķēšana

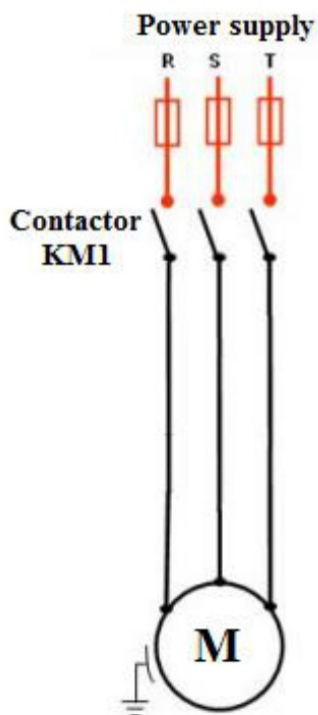
Tiešā iedarbināšana ir motora statora apgāde ar nominālo spriegumu tieši no barošanas avota. Šis iedarbināšanas veids izraisa lielas palaišanas strāvas un maksimālo griezes momentu, tāpēc, lai no tā izvairītos, parasti izmanto citus motora iedarbināšanas veidus.

Zemāk redzamajā attēlā parādīta spēka ķēde un vadības loģikas ķēde sinhronā motora tiešās iedarbināšanas automātiskai vadībai. Vadības loģikas ķēde sastāv no kontaktora, vienas NO spiedpogas (startam) un vienas NC spiedpogas (apturēšanai), kā arī stāvokļa indikatora lampas. Tādējādi lietotājs ar spiedpogām varēs vadīt kontaktora stāvokli un attiecīgi motora iedarbināšanu / apturēšanu.

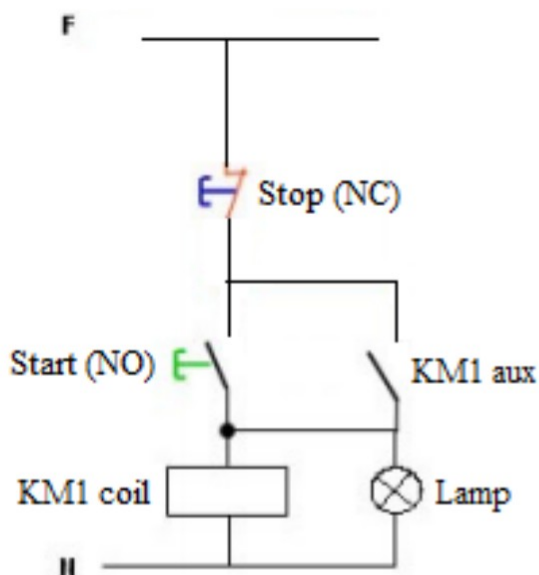


Start

Stop

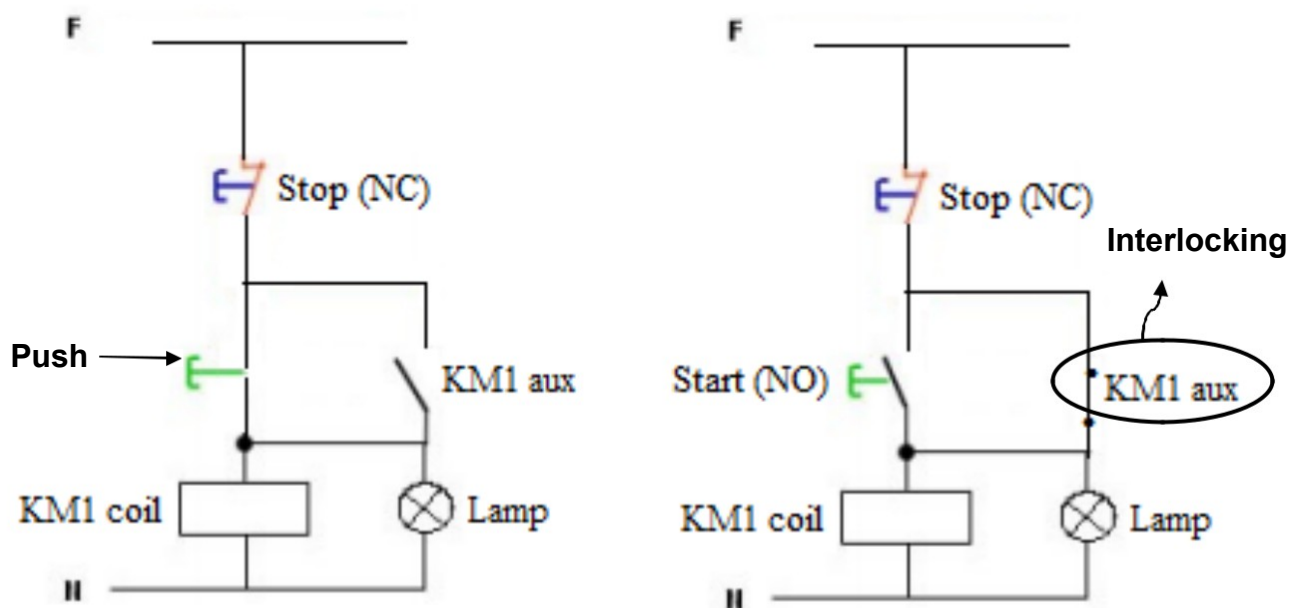


Attēls 30: Spēka ķēdes motora tiešās iedarbināšanas automātiskai vadībai



Attēls 31: Vadības loģikas ķēdes motora tiešās iedarbināšanas automātiskai vadībai

Pārliecinieties spēka un vadības ķēdēs, ka nospiežot palaišanas pogu *Start(NO)*, kontaktora *KM1* vadības spole saņem enerģiju un saslēdz kontaktora strāvas kontaktus, tā ļaujot strāvai plūst uz motoru un to iedarbināt. Ievērojiet, ka atlaižot palaišanas spiedpogu, komutatora *KM1* vadības spole caur to vairs nesaņems enerģiju un motoram būtu jāapstājas. Lai no tā izvairītos, tiek izmantots kontaktora NO kontakts, kas maina stāvokli (t.i., ieslēdzas), tikko kontaktora *KM1* spolei tiek padota enerģija, un tādējādi turpina padot enerģiju uz kontaktora vadības spoli. Šādi tiek veikta **bloķēšanas** funkcija, tā nodrošinot motora darbības turpināšanos arī pēc palaišanas pogas *Start(NO)* atlaišanas.

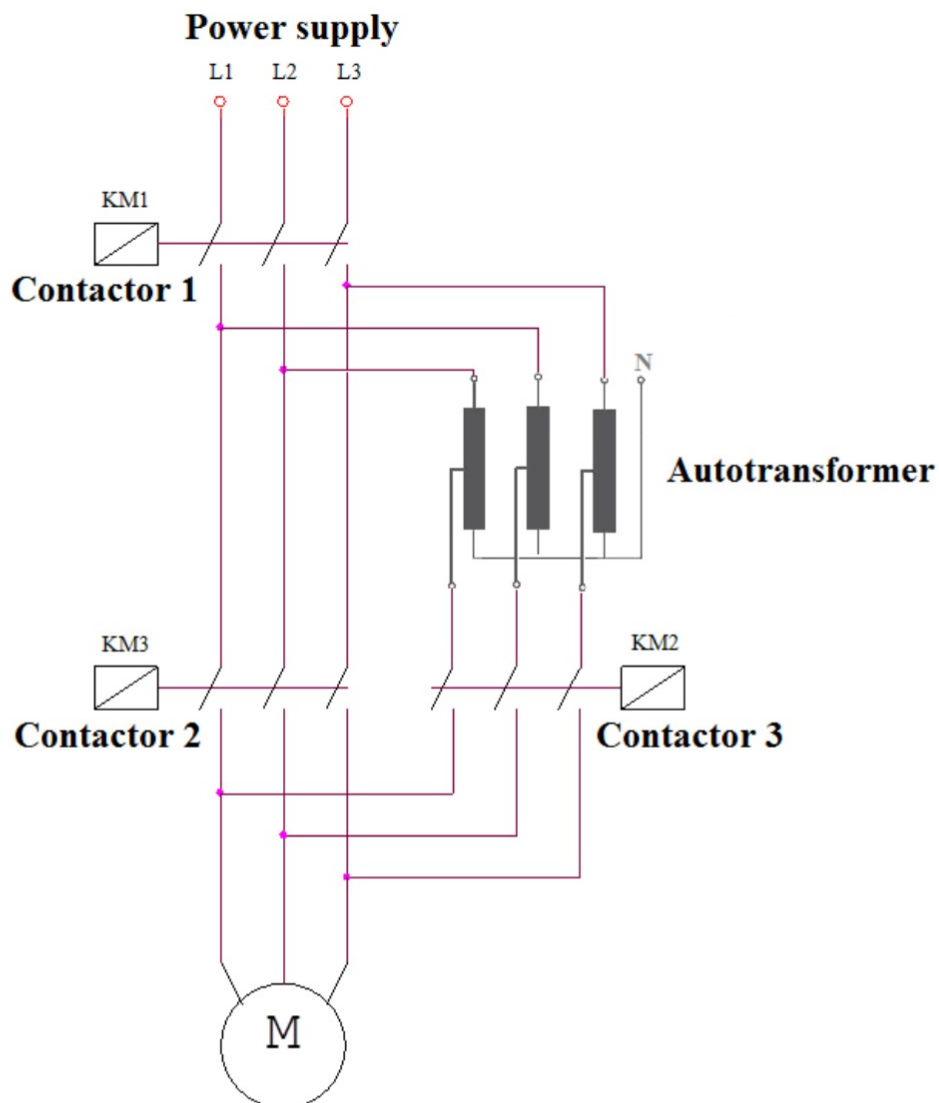


Attēls 32: Vadības loģikas ķēdes darbība motora tiešās iedarbināšanas automātiskās vadības procesā

#### 7.2.2.4.6.1 Motora mīkstā iedarbināšana caur autotransformatoru

Veicot motora mīksto iedarbināšanu caur autotransformatoru, uz motoru tā iedarbināšanas momentā caur pazeminošo autotransformatoru tiek padots spriegums, kas ir zemāks par nominālo, kāds ir barošanas tīklā. Tādā veidā maksimālā strāva un griezes moments motora iedarbināšanas brīdī nerasniedz tik lielas vērtības kā motora tiešās iedarbināšanas gadījumā.

Zemāk redzamajā attēlā ir parādīta sinhrono motora strāvas ķēde tā mīkstajai iedarbināšanai caur autotransformatoru. Motoru iedarbinot, caur loģiskām komandām komutatoru *KM1* un *KM2* vadības spolēm tiek padota enerģija, saslēdzot to strāvas kontaktus un novirzot uz motoru pazeminošā autotransformatora spriegumu, kas ir zemāks par nominālo. Vēlāk kontaktoram *KM2* ir jāatslēdz enerģija, bet *KM3* - jāpieslēdz, tā veicot motora pāreju uz nominālo darba režīmu ar nominālo spriegumu.



Attēls 33: Spēka ķēdes motora mīkstās iedarbināšanas automātiskai vadībai

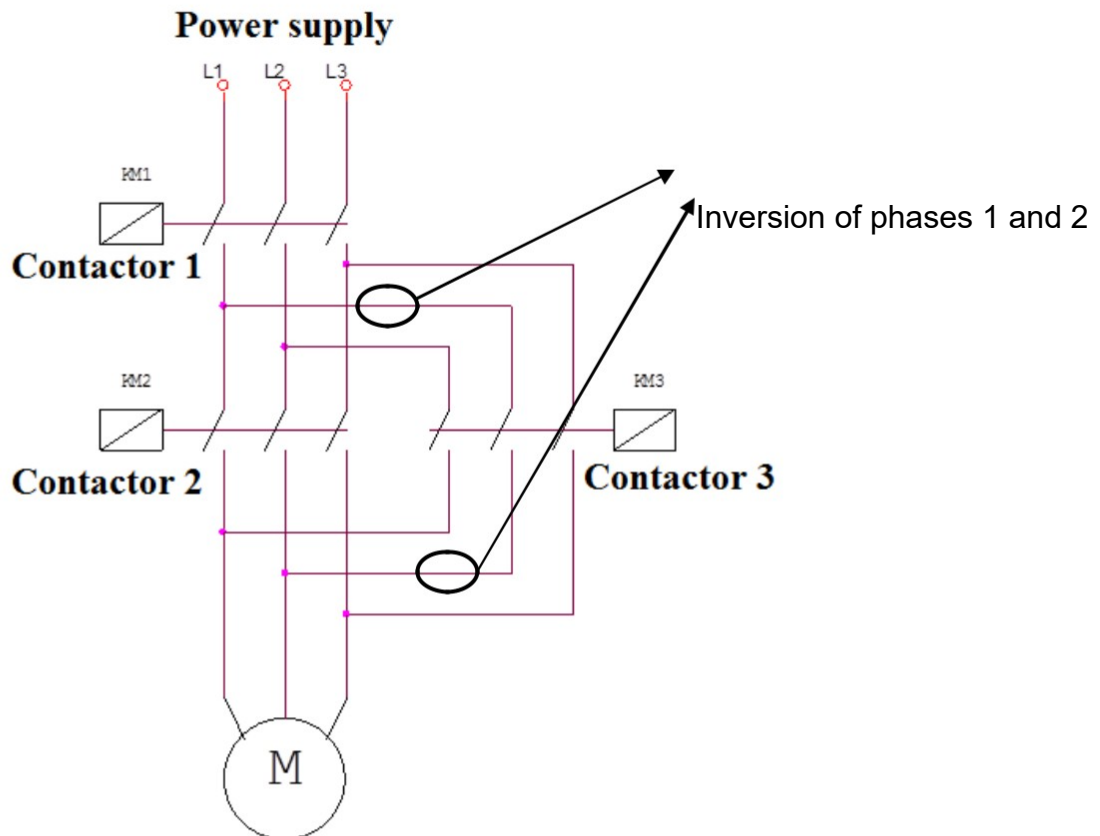
#### 7.2.2.4.6.2 Motora reversa operācijas

Trīsfāzu motora reverss nozīmē tā griešanās virziena izmaiņas, ko var vienkārši izdarīt, apmainot vietām divas fāzes.

Zemāk redzamajā attēlā parādīta strāvas ķēde motora reversam ar kontaktoriem, kurus var vadīt, izmantojot loģisko shēmu, kā parādīts iepriekš. Secība ir vienkārša: vispirms ar loģisko komandu ir jāieslēdz kontaktoru *KM1* un *KM2* vadības spoles, ļaujot motoram iedarboties vienā rotācijas virzienā.



Vēlāk kontaktoram *KM2* var atslēgt enerģiju, savukārt kontaktoram *KM3* – ieslēgt. Tā strāvas kontakti apmaina 1. un 2. fāzi, un motors maina griešanās virzienu uz pretējo.



Attēls 34: Spēka ķēdes motora rotācijas virziena automātiskai vadībai

#### 7.2.2.4.7 Sinhrono trīs-fāzu reluktances motoru priekšrocības un trūkumi

##### 7.2.2.4.7.1 Priekšrocības

- Sinhronie reluktances motori ir uzticamāki nekā pastāvīgā magnēta motori, jo nav nekādu satraukumu par demagnetizāciju;
- Nav nepieciešams ierosmes lauks, jo griezes moments ir nulle, tādējādi novēršot elektromagnētisko vērpes zudumus;
- Sinhrono reluktances motoru rotorus var veidot no ļoti izturīgiem un lētiem materiāliem.

**7.2.2.4.7.2 Trūkumi**

- Tie ir dārgāki par indukcijas motoriem;
- Salīdzinot ar indukcijas motoriem, tie ir nedaudz smagāki un ar mazāku jaudas koeficientu.

**7.2.2.4.8 Sinhrono trīs-fāzu reluktances motoru pielietojumi**

- ◊ Mērīšanas sūkņi.
- ◊ Laika uzstādīšanas mehānismi.
- ◊ Ietīšanas un locīšanas mašīnas.
- ◊ Proporcionālās ierīces sūkņiem vai konveijeriem.
- ◊ Sintētisko šķiedru ražošanas iekārtas.
- ◊ Nepārtraukto lokšņu vai filmu materiālu apstrādes iekārtas.

## **7.3 DARBĪBA**

### **7.3.1 Eksperimenta uzsākšana**

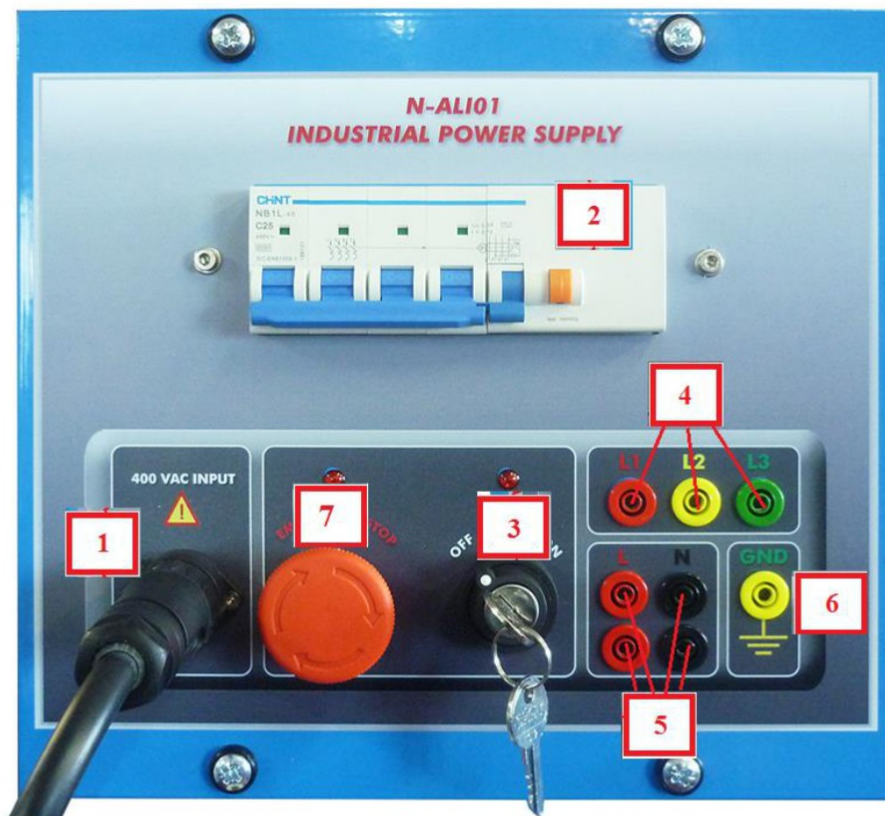
Eksperimentu uzsākiēt šādā secībā:

1. Pārlicinieties, ka galvenā barošanas bloka (N-ALI01) magnētiskā termiskā slēdža sviriņa ir nolaista, kas nozīmē, ka tas nepieļauj strāvas plūsmu.
2. Pirms eksperimenta uzsākšanas veiciet izvēlētajā praktiskajā vingrinājumā norādītos spēka un vadības ķēžu vadu savienojumus.
3. Pārbaudiet, vai visu moduļu N.TRANS03, N-ARR11 vai N-ARR12 selektoru slēdži ir pozīcijā " 0 ", nepieļaujot strāvas plūsmu.
4. Ieslēdziet galvenā barošanas bloka magnētiski termisko slēdzi.
5. Ar izņemamo atslēgu ieslēdziet galveno barošanas avotu N-ALI01.
6. Ieslēdziet visus moduļus, kuriem ir barošanas slēdži.

### **7.3.2 Eksperimenta pabeigšana**

1. Pārlicinieties, ka motora rotācija ir apstājusies.
2. Izslēdziet visu pielietoto moduļu barošanas slēdžus.
3. Uz N-ALI01 moduļa priekšplates pagrieziet atslēgu OFF pozīcijā.
4. Pārbaudiet, ka atslēgas tuvumā esošais sarkanais indikators nodziest.

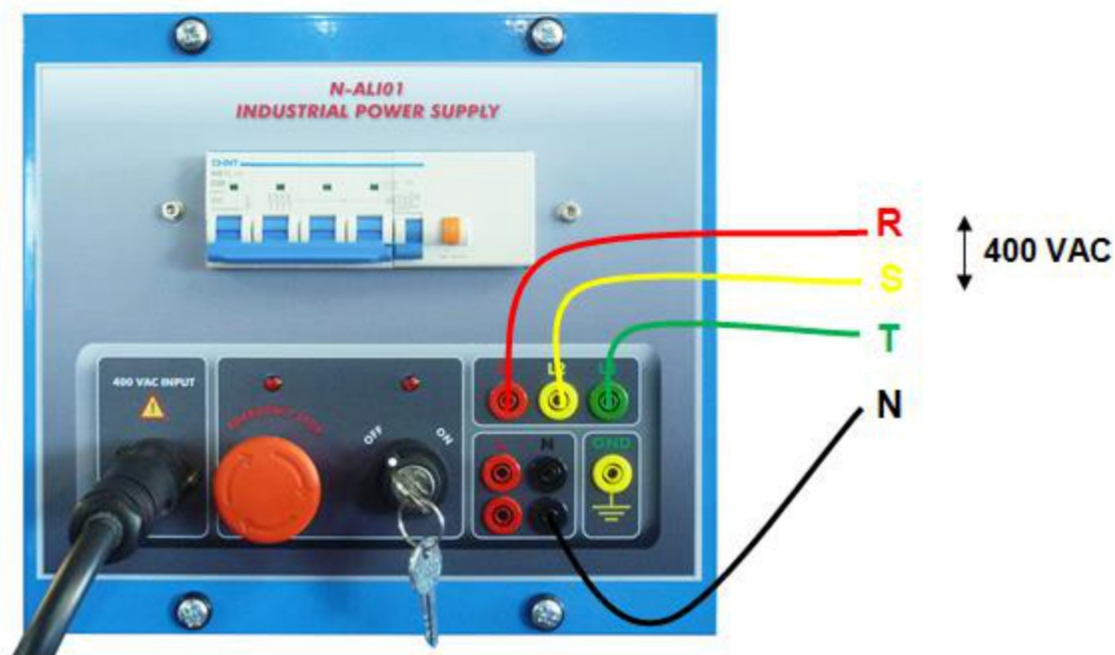
### 7.3.3 N-ALI01: Galvenais barošanas bloks



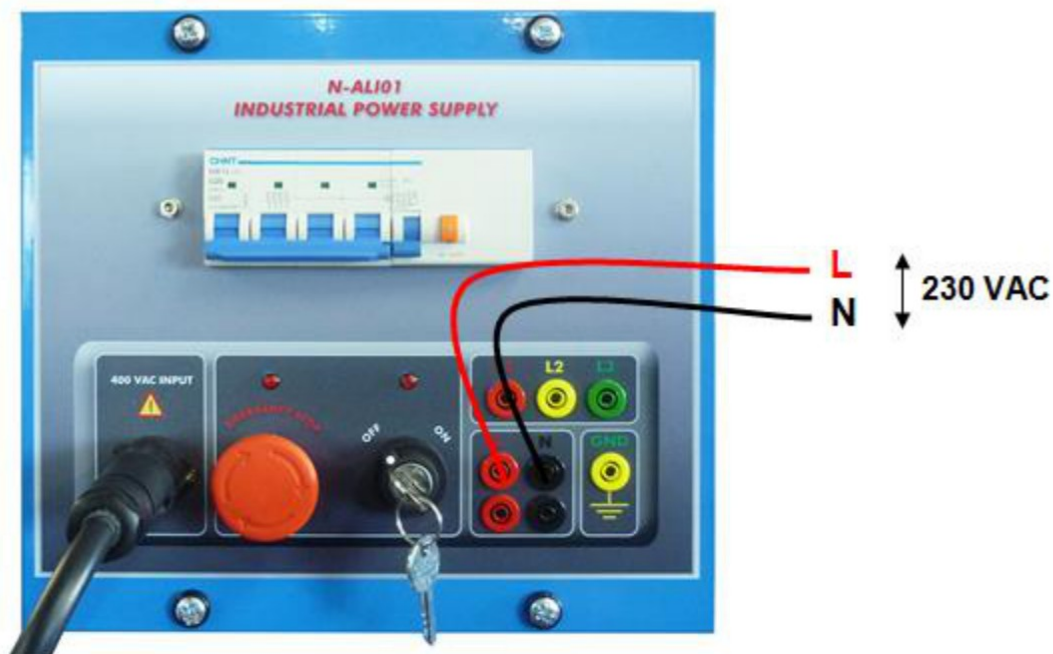
Attēls 35: N-ALI01 modulis

Bloka 400 VAC ieeja caur atbilstošu barošanas kabeli jāpievieno 400 VAC laboratorijas tīklam. Lai ieslēgtu strāvas padevi, ir jāpaceļ magneto termiskās aizsardzības (2) slēdža sviriņa un jāpagriež noņemamā atslēga (3) stāvoklī ON.

Attiecībā uz ligzdām ir jāatšķir trīsfāzu spaiļes (4), kas izvada 400 VAC trīs-fāzu spriegumu, no vienfāzes ligzdām (5), kas ļauj iegūt 230 VAC vienfāzes spriegumu. Turklāt vēl ir zemējuma pieslēguma ligzda (6) un avārijas apturēšanas poga (7) momentānai strāvas padeves pārtraukšanai jebkādu kļūmju vai riskantu notikumu gadījumā.

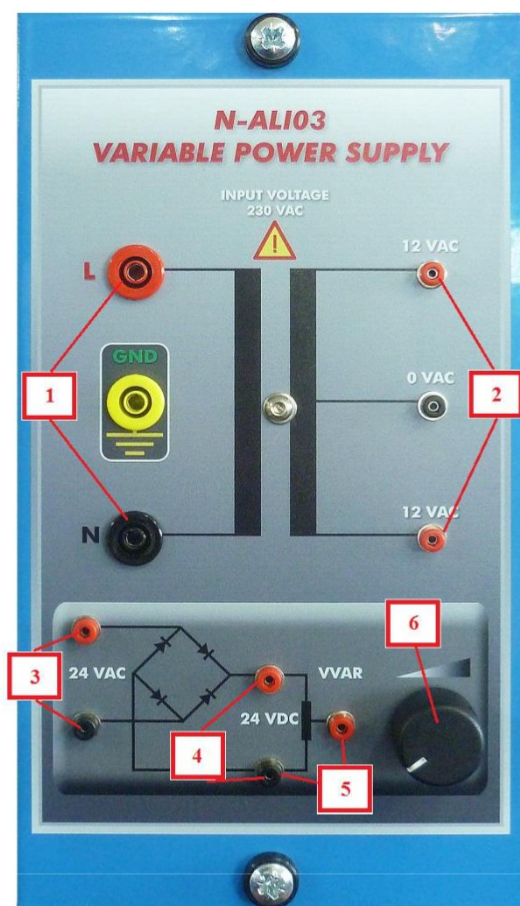


Attēls 36: Savienojumi, lai iegūtu trīs-fāzu AC spriegumu no N-ALI01 moduļa



Attēls 37: Savienojumi, lai iegūtu vien-fāzes AC spriegumu no N-ALI01 moduļa

### 7.3.4 N-ALI03: AC Papildus barošanas bloks



Attēls 38: N-ALI03 modulis

Ievade tiek veikta caur 230 VAC spailēm (1), kuras ir jāsavieno ar galvenā barošanas bloka attiecīgajiem izvadiem. Spriegums tiek sanazināts uz 24 VAC (2) un (3) un caur diodes tiltu tiek pārveidots uz 24 V DC (4). Izmantojot potenciometru (6) no 0–24 VDC ligzdām (5) var iegūt mainīgu līdzspriegumu 0–24 VDC.

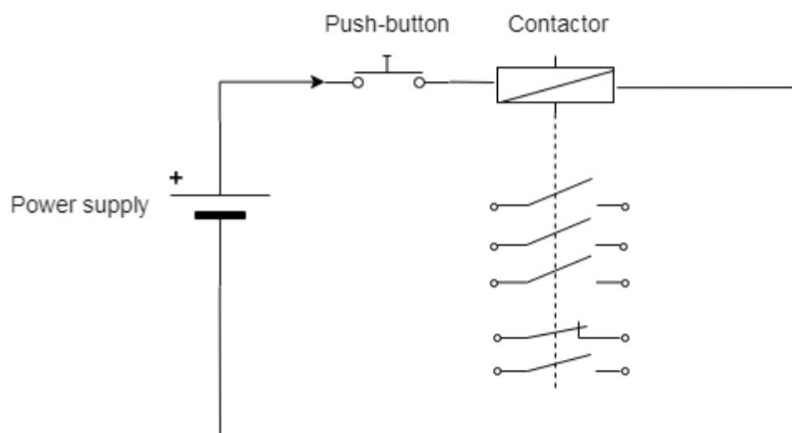
Šis modulis ir nepieciešams, lai iegūtu 24 VAC un 24 VDC spriegumu priekš zemsprieguma vadības ķēdēm (24 VAC vai 24 VDC), lai būtu vienkāršāka un drošāka iekārtas lietošana.

### 7.3.5 N-CON01. 3-polu Kontaktors (24 Vac)



Attēls 39: N-CON01 moduliis

Šis modulis sastāv no kontaktora kontaktu grupām un vadības spoles, kas iedarbina galvenos un papildus kontaktus, kad caur spoli plūst strāva.



Attēls 40: Vadības shēmas piemērs N-CON01 modulim

Augšminētā shēma darbojas sekojoši: nospiežot pogu NO, uz vadības spoli tiek padota strāva un spole maina kontaktora kontaktu stāvokli - NO kontakti saslēdzas un NC kontakti tiek atvērti. Kad pārtraucat spiedpogas nospiešanu, kontakti atgriežas sākotnējā stāvoklī.

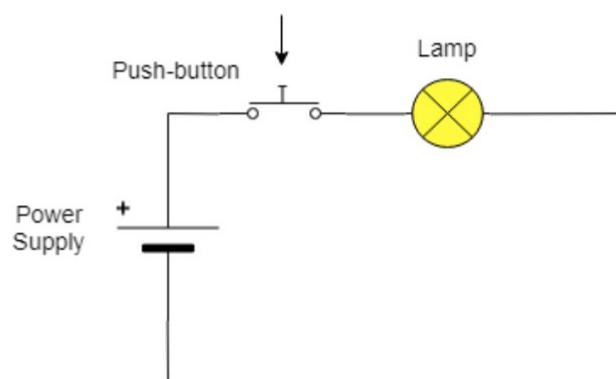


### 7.3.6 N-LAM02. Trīs lampu modulis



Attēls 41: N-LAM02 modulis

Šis modulis sastāv no trim 24 VAC lampām (sarkanās, zaļās un dzeltenās).



Attēls 42: Shēmas piemērs N-LAM02 modulim

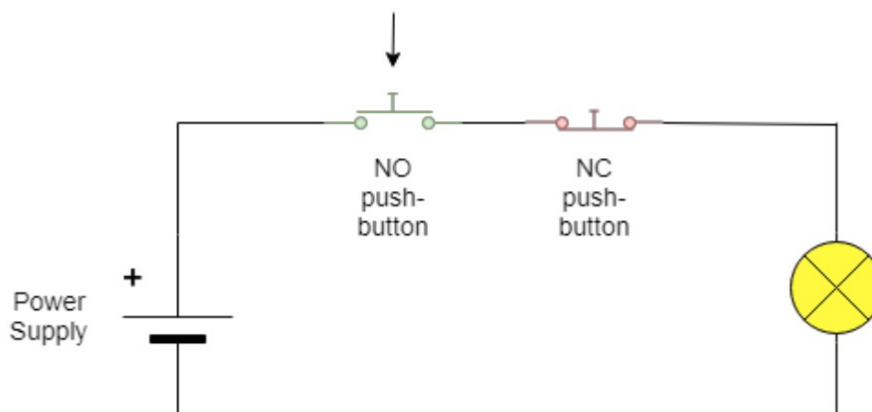
Nospiežot pogu, barošanas avota strāva ieslēdz lampu, atlaižot pogu, lampa nodziest.

### 7.3.7 N-PUL48. Trīs dubultpogu modulis



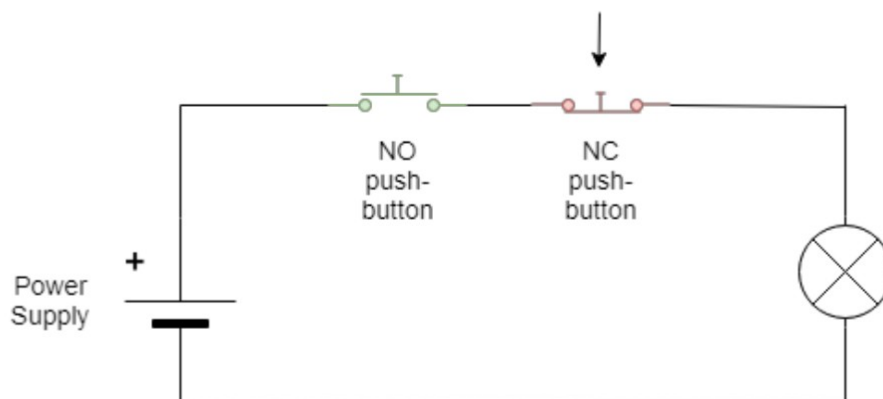
Attēls 43: N-PUL48 modulis

Šis modulis sastāv no trim divkameru pogām, zaļajām pogām ir normāli atvērti NO kontakti, bet sarkanajām – normāli slēgtie NC kontakti.



Atēls 44: Shēmas piemērs N-PUL48 modulim ar nospiestu zaļās pogas NO kontaktu

Ja piemēra shēmā jūs nospiedīsiet zaļo pogu (NO kontaktu), ķēde noslēdzas un iedegas virknē savienotā lampa.



**Attēls 45: Shēmas piemērs N-PUL48 modulim ja tiks spiesta sarkanā poga ar kontaktu NC**

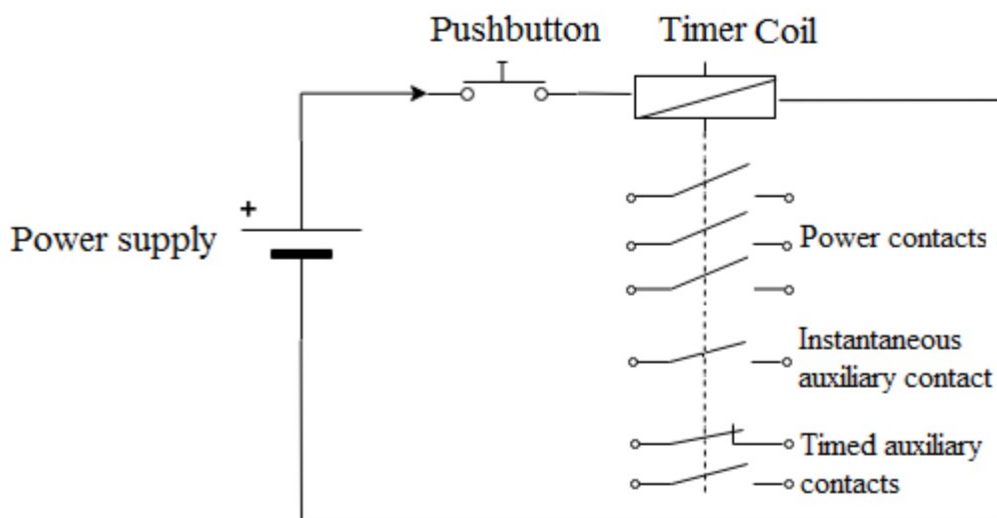
Ja tagad jūs nospiedīsiet sarkano spiedpogu (ar NC kontaktu), ķēde tiks pārtraukta un virknē ieslēgtā lampa nodzīsīs.

### 7.3.8 N-REL30: Sinhronizācijas releja modulis



Attēls 46: N-REL30 modulis

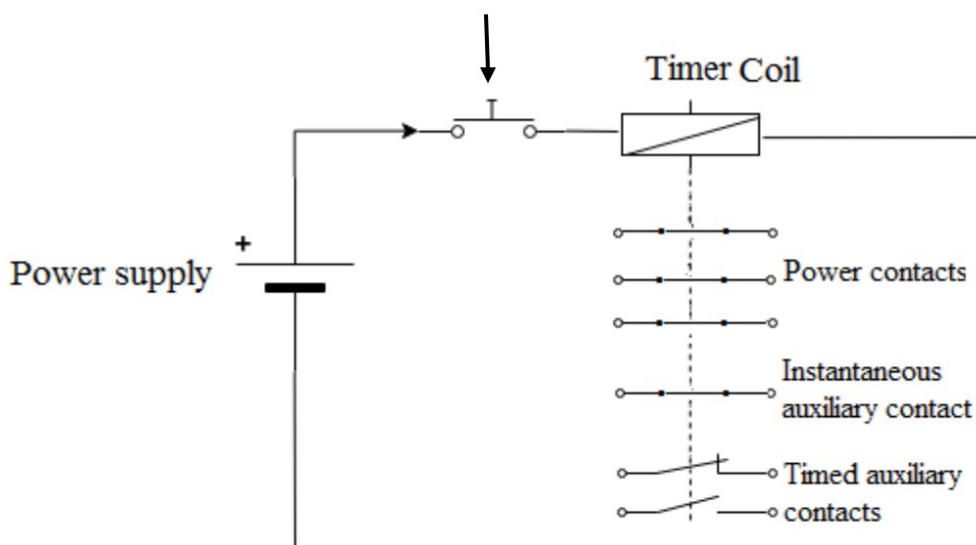
Šis modulis sastāv no regulējama uz kavējumu taimera ar vadības spoli, ar kuru var vadīt trīs NO galvenos spēka kontaktus un vairākus papildus kontaktus.



Attēls 47: Shēmas piemērs N-REL30 modulim

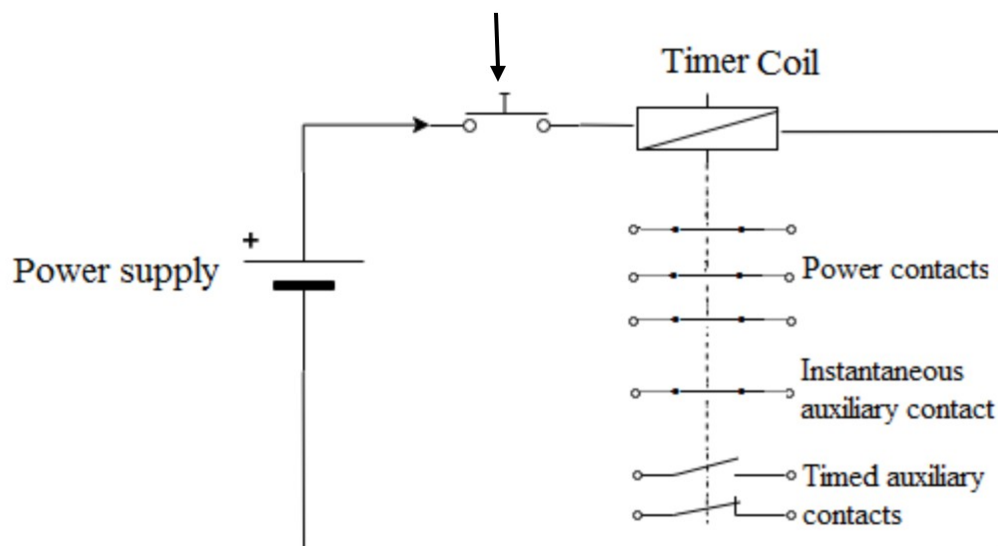
Atbilstoši shēmai, ja tiek nospiesta spiedpoga, caur taimera spoli plūst strāva un spole saslēdz trīs galvenos spēka kontaktus NO, kā arī attiecīgi saslēdzoties momentāni savu stāvokli maina pirmais papildkontakts NO. Kad ir beidzies taimerī iepriekš iestatītais laiks, mainās arī no laika atkarīgo palīgkontaktu (viena NO un viena NC) stāvoklis.

Laiks < par iestatīto kavējuma laiku



Attēls 48: Shēmas piemērs, kad poga ir nospiesta, bet  $t <$  taimerim uzstādīto laiku

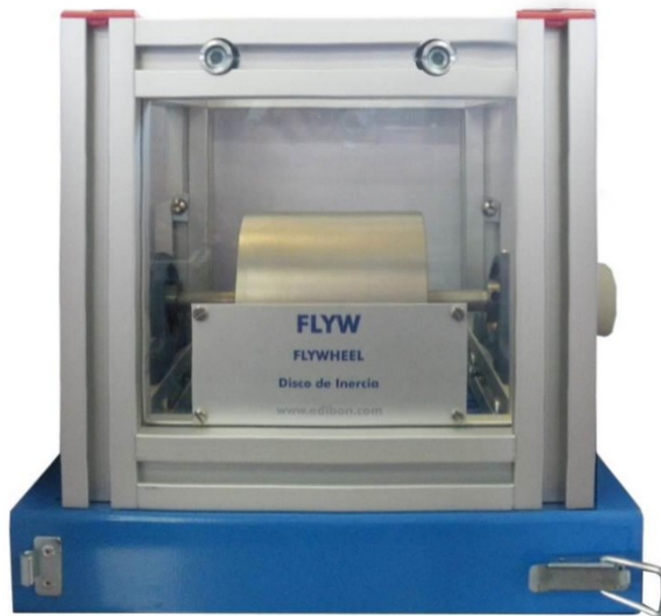
Laiks > par iestatīto kavējuma laiku



**Attēls 49: Shēmas piemērs, kad poga ir nospiesta, un  $t \geq$  taimerim uzstādīto laiku**

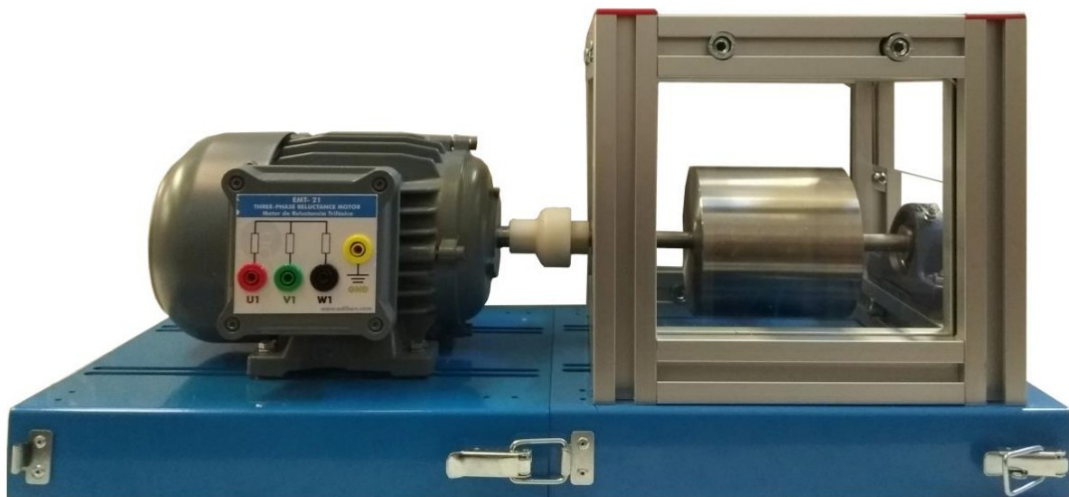
Visi galvenie un palīgkontakti paliks jaunajā stāvoklī, līdz tiks pārtraukta strāvas plūsma caur vadības spoli (t.i., spiedpoga tiks atlaista), pēc tam atkal visiem kontaktiem nonākot normālā sākuma stāvoklī.

### 7.3.9 FLYW. Spararats



Attēls 50: FLYW modulis

Tas ietver spararatu, kas darbojas kā dinamiska slodze rotācijas enerģijas uzkrāšanai, un to izmanto kopā ar motoru vai motoriem, kas iekļauti iekārtā.



Attēls 51: Piemērs motora savienojumam ar spararatu

Tas ir uz rotējošas ass nostiprināts smags ritenis, kas izlīdzina enerģijas piegādi no motora uz mašīnu. Spararata inerce izlīdzina motora ātruma svārstības un uzkrāj

lieko enerģiju periodiskai lietošanai.

Jūs varat savienot motoru ar spararatu un novērot, kā motors darbojas ar slodzi un strāvas variācijām, kas rodas, iedarbinot motoru.



### 7.3.10 EMT21. Trīs-fāzu reluktances motors



Attēls 52: EMT21 Trīs-fāzu reluktances motors

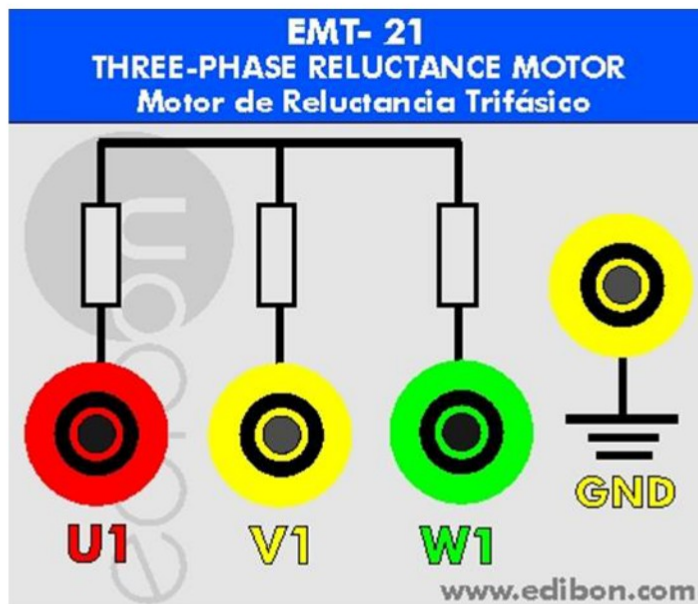
Šis modulis sastāv no trīs-fāzu reluktances motora. Atšķirībā no vāveres rata vai *wound* rotora, šim motoram ir izvirzīto polu rotors un tas darbojas ar sinhronu ātrumu.

#### 1) Parametri:

REF.:	EMT21	S.N.:		
POWER:	300	W	SPEED:	3000 rpm
Potencia:	300	W	Velocidad:	3000 rpm
V. ARMATURE:	400	V	ARMATURE:	1.4 A
V. Armadura:	400	V	Armadura:	1.4 A
V. EXCITATION:	—	V	I. EXCITATION:	— A
V. Excitación:	—	V	I. Excitación:	— A
FRECUENCY:	50	Hz	3PH/AC /YΔ	
Frecuencia:	50	Hz	3PH/AC /YΔ	
EDIBON C/ Del Agua, 14. Poligono San José de Valderas. 28918 LEGANES (Madrid) SPAIN.			TLF: (+34) 91 6 19 86 83 www.edibon.com edibon@edibon.com	

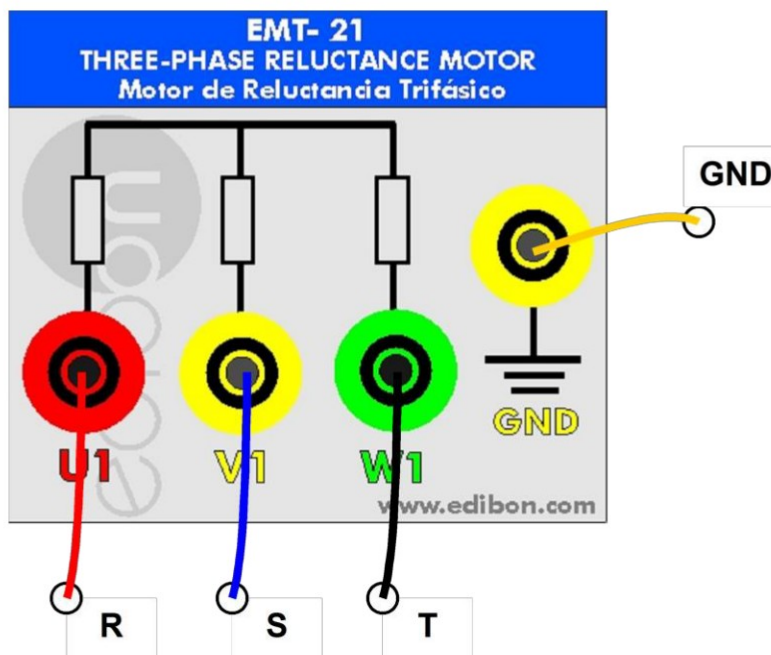
Attēls 53: EMT21 parametri

## 2) Izvadu panelis



Attēls 54: EMT21 izvadu panelis

## 3) Savienojumi

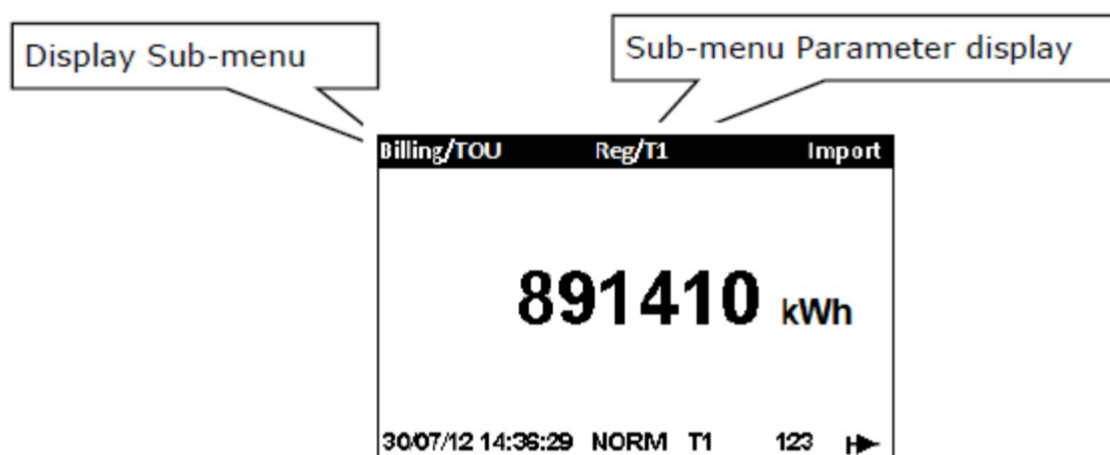


Attēls 55: EMT21 savienojumi

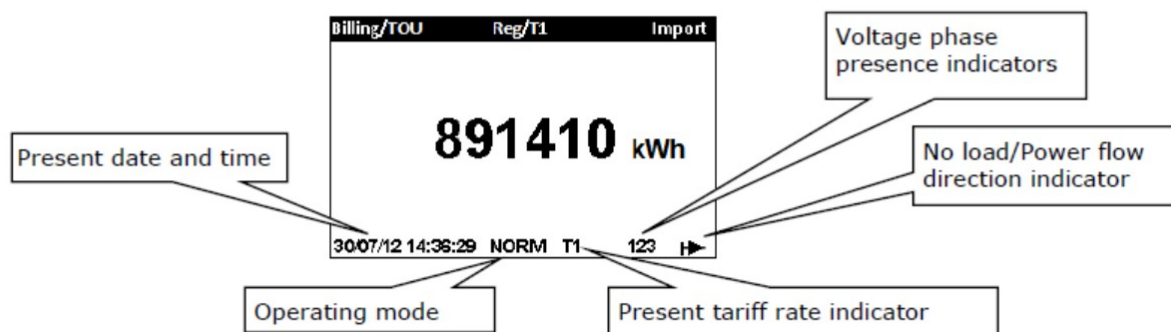
### 7.3.11 N-MED60: Tīkla analizators ar datu ieguvī datoram

#### 7.3.11.1 Displeja un navigācijas skaidrojums

Kad jūs izmantojiet analizatoru mērīšanas režīmā, displejam ir sekojošas zonas:



Displeja augšējās zonas

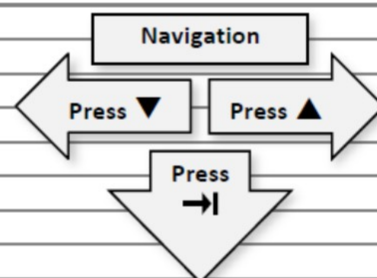


Attēls 56: Displeja apakšējās zonas

Lai pārvietotos starp displeja datiem, varat izmantot ritināšanas pogas UP/DOWN (UZ AUGŠU / UZ LEJU). Piemēram, jūs mērat spriegumu L-L un vēlaties pāriet uz L-N vērtībām, šai darbībai jums jānospiež poga UP; bet lai atgrieztos uz iepriekšējo pozīciju, jums jānospiež poga DOWN.

Katrai mērījumu apakšizvēlei ir dažādi datu displeji, piemēram, sprieguma mērījumiem; L-L, L-N, THD utt. Mērīšanas izvēlnes un datu displeju apakšizvēlnes, kurās varat pārvietoties, ir šādas:

Group (→ to change)	Screens (▲ to go right, ▼ to go left). Underlined = included in Auto Scroll
Voltages	<u>V L-L</u> // <u>V L-N</u> // THD // Ue // Hz // Phase // Demand
Currents	<u>Amps</u> // THD // TDD // K Factor // Unbalance // Demand
Powers	<u>Total</u> // <u>L1</u> // <u>L2</u> // <u>L3</u> // Import Demand // Export Demand
Demands	P Import // P Export // Amps // Volts
Min/Max	<u>V L-L</u> // <u>V L-N</u> // <u>Amps</u> // I neutral // P // PF // Hz
Energy	Import // Export
TOU (Import, Export)	Reg#1 // Reg#2
Harmonics	#3 // #5 // #7 ... #39
Spectrum	V1 // V2 // V3 // I1 // I2 // I3
Waveform	L1 // L2 // L3
Phasor	
Digital I/O	
Diagnostic	
Alarms	
Basic Settings	Page1 // Page2
Device Info	Info // Com



Attēls 57 : Mērījumu izvēlnes shēma

Lai pārvietotos starp grupām (spriegums, strāva, jauda utt.), jums jānospiež poga TAB, bet, lai pārvietotos starp katras grupas dažādiem ekrāniem, varat izmantot pogas UP un DOWN.

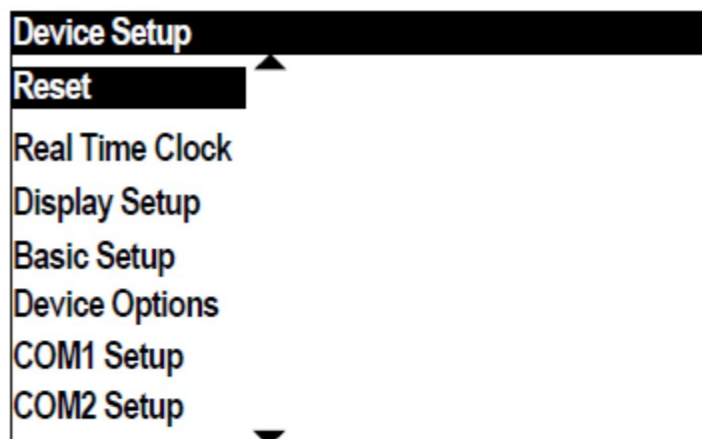
### 7.3.11.2 Iekārtas konfigurēšana

PM135EH ir divas galvenās izvēlnes, lai konfigurētu analizatoru pirms tā izmantošanas. Tās ir DEVICE SETUP (*IERĪCES IESTATĪŠANA*) un BASIC SETTINGS (*PAMATA IESTATĪJUMI*).

Lai pārvietotos starp ierīces galvenajām izvēlnēm, varat nospiegt pogu ESC / MENU un pēc tam atlasiet izvēlni, kurai vēlaties pievienoties, nospiežot ENTER.

DEVICE SETUP (*IERĪCES IESTATĪJUMAM*) ir 12 apakšizvēlnes, kas ļauj konfigurēt sakaru portus, reālā laika pulksteni, atiestatīt skaitītājus, vietējos iestatījumus, displeja iestatījumus un daudzus citus. Lai piekļūtu DEVICE SETUP, lietotājam ir jānospiež poga ESC/MENU un ar ritināšanas pogām jādodas uz DEVICE SETUP. Pēc tam nospiediet taustiņu ENTER, lai pievienotos izvēlnei. Jūs varat iestatīt paroli, lai aizsargātu šīs izvēlnes konfigurāciju.

**SVARĪGI:** Trīs-fāzu tīkla analizators ir jau EDIBON ieprogrammēts. Ja lietotājs pārprogrammēs kādus parametrus, standarta konfigurācija tiks pazaudēta. Detalizētu skaidrojumu par to, kā ieprogrammēt ierīces dažādus raksturlielumus, skatiet ražotāja sniegtajā programmēšanas rokasgrāmatā. Ja ierīce tiek izmantota citādāk nekā ražotājs norādījis, tās aprīkojuma aizsardzība var tikt sabojāta.



Attēls 58: Ierīces Setup ekrāns

Izvēlnē BASIC SETTINGS (*PAMATA IESTATĪJUMI*) tiek parādīti neaizstājami iestatījumi, kas pirms darbības jākonfigurē, piemēram, slēguma režīms, CT primārā strāva, nominālā frekvence utt. Lai piekļūtu ierīces programmēšanai, lietotājam ir jānospiež poga ESC/MENU un ar ritināšanas taustiņu jādodas uz BASIC SETTINGS. Pēc tam nospiediet taustiņu ENTER, lai pievienotos izvēlnei.

Parameter	Description	Default
Wiring Mode (see below)	Network wiring configuration	4LN3
PT Ratio	Transformation ratio of the Potential Transformers	1
PT Ratio Multiplier	Additional PT factor for EHV network	X1
CT Primary Current	The Primary Rating Of The Current Transformers	5A
Power Demand Period (E & EH models)	Duration in minutes of the power demand period calculations. E = External pulse in DI1.	15
Blocks in Sliding Demand (E & EH models)	The number of blocks to be averaged for sliding window demands	1
Volt/Ampere Demand Period	Duration in seconds for voltage and current demand	900
Nominal Frequency	The nominal frequency	60 Hz
Max. Demand Load Current	0 = CT primary current. Other = max. current	0

Wiring Mode	Setup
3-wire 2-element Delta direct connection using 2 CTs	3DIR2
4-wire 3-element Wye direct connection or 3PTs, and 3 CTs	4LN3 or 4LL3*
3-wire 2-element Open Delta connection using 2 PTs, 2 CTs	3OP2
4-wire 2½-element Wye connection using 2 PTs, 3 CTs	3LN3 or 3LL3*
3-wire 2½-element Open Delta connection using 2 PTs, 3 CTs	3OP3
4-wire 3-element Delta direct connection using 3 CTs	4LN3 or 4LL3*
3-wire 2½-element Broken Delta connection using 2 PTs, 3 CTs	3bLN3 or 3bLL3*

\* LN or LL denotes the default use of L-L or L-N voltages (in thresholds, min/max, demands etc.)

### Attēls 59: Basic settings (pamata iestatījumu) izvēlnes shēma

Lai pārvietotos starp apakšizvēlnes lappusēm, varat izmantot ritināšanas pogas.

Lai izvēlētos un mainītu kādu opciju, jums jāiet līdz šai opcijai un jānospiež taustiņš ENTER, pēc tam ar ritināšanas pogām atlasiet vērtības un vēlreiz nospiediet taustiņu ENTER, lai saglabātu šīs izmaiņas. Nobeigumā, lai izietu no izvēlnes, jums jānospiež poga ESCAPE/MENU.

**SVARĪGI:** Trīs-fāzu tīkla analizators ir jau EDIBON ieprogrammēts. Ja lietotājs pārprogrammēs kādus parametrus, standarta konfigurācija tiks pazaudēta. Detalizētu skaidrojumu par to, kā ieprogrammēt ierīces dažādus raksturlielumus, skatiet ražotāja sniegtajā programmēšanas rokasgrāmatā. Ja ierīce tiek izmantota citādāk nekā ražotājs norādījis, tās aprīkojuma aizsardzība var tikt sabojāta.

## 7.4 GALVENIE NORĀDĪJUMI UN BRĪDINĀJUMI

Piesardzības pasākumi, ieteikumi un instrukcijas, ko ieteicams ievērot pirms praktisko vingrinājumu uzsākšanas:

### ⌚ Galvenais barošanas bloks (N-ALI01)

1. Pirms jebkuras elektrisko slēgumu maiņas obligāti jāatslēdz galvenā barošana, nospiežot lielo sarkano avārijas atslēgšanas pogu. Varat arī izslēgt strāvu, pagriežot moduļa izņemamo atslēgu pozīcijā OFF. Šo metodi galvenokārt izmantos instruktors, un viņš vai viņa paturēs pie sevis minēto atslēgu, kad stends netiek izmantots, lai izvairītos no bezatbildīgām darbībām ar to.
2. Pārbaudiet, vai automātiskais magnētiski termiskais diferenciālais slēdzis, kas atrodas uz galvenā barošanas bloka, ir ieslēgts, lai moduļa barošanas avots būtu aktīvs.
3. Lai veiktu jebkuru praktisko vingrinājumu, jums ir jāsavieno visu moduļu zemējuma ligzdas GND, kā parādīts savienojumu shēmās.
4. Ja kāda praktiskā vingrinājuma izpildei ir jāizmanto moduļi, kas samontēti dažādos statīvos, tad nepieciešams savienot arī šo statīvu korpusus. Tādējādi visi moduļi tiks pareizi sazemēti.
5. Jums vienmēr jāpatur prātā attiecīgas montāžas sprieguma līmenis, ievērojot to, ka vadības loģikas slēgumiem tiks izmantotas mazās spaiļes un (24 V vai 12 V), bet spēka ķēžu slēgumiem - lielās spaiļes priekš augsta sprieguma (230 vai 400 VAC).

### ⌚ Papildus barošanas bloks (N-ALI03)

1. Papildus barošanas avots tiek izmantots, lai nodrošinātu ar spriegumu vadības elementu moduļus (lampas, spiedpogas, kontaktorus un relejus), kuriem nepieciešama 24 VAC barošana.
2. Šim modulim ir jāpievada vienfāzes 230 VAC barošana no galvenā barošanas avota, kā parādīts spēka savienojumu shēmās. Savukārt tā atbilstošajās izvades ligzdās var iegūt 24 VAC vai 24 VDC.

### ⌚ Motori

1. Pirms praktisko vingrinājumu veikšanas ar motoriem ir jāpārbauda, ka tie ir stingri piestiprināti to metāliskajai pamatnei.
2. Nepārsniedziet motoru nominnālo strāvu, spriegumu vai rotācijas ātrumu.
3. **Pirms praktisko vingrinājumu veikšanas ar spararatu ir ieteicams pārbaudīt, vai motora pamatne ir stingri savienota ar spararata pamatni, lai praktisko vingrinājumu veiktu drošā veidā un neradītu bojājumus rotējošiem elementiem vai traumas cilvēkiem. Nepievienojiet spararatu, kamēr motors rotē!**