

**Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»**

Електротехнічний факультет  
Кафедра електропривода

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
до виконання лабораторних робіт з дисципліни  
«Інтелектуальні системи керування та захисту»

для студентів спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Дніпро  
2022

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Інтелектуальні системи керування та захисту» для студентів спеціальності 141 «Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка» / Боровик Р.О.; НТУ «Дніпровська політехніка». — Д.: НТУ «ДП», 2022 — 29 с.

Упорядники: Р.О. Боровик

## ЗМІСТ

Лабораторна робота № 1 Вивчення програмного забезпечення SoMove для конфігурування реле TeSysT.....	4
Лабораторна робота № 2 Вивчення передумовних конфігурацій режимів роботи .....	12
Лабораторна робота № 3 Керування двошвидкісним двигуном за схемою Даландера з реле TeSysT .....	17
Лабораторна робота № 4 Налаштування TeSys T для керування асинхронним двигуном. Місцеве та дистанційне керування .....	22
Література .....	28

# Лабораторна робота № 1

## Вивчення програмного забезпечення SoMove для конфігурування реле TeSysT


### Мета роботи

Ознайомлення з програмним забезпеченням SoMove з метою конфігурування реле TeSysT та моніторингу його роботи.

### Програма роботи

1. Встановлення ПЗ SoMove та бібліотеки
2. Огляд інтерфейсу
3. Створення конфігурації без контролера
4. Підключення до контролера
5. Складання звіту.

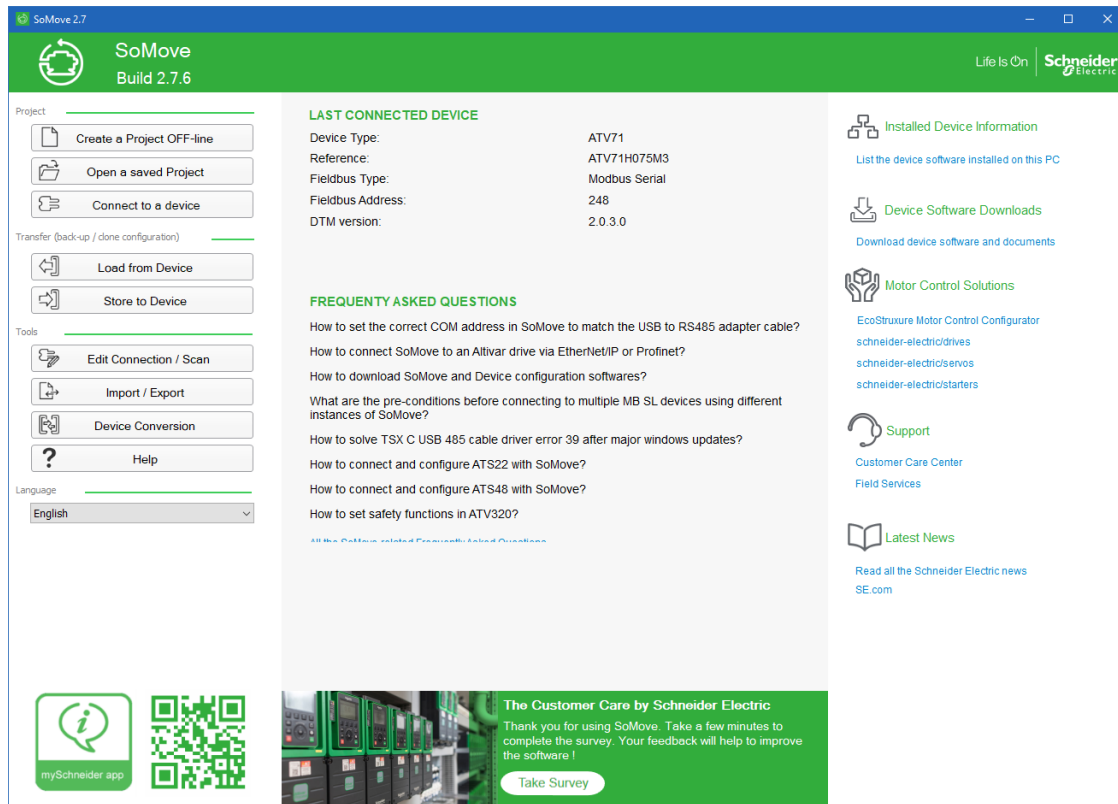
### Теоретична частина

Для конфігурування (настроювання), моніторингу роботи та відпрацювання логіки роботи багатофункційного реле TeSysT (LTMR) використовується вільне програмне забезпечення SoMove, яке можна завантажити зі  сторінки [Schneider Electric](#). Оскільки це ПЗ використовується для роботи багатьма пристроями компанії Schneider Electric (перетворювачі частоти, пристрої плавного пуску, контролери запуску, сервоприводи), то за попереднім посиланням завантажується тільки оболонка **SoMove (FDT Standalone)**, а для роботи з конкретним різновидом обладнання треба встановити відповідну бібліотеку **DTM Library**. В нашому випадку для роботи з реле необхідно встановити [TeSys DTM Library for TeSys T and TeSys U](#). Оболонка та бібліотеки час від часу оновлюються, оскільки випускаються нові «прошивки» для обладнання і покращуються наявні функції. За вказаними посиланнями завжди можна знайти актуальні версії ПЗ.

Під час встановлення ПЗ вимагається реєстрація, але вона цілком безкоштовна.

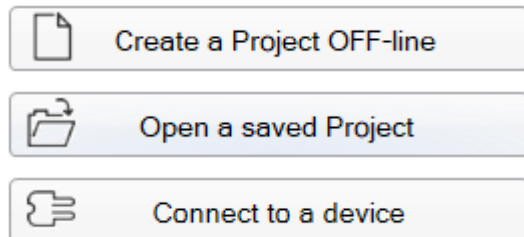
Після першого запуску SoMove та після кожного встановлення чи оновлення бібліотек **DTM Library** при запуску програма буде вимагати пересканування, на яке варто погоджуватись.

В залежності від версії початковий екран SoMove вигадає трошки інакше, але основні елементи залишаються незмінними.



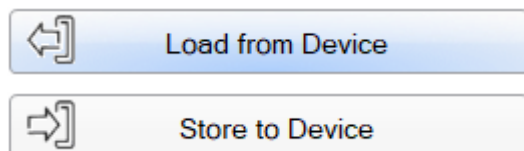
Зокрема кнопки з лівого боку вікна:

### Секція **Project**



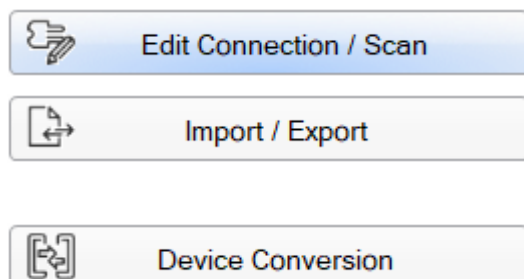
створення проекту без підключення до обладнання  
відкриття попередньо створеного чи завантаженого з пристрою проекту  
підключення до пристрою

### Секція **Transfer (back-up / clone configuration)**



завантаження параметрів (проекту) з пристрою  
вивантаження проекту до пристрою

### Секція **Tools**



редагувати параметри підключення та сканування підключених пристроїв  
перетворення файлів проектів створених в попередніх програмах конфігурації (\*.psx; \*.cfg)  
перетворення файлу проекту створеного для одного пристрою в проект для іншого пристрою

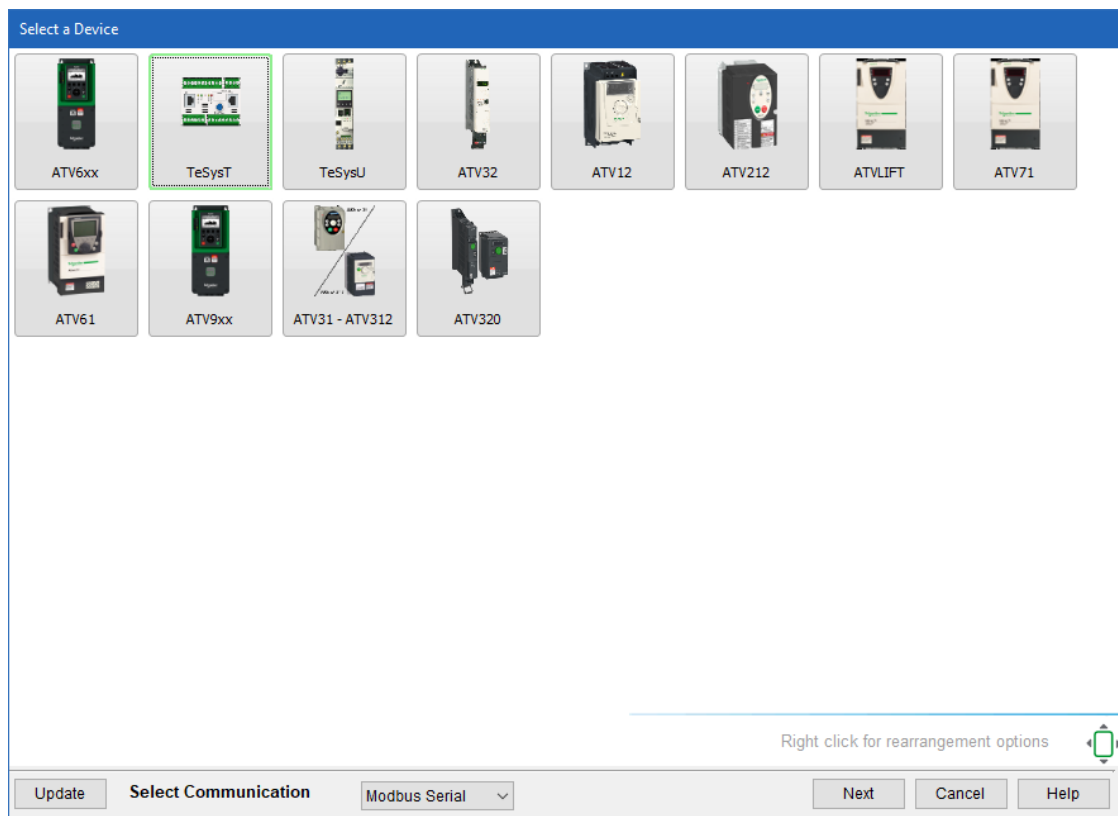


Help

довідка

## Створення проекту

За допомогою SoMove можна створювати конфігураційні файли (проекти) для підтримуваного обладнання без наявного підключення, а вже потім завантажувати його в пристрій. Для цього необхідно на стартовому екрані натиснути **Create a Project OFF-line** і з'явиться вікно вибору пристрою.



У вікні «Select a Device» відображатимуться пристрої, до яких встановлено відповідні **DTM Library**.

Після обрання необхідного пристрою тиснемо кнопку Next і з'являється вікно «Create topology», в якому потрібно вибрати необхідні каталожні номери (commercial reference) основного модуля і модуля розширення, якщо це необхідно та версії прошивок (firmware version). Треба виважено віднестися до вибору, оскільки від цього залежатиме наявність чи відсутність деяких параметрів і можливість в подальшому вивантажити проект до пристрою.

Create topology

my device

controller

commercial reference
LTMR08MFM

firmware version
v2.8

expansion module

commercial reference
LTMEV40FM

firmware version
v1.9

In case of Modbus TCP communication, please select LTMRxxxExx controller

Create
Cancel
Help

Після натискання Create з'явиться вікно проекту

SoMove 2.7 - Untitled Project.psx\*

File View Communication Device Tools Help

data are not synchronized

my Device operate parameter list fault monitoring diagnostic custom logic FB diagram logic simulator

characteristics

current rating
0.4 - 8 A

control voltage
100 - 240V AC

network port protocol
Modbus SL

voltage measurement
yes

expansion module inputs / outputs
4/0

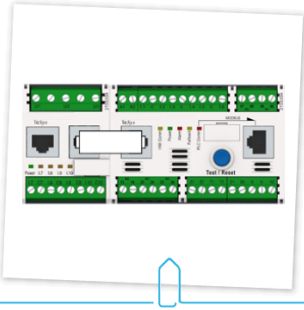
structure

part	reference	firmware version
controller	LTMR08MFM	v2.8
network		
expansion module	LTMEV40FM	v1.9

software

TeSys T DTM Software Version
2.13.0.0

Modify ...



Disconnected 0 Modbus Serial:COM8:248 Project Loaded

На вкладці «my Device» відображаються каталожні номери і версії прошивок модулів, версія встановленої бібліотеки **DTM Library**, та на картинці зовнішній вигляд обраного обладнання. Кнопка Modify... дозволяє змінити версії прошивок обраних модулів.

На вкладці «operate» можна спостерігати за станом параметрів і входів/виходів та змінювати деякі параметри.



The screenshot shows the 'operate' tab of a control interface. It is divided into three main sections:

- Monitoring:** A table of parameters with their current values and edit/delete icons.



ID	Parameter Name	Value	Icon
00455_M	Motor State	not ready	✕
00465	thermal capacity level	0 %	✕
00500_W	average current	0.00 A	✕
00471	current phase imbalance	0 %	✕
00451_M	fault code	0	✕
00460_M	warning code	0	✕
- Input / Output Terminals:** A list of logic inputs and outputs, each with a status indicator (green for active, grey for inactive).

ID	Terminal Name	Status
00457.00_T	logic input 1	Inactive
00457.01_T	logic input 2	Inactive
00457.02_T	logic input 3	Inactive
00457.03_T	logic input 4	Inactive
00457.04_T	logic input 5	Inactive
00457.05_T	logic input 6	Inactive
00457.06_T	logic input 7	Inactive
00457.07_T	logic input 8	Inactive
00457.08_T	logic input 9	Inactive
00457.09_T	logic input 10	Inactive
00458.00_T	logic output 1	Inactive
00458.01_T	logic output 2	Inactive
00458.02_T	logic output 3	Inactive
00458.03_T	logic output 4	Inactive
- Settings:** A table of configuration parameters with their current values and edit/delete icons.

ID	Parameter Name	Value	Icon
00606	motor class	motor class 5	✕
00652	motor full load current ratio	5 %FLCmax	✕
00631.03	thermal overload fault enable	enable	✕
00632.03	thermal overload warning enable	enable	✕
00608	thermal overload fault reset threshold	75 %	✕
00609	thermal overload warning threshold	85 %	✕
00682	network port fallback action setting	LO1, LO2 off	✕
00631.15	network port fault enable	disable	✕
00632.15	network port warning enable	disable	✕
00633.02	wiring fault enable	enable	✕

Секція «Monitoring» — відображаються параметри при безпосередньому з'єднанні з пристроєм. Можна додавати  та видаляти  параметри для спостереження.

Секція «Input/Output Terminals» — відображається стан входів і виходів при безпосередньому з'єднанні з пристроєм. Активні (подано сигнал) відображаються зеленим, не активні — сірим кольором.

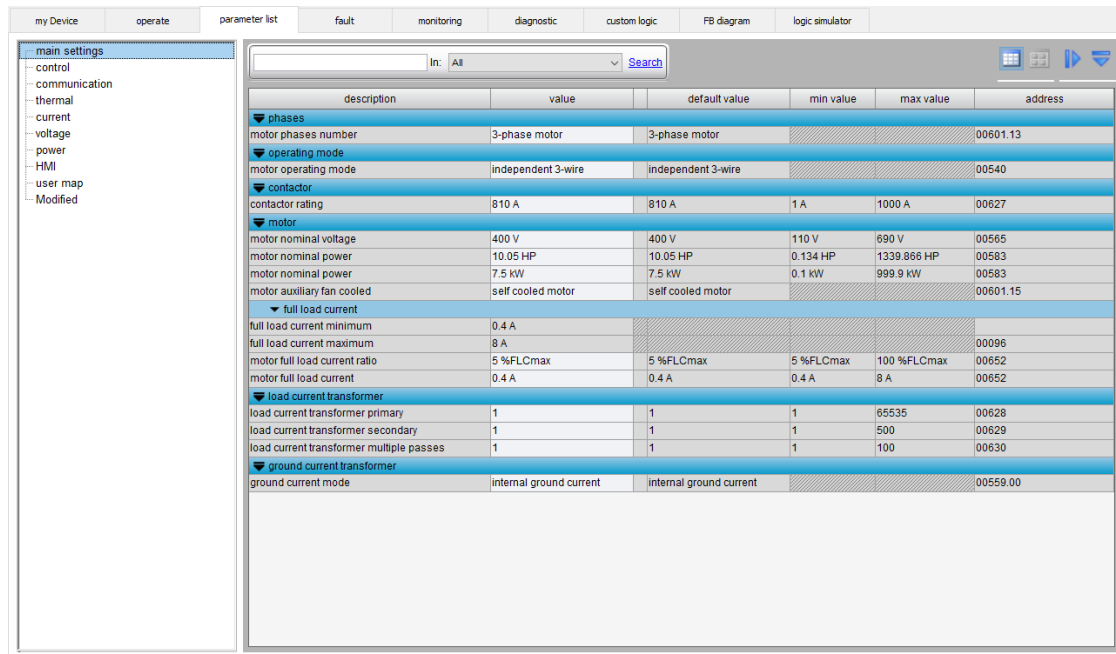
Секція «Settings» — зміна параметрів. Можна додавати  та видаляти  параметри для швидкого налаштування.

Вкладка «parameter list» містить всі параметри, які доступні для перегляду чи зміни.


Параметри розділені на декілька груп


- main settings — основні налаштування;
- control — налаштування параметрів керування контролером, керування входами/виходами;
- communication — налаштування портів мережі та панелі оператора;
- thermal — теплові захисти;
- current — струмові захисти;
- voltage — захисти напруги (за наявності модуля розширення);
- power — захисти потужності (за наявності модуля розширення);
- HMI — параметри графічного терміналу LTMCU;
- user map — групи захистів, які визначає користувач;
- Modified — параметри, значення яких відрізняється від заводських.





Параметри відображаються у вигляді таблиці. Доступні для редагування поля мають світліше забарвлення порівню з іншим тлом.

description	value	default value	min value	max value	address
motor nominal voltage	400 V				00565
▼ phases					
▼ phase imbalance					
voltage phase imbalance fault enable	enable	 disable			00633.07
voltage phase imbalance fault threshold	10 %	10 %	3 %	15 %	00568
voltage phase imbalance fault timeout starting	0.7 s	0.7 s	0.2 s	20 s	00566
voltage phase imbalance fault timeout running	2 s	2 s	0.2 s	20 s	00567

Якщо заводське значення (default value) було змінено, то праворуч від поточного значення відображається 

Хоча в цій вкладці зібрані всі параметри, проте відображаються вони частково — це залежить від налаштувань, тобто додаткові параметри з'являються при зміні деяких параметрів.

Наприклад, заводське налаштування захисту від надмірного струму деактивоване *overcurrent fault = disable*. Якщо його активувати *overcurrent fault = enable*, то з'являться параметри для налаштування цього захисту, які раніше були приховані

- *overcurrent fault threshold* — поріг спрацювання захисту, та
- *overcurrent fault timeout* — час витримки.

Після виконання налаштувань проект необхідно зберегти.

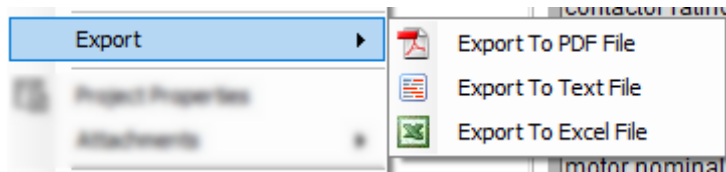
### Збереження проекту

Для збереження проекту в меню File треба вибрати Save As... (F12), проект зберігається в файл \*.psx.

Автоматичного збереження в програмі немає.

Проекти, створені в попередніх версіях SoMove відкриваються без проблем.

Окрім збереження проекту можна експортувати проект (вміст вкладок «my Device» та «parameter list») для переліку в зручному форматі.



### Завдання

- Відповідно до варіанту створити файл проекту з потрібним обладнанням та версіями «прошивок»

Варіант	Польова шина	Напруга живлення кіл керування	Режим керування реле	Режим керування двигуном	Тип двигуна*
1	ModBus	24V DC	двопровідний	пуск Y/Δ	AIP71A2
2	ProfiBus DP	110V AC	трипровідний	незалежний	AIP80A2
3	DeviceNet	220V AC	двопровідний	реверсивний	AIP90L2
4	CANOpen	24V DC	трипровідний	пуск Y/Δ	AIP71B4
5	Ethernet TCP/IP	110V AC	двопровідний	захист від перевантаження	AIP160S2
6	ModBus	220V AC	трипровідний	пуск через реактор	AIP90LA8
7	ProfiBus DP	24V DC	двопровідний	незалежний	AIP90LB8
8	DeviceNet	110V AC	трипровідний	пуск через автотрансформатор	AIP90LA8
9	CANOpen	220V AC	двопровідний	реверсивний	AIP180S2
10	Ethernet TCP/IP	24V DC	трипровідний	пуск Y/Δ	AIP160S4
11	ModBus	110V AC	двопровідний	незалежний	AIP112MA8
12	ProfiBus DP	220V AC	трипровідний	реверсивний	AIP112M4

\*Каталожні дані двигунів AIP

- Виконати налаштування параметрів та захистів
- Зберегти проект та експортувати проект в \*.xls
- Підготувати звіт з лабораторної роботи

### Звіт

- титульний аркуш
- назва та мета лабораторної роботи
- копія екрану вкладки «my Device»
- копія екрану вкладки Modified вкладки «parameter list»
- відповіді на питання для самоперевірки
- Звіт, файли проекту \*.psx та \*.xls завантажити до do.nmu.org чи „завдання“ MS Teams.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Які програмні компоненти необхідні для створення/відкривання проекту на ПК без підключення до реле TeSysT?
  2. Яке призначення має ПЗ SoMove при роботі з багатофункційним реле TeSysT?
  3. Як обрати конкретне реле TeSysT для проекту? Чи можна його змінити в процесі програмування?
  4. Що необхідно для реалізації захистів за струмом?
  5. Що необхідно для реалізації захистів за напругою?
  6. Що необхідно для реалізації захистів за потужністю?
  7. Як зрозуміти, які саме параметри були змінені відносно заводських значень?
  8. Де подивитись допустимі межі значень кожного параметру?
  9. Що треба, щоб переглянути вміст існуючого проекту без встановлення спеціалізованого ПЗ?
  10. Як відкрити файл проекту, створений в попередніх програмах конфігурування контролера TeSysT?
-

## **Лабораторна робота № 2**

### **Вивчення передумованих конфігурацій режимів роботи**

#### **Мета роботи**

Ознайомлення з передумованими конфігураціями режимів роботи, дослідження їх роботи в симуляторі логіки.

#### **Програма роботи**

1. Ознайомлення з передумованими конфігураціями режимів роботи, відповідними схемами підключення та призначенням входів/виходів реле LTMR
2. Компіляція передумованих файлів логіки
3. Вивчення інтерфейсу та принципів роботи симулятора логіки
4. Дослідження в симуляторі поведінки реле LTMR (виходів) в кожній конфігурації
5. Складання звіту.

#### **Теоретична частина**

Робота та поведінка багатофункційного реле керування та захисту TeSysT складається з двох частин:

1. **Налаштування параметрів реле.** Вони дуже варіативні, і залежать від параметрів двигуна та комутаційного обладнання, типу навантаження і вимог технологічного процесу.
2. **Логіка роботи,** тобто як саме реле буде керувати своїми виходами в залежності від сигналів на своїх входах. Для окремого класу механізмів логіка запуску чи перемикачання обмоток залишається незмінною незалежно від значення потужності, струму чи напруги двигуна.

#### ***Передумовані режими***

Згадана «логіка роботи» визначається параметром *motor operating mode* (00540). В LTMR реалізовано десять передумованих режимів роботи, які перекривають значну потребу загальнопромислових застосувань. В кожному з цих режимів визначені алгоритми поведінки виходів в залежності від сигналів (або комбінацій сигналів) на входах.

Взагалі-то, за логікою роботи, передумованих режимів лише п'ять, проте кожен реалізований для двох схем кіл керування:

- з однією кнопкою з фіксацією (без самоповернення) — двопровідний
- з двома кнопками без фіксації (з самоповерненням) — трипровідний.

Передумовані режими:

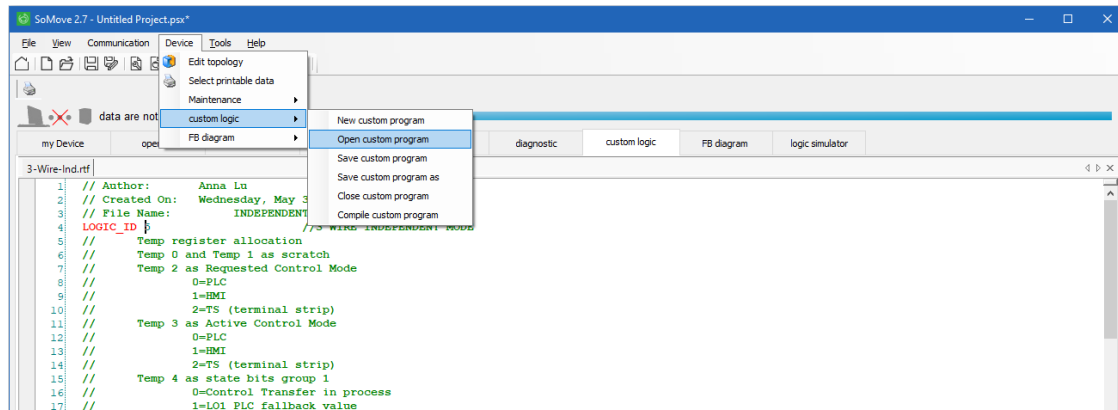
- Режим захисту від перевантаження
- Незалежний

- Реверсивний
- Двоступінчастий
- Двошвидкісний

Файли логіки з передумованими режимами зберігаються в форматі \*.rtf в паці встановлення бібліотеки "x:\Program Files (x86)\Common Files\Schneider Electric Shared\TeSysDTMLibrary\TeSysT\Configurations\LTMR 2.5\".

### **Користувацький режим роботи**

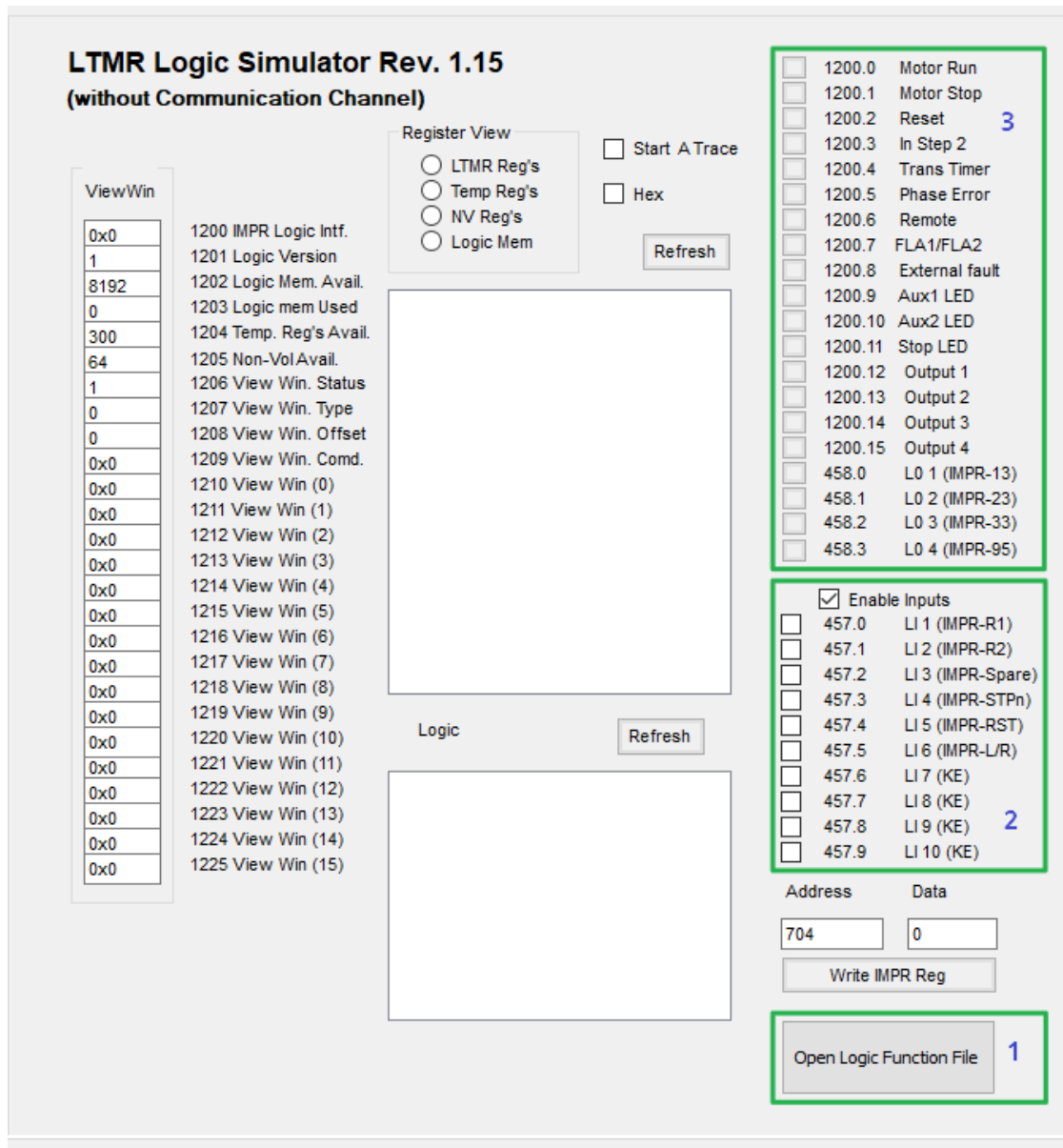
Окрім перелічених 10 режимів можна реалізувати «користувацький режим роботи» шляхом адаптації одного з передумованих режимів, для цього в SoMove є вкладка з редактором «custom logic».



Після редагування чи модифікації, треба виконати компіляцію для перевірки програми на синтаксичні помилки, а потім зберегти файл (\*.lf).

Для компіляції файлу в редакторі «custom logic» повинні збігатись номери параметру *motor operating mode* (00540) та оператора LOGIC\_ID в програмі.

Щоб перевірки логіку роботи створеного файлу треба скористатись симулятором «logic simulator»



За допомогою логічного симулятора можна перевірити роботу користувацької програми логіки при подачі сигналів від клемника або через мережевий порт (віддалене керування) без фізичної наявності реле LTMR.

Логічний симулятор імітує роботу реле, циклічно виконуючи всі команди, які записані в файлі логіки режиму роботи.

Для перевірки роботи скомпільованого файлу логіки роботи треба:

1. Завантажити попередньо скомпільований файл \*.lf — натисканням на кнопку «Open logic Function File»
2. Імітувати сигнали на входах — встановлюємо позначки на відповідних бітах
3. Спостерігати за реакцією реле — з'являтимуться позначки у відповідних бітах.

## Дистанційне керування

За допомогою симулятора «logic simulator» можна перевірити реакцію користувачької програми логіки на подачу команд через комунікаційну мережу. Для цього немає необхідності формувати запит чи посилку в форматі мережевого протоколу, а тільки записувати числові данні в десятковому форматі у відповідні регістри. Наприклад, керування реле здійснюється присвоєнням відповідним бітами регістру 704 одиничних значень:

Регістр 704	Біт	Призначення
	Біт 0	Запуск «Вперед»
	Біт 1	Запуск «Назад»

На рисунку наведено реакції реле на відповідні значення в реєстрі керування 704.

☐ 1200.0 Motor Run  
☒ 1200.1 Motor Stop  
☐ 1200.2 Reset  
☐ 1200.3 In Step 2  
☐ 1200.4 Trans Timer  
☐ 1200.5 Phase Error  
☒ 1200.6 Remote  
☐ 1200.7 FLA1/FLA2  
☐ 1200.8 External fault  
☐ 1200.9 Aux1 LED  
☐ 1200.10 Aux2 LED  
☐ 1200.11 Stop LED  
☐ 1200.12 Output 1  
☐ 1200.13 Output 2  
☐ 1200.14 Output 3  
☒ 1200.15 Output 4  
☐ 458.0 L0 1 (IMPR-13)  
☐ 458.1 L0 2 (IMPR-23)  
☐ 458.2 L0 3 (IMPR-33)  
☒ 458.3 L0 4 (IMPR-95)

☒ Enable Inputs  
☐ 457.0 LI 1 (IMPR-R1)  
☐ 457.1 LI 2 (IMPR-R2)  
☐ 457.2 LI 3 (IMPR-Spare)  
☐ 457.3 LI 4 (IMPR-STPn)  
☐ 457.4 LI 5 (IMPR-RST)  
☒ 457.5 LI 6 (IMPR-L/R)  
☐ 457.6 LI 7 (KE)  
☐ 457.7 LI 8 (KE)  
☐ 457.8 LI 9 (KE)  
☐ 457.9 LI 10 (KE)

AddressData  

7040

Write IMPR Reg

☒ 1200.0 Motor Run  
☐ 1200.1 Motor Stop  
☐ 1200.2 Reset  
☐ 1200.3 In Step 2  
☐ 1200.4 Trans Timer  
☐ 1200.5 Phase Error  
☒ 1200.6 Remote  
☐ 1200.7 FLA1/FLA2  
☐ 1200.8 External fault  
☒ 1200.9 Aux1 LED  
☐ 1200.10 Aux2 LED  
☐ 1200.11 Stop LED  
☒ 1200.12 Output 1  
☐ 1200.13 Output 2  
☐ 1200.14 Output 3  
☒ 1200.15 Output 4  
☒ 458.0 L0 1 (IMPR-13)  
☐ 458.1 L0 2 (IMPR-23)  
☐ 458.2 L0 3 (IMPR-33)  
☒ 458.3 L0 4 (IMPR-95)

☒ Enable Inputs  
☐ 457.0 LI 1 (IMPR-R1)  
☐ 457.1 LI 2 (IMPR-R2)  
☐ 457.2 LI 3 (IMPR-Spare)  
☐ 457.3 LI 4 (IMPR-STPn)  
☐ 457.4 LI 5 (IMPR-RST)  
☒ 457.5 LI 6 (IMPR-L/R)  
☐ 457.6 LI 7 (KE)  
☐ 457.7 LI 8 (KE)  
☐ 457.8 LI 9 (KE)  
☐ 457.9 LI 10 (KE)

AddressData  

7041

Write IMPR Reg

☒ 1200.0 Motor Run  
☐ 1200.1 Motor Stop  
☐ 1200.2 Reset  
☐ 1200.3 In Step 2  
☐ 1200.4 Trans Timer  
☒ 1200.5 Phase Error  
☒ 1200.6 Remote  
☐ 1200.7 FLA1/FLA2  
☐ 1200.8 External fault  
☐ 1200.9 Aux1 LED  
☒ 1200.10 Aux2 LED  
☐ 1200.11 Stop LED  
☐ 1200.12 Output 1  
☒ 1200.13 Output 2  
☐ 1200.14 Output 3  
☒ 1200.15 Output 4  
☐ 458.0 L0 1 (IMPR-13)  
☒ 458.1 L0 2 (IMPR-23)  
☐ 458.2 L0 3 (IMPR-33)  
☒ 458.3 L0 4 (IMPR-95)

☒ Enable Inputs  
☐ 457.0 LI 1 (IMPR-R1)  
☐ 457.1 LI 2 (IMPR-R2)  
☐ 457.2 LI 3 (IMPR-Spare)  
☐ 457.3 LI 4 (IMPR-STPn)  
☐ 457.4 LI 5 (IMPR-RST)  
☒ 457.5 LI 6 (IMPR-L/R)  
☐ 457.6 LI 7 (KE)  
☐ 457.7 LI 8 (KE)  
☐ 457.8 LI 9 (KE)  
☐ 457.9 LI 10 (KE)

AddressData  

7042

Write IMPR Reg

## **Завдання**

Оскільки для кожного передустановленого режиму роботи визначені типова схема підключення кіл керування і силових кіл і, відповідно до схеми і логіки роботи, поведінка виходів в функції сигналів на входах, тому для кожного з 10 режиму треба:

1. Завантажити в симулятор передустановлений режим, як користувацьку програму логіки
2. Відповідно до схеми з'єднання імітувати сигнали на входах клемника (457.0-457.9)
3. Фіксувати реакцію виходів на вхідні сигнали
4. Перевести реле в дистанційний режим керування, імітувати подачу сигналів через мережевий протокол
5. Фіксувати реакцію виходів на вхідні сигнали.

## **Звіт**

- титульний аркуш
- назва та мета лабораторної роботи
- для кожного передустановленого режиму роботи
  - схема та опис задіяних входів та їх призначення
  - сигнали на виході відповідно до можливих комбінацій сигналів на вході
- висновки
- відповіді на питання для самоперевірки
- Звіт, файли проекту \*.psx та \*.xls завантажити до [do.nmu.org](https://do.nmu.org) чи „завдання“ MS Teams.

## **Питання для самоперевірки**

1. Якими складовими забезпечується робота TeSysT?
2. Що таке передустановлені режими роботи? Що вони визначають?
3. Що таке файл логіки?
4. Чим відрізняються двопровідний та трипровідний принципи подачі сигналів керування?
5. Чи можна змінити «поведінку» LTMR в передустановленому режимі роботи?
6. Яке призначення «logic simulator»?
7. Як імітувати сигнали на клемнику, куди подавати ці сигнали?
8. Як імітувати керування через мережевий порт, куди подавати ці сигнали?
9. За яким принципом подачі сигналів керування відбувається робота LTMR при керуванні через мережевий порт?
10. Яким чином перевести керування на мережевий порт?
11. Якщо одночасно подавати сигнали керування через мережевий порт і клемник, то які саме сигнали буде «відпрацьовувати» LTMR?
12. Чи можна регулювати швидкість двигуна при застосуванні TeSysT?
13. Чи можна за допомогою TeSysT реалізувати захист двигуна без керування його режимом роботи?



# Лабораторна робота № 3

## Керування двошвидкісним двигуном за схемою Даландера з реле TeSysT

### Мета роботи

Налаштування реле TeSysT для реалізації керування двошвидкісним двигуном за схемою Даландера.

### Програма роботи

1. Ознайомлення з теоретичною частиною та вивчення схеми підключення
2. Огляд необхідних налаштувань
3. Підключення до контролера та його налаштування
4. Запуск і спостереження параметрів в тривалому режимі роботи та при перемиканнях швидкості
5. Складання звіту.

### Теоретична частина

Двигун зі з'єднанням обмоток за схемою Даландера є варіантом реалізації ступінчатого регулювання швидкості  $D=2:1$  в якому обмотки зроблені таким чином, що їх можна включити за схемою

- трикутник  $\Delta$  — менша швидкість
- подвійна зірка  $YY$  — більша швидкість

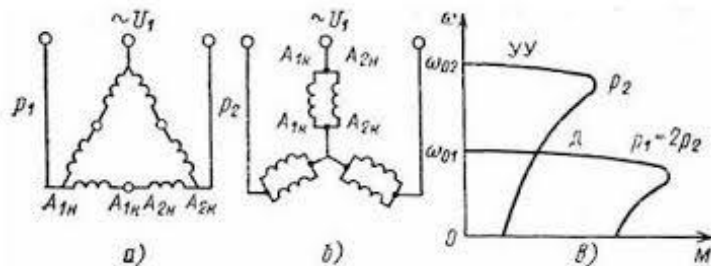
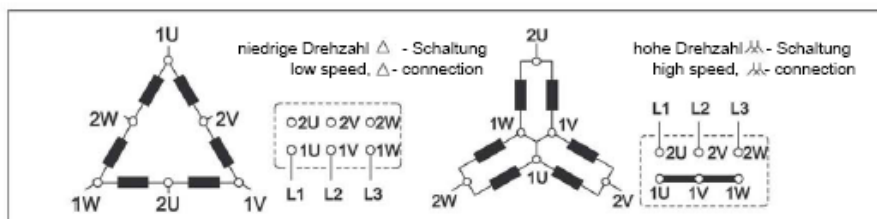


Схема Даландера для двухскоростных моторов с постоянным моментом:

Dahlander circuit for two speed motors with constant torque:



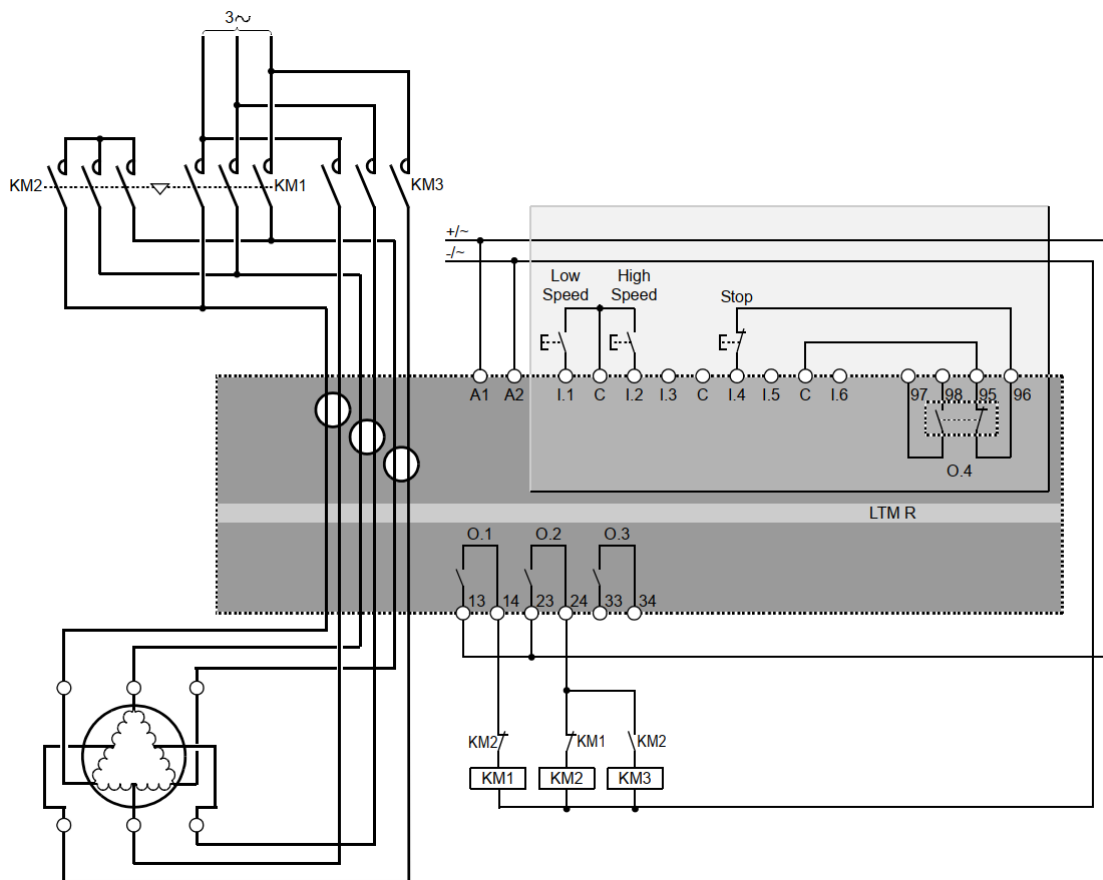
Такий спосіб призначений саме для ступінчастого регулювання швидкості, а не як варіант реалізації полегшених умов пуску (зірка/трикутник; знижена напруга живлення при старті), тому немає вимог з якої швидкості починати запуск.

Області застосування двошвидкісних електродвигунів: насоси, вентилятори, дробарки, конвеєри, верстатні автоматизовані системи, млини, відцентрові машини, преси, підйомні пристрої, ткацькі верстати, шліфувальні верстати, деревообробні верстати, охолодження, пакувальне обладнання, інші області з важкими експлуатаційними умовами.

В разі керування двошвидкісним двигуном від TeSysT треба підключити двигун до багатофункційного реле у відповідності до рекомендацій виробника. Це, більшою часткою, стосується правильного підключення трансформаторів струму, оскільки помилкове «пропускання» провідників буде спричиняти хибне спрацювання струмових захистів.

Підключення кіл керування має рекомендаційний характер, і показує пристрої і варіанти їх підключення для надійної роботи. В залежності від потреби загальної схеми установки чи вимог технологічного процесу, схема керування може змінюватись або доповнюватися додатковими елементами (контактами від зовнішніх реле, додатковими сигналами на входах), при цьому не слід порушувати основних принципів, які передбачені логікою керування виходами контролера.

Рекомендована виробником схема при трипровідному керуванні:



Окрім базових налаштувань TeSysT, при виборі двошвидкісного режиму роботи двигуна, з'являються додаткові параметри:

- *motor full load current* (00652) — струм при повному навантаженні низької швидкості;
- *motor high speed full load current* (00653) — струм при повному навантаженні високої швидкості;

Крім того, є параметри, які визначають поведінку при зміні швидкості:

- *transition mode* (00683.09) — перехід з однієї швидкості на іншу, може приймати значення:
  - *stop required during transition* (00683.09=0) — для перемикання треба натиснути кнопку «Стоп»;
  - *stop not required during transition* (00683.09=1) — перемикання швидкостей відбувається напрямку, без необхідності зупинки двигуна.
- *transition timeout* (00541) — витримка часу, після якої можливе перемикання на іншу швидкість.

Останній параметр має запобігати надмірній частоті перемикання швидкостей.

---

## Схема стенду

Обладнання:

- щиток (1 шт.) — Kaedra 13991
- реле (1 шт.) — LTMR08MFM
- автоматичний вимикач (1 шт.) — GV2-L08 4A
- контактор (3 шт.) — LC1D09
- модуль перемикач (1 шт.) — Merlin Gerin 18070
- модуль кнопки 2НО (1 шт.) — Merlin Gerin 18035
- модуль кнопки 1НО 1НЗ (1 шт.) — Merlin Gerin 18034
- роз'єм (3 шт.) — Merlin Gerin PKF16F434
- роз'єм (3 шт.) — Merlin Gerin PKX16M434
- роз'єм (1 шт.) — SCAME 213.1637
- асинхронний двошвидкісний двигун — АИР71А4/2У2.



Стенд складається з монтажного короба (щиток), в якому встановлено реле LTMR, кнопок керування і решти комутаційного обладнання відповідно до схеми з'єднання. Через універсальні роз'єми до короба подається напруга живлення та підключається асинхронний двошвидкісний двигун АИР71А4/2У2. Після налаштування контролера схема готова до роботи.

При першому запуску стенду, після подачі напруги живлення кіл керування реле треба «скинути» до заводських налаштувань тривалим натисканням (більше 15 секунд) кнопки Test/Reset на лицьовій панелі LTMR. [Приклад](#).

Налаштування реле LTMR можна виконати через панель оператора [LTCMU](#) або за допомогою ПЗ SoMove.

Стенд підключається до мережі живлення та до двигуна особисто викладачем.

До обов'язкових налаштувань відносяться параметри розташовані в групі main settings вкладки «parameter list».

### ***З'єднання ПК з реле TeSysT***

Для з'єднання реле TeSysT з ПК необхідно використати з'єднувальний кабель TCSMCNAM3M002P.

1. Спочатку підключіть кабель (TCSMCNAM3M002P) до порту USB на вашому ПК, має бути встановлено SoMove і запущено modbus driver manager (встановлюється разом з SoMove).
2. Після цього перейдіть до меню "Пуск" на комп'ютері і знайдіть "диспетчер пристроїв". У диспетчері пристроїв ви можете передивитись перелік COM-портів і визначити, до якого порту підключений послідовний кабель modbus. Буде позначено як "TSX C USB 485 (COM \*)" — \* це ідентифікатор вашого порту
3. Підключіть з'єднувальний кабель до HMI-порту на реле LTMR, який знаходиться на лицьовій панелі ліворуч. Якщо встановлено модуль розширення LTMEV, то в роз'єм на модулі, який також розташований ліворуч.
4. Звідси відкрийте SoMove і натисніть "edit connection" в лівій частині екрана.
5. У спливаючому вікні "редагувати з'єднання" переконайтесь, що ви вибрали перше поле для "серійного модуля", а потім натисніть на шестерню праворуч, щоб змінити налаштування.
6. Встановіть ваш COM-порт, щоб він відповідав порту COM, до якого ви підключені (у прикладі відео ми використовуємо COM4). І натисніть "apply", а потім "OK".
7. Тепер можете натиснути кнопку "Scan Network" в нижньому лівому куті, як тільки сканування завершиться, ви зможете натиснути на свій TeSysT у вікні, а потім "Connect".

Приклад налаштувань в SoMove для підключення TesysT в відео [Connecting TeSys T Controller to SoMove via Modbus Serial](#)

## ***Звіт***

- титульний аркуш
- назва та мета лабораторної роботи
- перелік параметрів для налаштування у вигляді таблиці

Назва параметру	Поточне значення	Заводське значення	Адреса

- копія екрану вкладки Modified вкладки «parameter list»
- відповіді на питання для самоперевірки
- Звіт, файли проекту \*.psx та \*.xls завантажити до do.nmu.org чи „завдання“ MS Teams.

## ***Питання для самоперевірки***

1. Перелічіть способи керування швидкістю АД з короткозамкненим ротором.
  2. Перелічіть способи керування швидкістю АД з фазним ротором.
  3. Які способи керування швидкістю АД можна реалізувати за допомогою TeSysT?
  4. Чи можна застосувати TeSysT для регульованого АД з фазним ротором?
  5. Чим відрізняється обмотка статора загальнопромислового АД та зі з'єднанням за схемою Даландера?
  6. Чому дорівнює діапазон регулювання швидкості для двигуна, який використаний в стенді?
  7. Застосована в стенді схема з'єднання при перемиканні швидкості забезпечує незмінність моменту чи потужності?
  8. Чи відрізняються параметри налаштування для одношвидкісних та двошвидкісних двигунів? Якщо так, то чим саме?
  9. Яким чином SoMove визначає необхідний пристрій TeSysT для підключення, якщо їх декілька і вони з'єднані комунікаційною мережею?
  10. За допомогою яких засобів до ПК підключаються TeSysT з різними мережевими протоколами?
-

# Лабораторна робота № 4

## Налагодження TeSys T для керування асинхронним двигуном. Місьцеве та дистанційне керування

### Мета роботи

Налаштування реле TeSysT для керування за двопровідною та трипровідною схемами, реалізація дистанційного керування.

### Програма роботи

1. Ознайомлення з теоретичною частиною та вивчення схеми підключення
2. Огляд необхідних налаштувань
3. Підключення до контролера та його налаштування
4. Запуск і спостереження параметрів при місцевому та дистанційному способах подачі сигналів
5. Складання звіту.

### Теоретична частина

Керування багатофункційним реле TeSysT можна здійснювати місцево та дистанційно, що суттєво розширює можливості автоматизації об'єкта керування.

**Дистанційне (віддалене)** керування передбачає, що органи керування знаходяться на значній відстані від об'єкту керування — це накладає певні обмеження при реалізації і вимагає відповідних технічних засобів. Таким способом користуються, коли керування розрізненими об'єктами зводять до одного фізичного місця — панелі оператора, диспетчерського пункту чи контролера автоматизованої системи керування.

**Місьцеве (локальне)** керування здійснюється безпосередньо біля об'єкту керування, і реалізується простими органами впливу у вигляді механічних кнопок чи панелі людино-машинного інтерфейсу. Такий спосіб реалізується майже завжди, оскільки це дозволяє виконувати керування об'єктом і одночасно бачити його реакцію, а при втраті зв'язку з віддаленими органами керування — не переривати технологічного процесу. На місцевому пункті мають бути засоби, які переводять керування на локальне.

В реле TeSysT кожен з каналів керування налаштовується окремо. В якості джерела дистанційного керування *remote control channel setting* (00683.05) може бути:

- мережевий порт,
- клемник,
- порт людино-машинного інтерфейсу HMI.

В якості джерела місцевого керування *local control channel setting* (00683.08) може бути:

- клемник,
- порт людино-машинного інтерфейсу HMI.

## **Параметри джерел керування**

Реле TeSysT має достатньо гнучкі і потужні можливості щодо налаштування параметрів.

Режим перемикання місцевого і дистанційного керування визначається параметром *local/remote transfer mode* (00683.10), який може приймати значення *bump* (різкий) або *bumpless* (плавний). Це стосується поведінки контролера під час роботи, тобто чи буде двигун зупинений при перемиканні джерела керування, або виходи контролера і відповідно двигун не відчують цього переходу.

В залежності від потреб технологічного процесу і реалізації безпечної роботи механізму і працівників навколо нього потрібно обмежувати деякі функції. Зокрема при керуванні за допомогою терміналу оператора через людино-машинний інтерфейс HMI, який може бути встановлений на пульті (шафі керування) і фізично розташований далеко від виконавчого механізму, щоб перемикання не відбулось помилково, його можна заборонити *local/remote key enable* (00683.04). Також є можливість заборонити зупинку об'єкту керування з терміналу *Stop key disable* (00683.12) або сприймання контролером сигналу зупинки від клемника *terminal strip for stop disable* (00683.11).

Зазвичай вимагається наявність кнопки «Стоп» на кожному пункті керування, оскільки це збільшує швидкість відключення при виникненні аварійної ситуації і суттєво підвищує безпеку експлуатації електротехнічних об'єктів, тому заводські налаштування передбачають дозвіл на зупинку від всіх джерел керування.

## **Параметри з'єднання**

Кожен з портів реле має власні комунікаційні налаштування (адреса, швидкість передачі, перевірка парності), а також визначення поведінки контролера при обриві комунікаційного зв'язку:

- *network port fallback action setting* (00682)
- *HMI port fallback action setting* (00645),

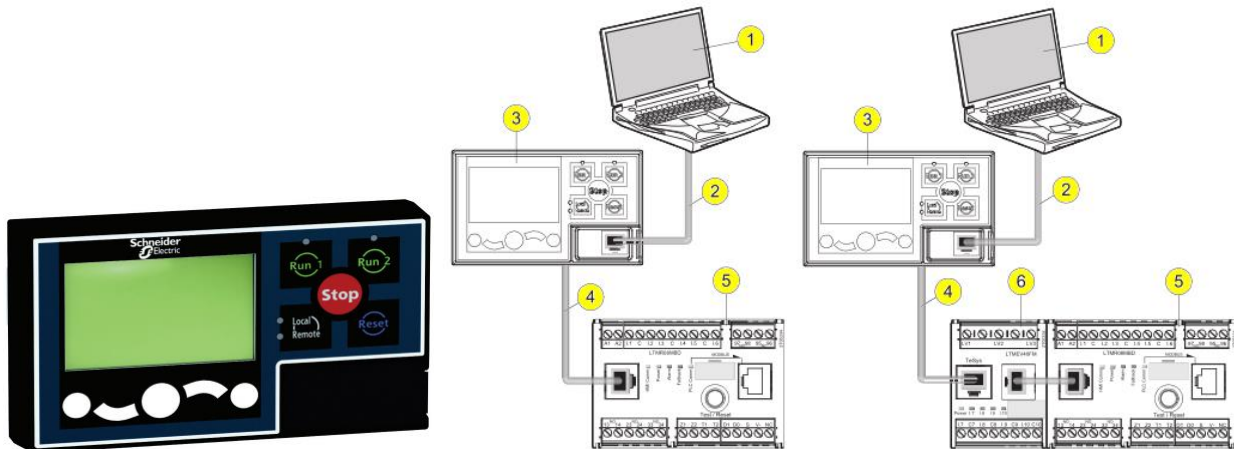
також чи буде сигнал аварії або попередження при втраті зв'язку (налаштовується окремо для мережевого порту та HMI).

Найбільше можливостей при конфігуруванні контролера TeSysT через ПЗ SoMove при безпосередньому підключенні його до ПК, але це також можна зробити через мережевий порт або з терміналу оператора. Така можливість окрім очевидних переваг може спричинити певні проблеми при практичному використанні, тому це можна заборонити:

- *configuration via network port enable* (00601.10)
- *configuration via HMI keyboard enable* (00601.08)
- *configuration via engineering tool enable* (00601.09)

## Термінал оператора LTM CU

LTM CU є терміналом оператора, що дозволяє конфігурувати, контролювати і здійснювати керування контролером LTM R, і є частиною системи управління електродвигуном TeSys®T. LTM CU спеціально розроблений для використання в якості терміналу оператора контролера LTM R. Живлення LTM CU подається від контролера LTM R чи блока розширення LTM E. На рисунку наведені вигляд передньої панелі терміналу та варіанти підключення.



1. Персональний комп'ютер
2. Кабель із комплекту PowerSuite™ VW3 A8 106 чи TCSMCNAM3M002P
3. Термінал оператора LTM CU
4. Кабель з роз'ємами RJ45 (VW3 A1 104R••, LTM9CU••)
5. Контролер LTM R
6. Модуль розширення LTM E.

Багатофункційне реле TeSysT в своєму складі має порт польової шини, через який його можна під'єднати до відповідної промислової мережі. Всі реле, які задіяні в лабораторних стендах мають порт ModBus, як і решта пристроїв лабораторії, тому можна налаштувати подачу команд для дистанційного керування TeSysT від будь-якого ПЛК чи НМІ-панелі наявних в лабораторії.

Сформувавши відповідним чином запит можна записувати параметри й сигнали керування, чи зчитувати поточні показники вимірювання датчиків або стан TeSysT.

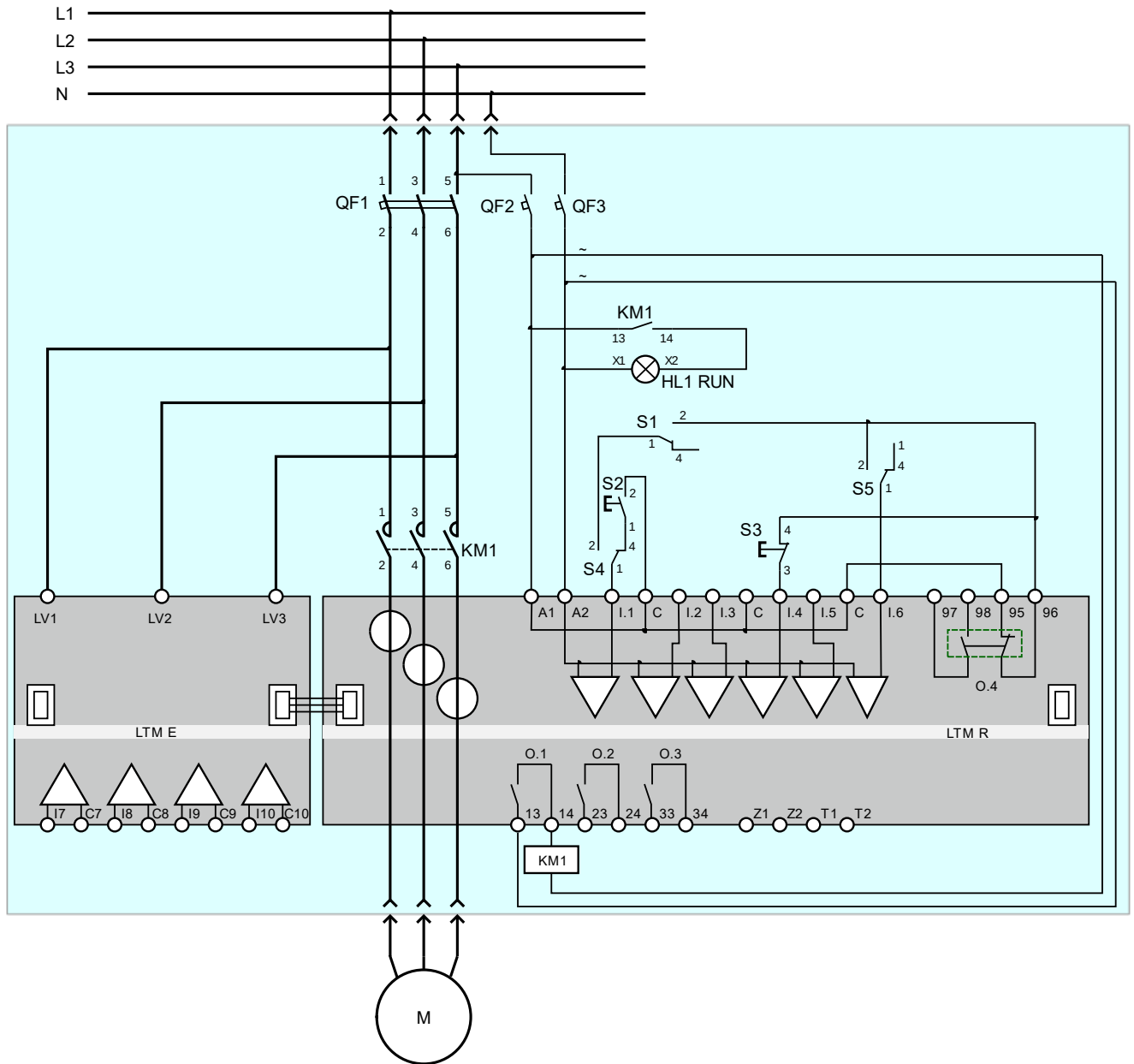


Змінні команд наведені в таблиці:

Регістр	Тип змінної	Змінні для читання/запису
700	Word	Регістр команд виходів
		Біт 0 Команда «Вихід 1»
		Біт 1 Команда «Вихід 2»
		Біт 2 Команда «Вихід 3»
		Біт 3 Команда «Вихід 4»
		Біт 4 Команда «Вихід 5»
		Біт 5 Команда «Вихід 6»
		Біт 6 Команда «Вихід 7»
		Біт 7 Команда «Вихід 8»
		Біти 8-15 (зарезервовані)
701-703		(зарезервовані)
704	Word	Регістр керування 1
		Біт 0 Команда «Обертання ВПЕРЕД»
		Біт 1 Команда «Обертання НАЗАД»
		Біт 2 (зарезервовано)
		Біт 3 Команда «Скидання аварії»
		Біт 4 (зарезервовано)
		Біт 5 Команда «Самотестування»
		Біт 6 Команда «Низька швидкість електродвигуна»
		Біти 7-15 (зарезервовані)
705	Word	Регістр керування 2
		Біт 0 Команда «Скинути все»
		Біт 1 Команда «Обнуління всіх лічильників»
		Біт 2 Команда «Обнуління значення теплового стану електродвигуна»
		Біт 3 Команда «Скинути всі налаштування контролера»
		Біт 4 Команда «Скинути налаштування мережевого порта»
		Біти 5-15 (зарезервовані)

Адреси всіх параметрів та окремих бітів описані в Керівництві з експлуатації TeSys® T LTM R.

## Схема стенду



S1: (1-2) — двопровідне керування, (1-4) — трипровідне керування

S2 (1-4) — RUN трипровідне керування

S3 (3-4) — STOP трипровідне керування

S4: (1-2) — RUN та (1-4) — STOP двопровідне керування

S5: (1-2) — дистанційне керування, (1-4) — місцеве керування.

Стенд реалізує режим «незалежне керування» зі з'єднанням кіл керування за двопровідною чи трипровідною схемами. При перемиканні способу подачі команд треба відповідно перелаштовувати контролер.

## Обладнання:

- Перфорована монтажна плітка 450x600 (1 шт.) — NSYSTMP4560
- контролер (1 шт.) — LTMR08MFM
- модуль розширення (1 шт.) — LTMEV40FM
- перемикач LTMR-LTMEV (1 шт.) — LTMCC004
- автоматичний вимикач (1 шт.) — GV2-L08 4A
- автоматичний вимикач (2 шт.) — LS BKN-c, 10A 06110986R0
- контактор (1 шт.) — LC1D18
- модуль перемикач (3 шт.) — Merlin Gerin 18070
- модуль світлова індикація 1 зел / 1 черв (1 шт.) — Merlin Gerin 18325
- модуль кнопки 1НО 1НЗ (1 шт.) — Merlin Gerin 18034
- роз'єм (1 шт.) — SCAME 213.1637
- розетка силова кабельна (1 шт.) — Walther Type 310

Стенд складається з монтажною платою, на якій встановлено реле LTMR, кнопки і перемикачі керування і решта комутаційного обладнання відповідно до схеми з'єднання. Через універсальний роз'єм до стенду подається напруга живлення. До стенду можна підключити будь-який асинхронний двигун із наявних в лабораторії, який підходить за струмом і має з'єднання обмоток статора для напруги 380 В. Після налаштування контролера схема готова до роботи.

При першому запуску стенду, після подачі напруги живлення кіл керування реле треба «скинути» до заводських налаштувань тривалим натисканням (більше 15 секунд) кнопки Test/Reset на лицьовій панелі LTMR. [Приклад](#).

Налаштування реле LTMR можна виконати через панель оператора [LTСMU](#) або за допомогою ПЗ SoMove.

Стенд підключається до мережі живлення та до двигуна особисто викладачем.

До обов'язкових налаштувань відносяться параметри розташовані в групі main settings вкладки «parameter list».

## Звіт

- титульний аркуш
- назва та мета лабораторної роботи
- перелік параметрів для налаштування у вигляді таблиці

Назва параметру	Поточне значення	Заводське значення	Адреса

- копія екрану вкладки Modified вкладки «parameter list»
- відповіді на питання для самоперевірки
- Звіт, файли проекту \*.psx та \*.xls завантажити до [do.nmu.org](http://do.nmu.org) чи „завдання“ MS Teams.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Яка логіка подачі команд на входи TeSysT при двопровідному та трипровідному керуванні?
2. Які можливості надає підключення модуля розширення LTM E?
3. Що може бути джерелом команд при місцевому керуванні?
4. Що може бути джерелом команд при дистанційному керуванні?
5. Яке призначення має панель оператора LTSMU?
6. Яким чином підключається панель оператора LTSMU до TeSysT?
7. Яке призначення має релейний вихід O.4 (95-96)?
8. На який вхід призначена функція перемикання дистанційного/місцевого керування? Чи можна призначити на інший вхід?
9. Чи можливо в режимі місцевого керування через мережевий порт зчитувати реєстри стану TeSysT?
10. Яка потрібна мінімальна конфігурація обладнання, щоб можна було здійснити налаштування реле TeSysT?

### **Література**

1. TeSys® T LTM R Modbus® Контроллер управления электродвигателем. Руководство по эксплуатации. 12/2006
2. TeSys® T LTM R Motor Management Controller Custom Logic Editor User's Manual 12/2006
3. TeSys® T LTMCU / LTMCUF Control Operator Unit User Manual 06/2016
4. Терминал оператора TeSys® T LTM CU Руководство по эксплуатации 05/2008

Упорядники:  
БОРОВИК Роман Олексійович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до лабораторних робіт з дисципліни  
«Інтелектуальні системи керування та захисту»

для студентів спеціальності 141 «Електротехніка, електроенергетика та електромеханіка»

Редакційно-видавничий комплекс  
Друкується у редакційній обробці упорядників

Підписано до друку . Формат 30×42/4.  
Папір офсет. Ризографія. Умовн. друк. арк. .  
Обліково-видавн. арк. . Тираж 100 прим. Зам. №

НТУ ДП  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.