

1.2. Мови програмування

Стандарт ІЕС 61131-3 визначає синтаксис п'яти мов програмування і декларує різні елементи, які можуть використовуватися мовами.

За зовнішньою ознакою мови програмування можуть бути диференційовані на дві текстові - Список Інструкцій (IL) та Структурованого Тексту (ST) і три графічні - Крокових діаграм (LD), Функціональних блокових діаграм (FBD) і Послідовних функціональних схем (SFC).

Кожна з цих мов має свої особливості і найбільш пристосована для розв'язання тих або інших алгоритмів керування. Наприклад, мова крокових діаграм, безперечно, має переваги при реалізації алгоритму керування, який раніше був реалізований на релейно-контактних схемах. Мова функціональних блокових діаграм найбільш зрозуміла для фахівців-практиків, які мають досвід створення систем автоматизації з окремих функціональних блоків: автоматичних регуляторів, задавачів, таймерів, лічильників, блоків арифметичних операцій і т. ін. Якщо у програмі користувача необхідно виконувати велику кількість операцій по обробці інформації, краще використовувати мову структурованого тексту - ST. IL-мова дозволяє створювати високоефективні та оптимізовані функції, тому її використовують для написання найбільш критичних місць програми. Для реалізації алгоритму керування послідовно-паралельними процесами пристосована мова послідовних функціональних схем.

Якщо у програмі користувача зустрічаються різні за алгоритмами задачі, то доцільно для їх написання використовувати різні технологічні мови. А вже при запису програми користувача у ПЛК різні фрагменти програми поєднуються у один машинний код. Проте досвід показує, що вибір мов програмування в першу чергу визначається особистою схильністю користувачів і мало залежить від об'єкту автоматизації. Мови міжнародного стандарту в більшості випадків взаємозамінні, а це означає, що при різному рівні підготовленості в області чистого програмування користувачі можуть створювати програми рівної функціональності.

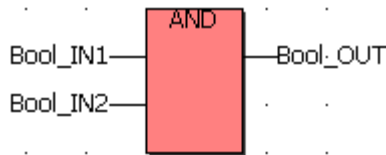
1.2.1. Стандартні мовні елементи

До стандартних мовних елементів відносяться оператори, функції та функціональні блоки. Правильне їх використання при створенні програм не можливе без розуміння призначення цих елементів та порядку їх функціонування. Тому розглянемо стандартні елементи, які частіше за усе використовуються при програмуванні контролерів[4,7].

1.2.1.1. Оператори

Майже усі стандартні оператори у виразах текстових мов мають символічну форму запису. Для зручності використання в графічних мовах оператори подаються у вигляді функцій.

Булеві оператори
Оператор AND (Логічне І)



Для цього оператора кількість булевих входів може бути більше двох.

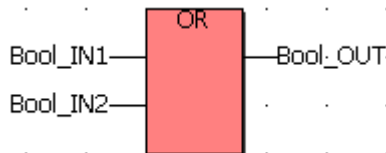
(*STеквівалент:*)

Bool_OUT := Bool_IN1 AND Bool_IN2;

(* IL еквівалент: *)

*LD Bool_IN1
AND Bool_IN2
ST Bool_OUT*

Оператор OR (АБО)



Для цього оператора кількість булевих входів може бути більше двох.

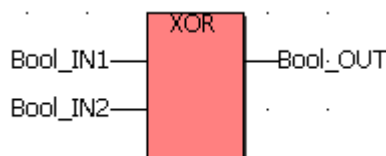
(*STеквівалент:*)

Bool_OUT := Bool_IN1 OR Bool_IN2;

(* IL еквівалент: *)

*LD Bool_IN1
OR Bool_IN2
ST Bool_OUT*

Оператор XOR (Виключне АБО)



Для цього оператора кількість булевих входів може бути більше двох.

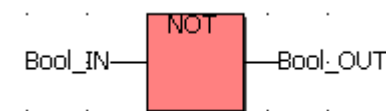
(*STеквівалент:*)

Bool_OUT := Bool_IN1 XOR Bool_IN2;

(* IL еквівалент: *)

*LD Bool_IN1
XOR Bool_IN2
ST Bool_OUT*

Оператор NOT (Логічне заперечення НІ)



Повертає заперечення повного булевого виразу.

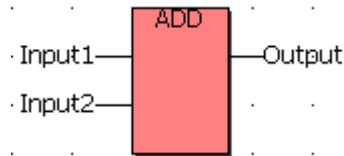
Bool_IN – будь-яка булева змінна або складний вираз;

Bool_OUT-TRUE, коли Bool_IN-FALSE і FALSE,

коли Bool_IN-TRUE.

Арифметичні оператори

Оператор ADD (Додавання)



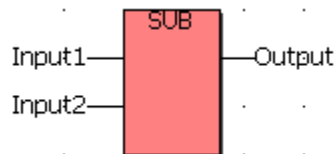
Складає дві або декілька змінних.

Входи – DINT-REAL-STRING-TIME можуть бути цілими, дійсними, рядковими або часовими (усі входи мають бути одного формату).

Виходи - DINT-REAL-STRING-TIME складання значень входів із знаком.

(*STеквівалент:*)	(* IL еквівалент: *)
$Output := Input1 + Input2;$	LD Input1 ADD Input2 ST Output

Оператор SUB (Віднімання)



Віднімає дві змінні (другу з першої).

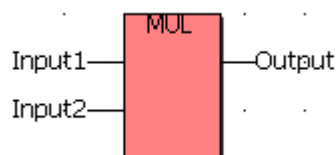
Входи: Input1 – DINT-REAL-TIME може бути цілим, дійсним, або часовим;

Input2- DINT-REAL-TIME (всі входи мають бути одного формату).

Вихід: Output - DINT-REAL-TIME віднімання.

(*STеквівалент:*)	(* IL еквівалент: *)
$Output := Input1 - Input2;$	LD Input1 SUB Input2 ST Output

Оператор MUL (Множення)



Для цього оператора кількість входів може бути більше двох.

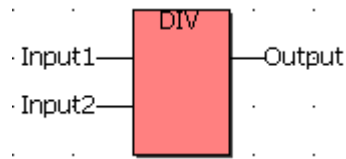
Входи DINT-REAL можуть бути цілими або дійсними (усі входи мають бути одного формату).

Вихід DINT-REAL множення значень входів із знаком.

Опис: Помножує дві або декілька цілих, або дійсних змінних.

(*ST еквівалент*)	(*IL еквівалент*)
$Output := Input1 * Input2$	LD Input1 MUL Input2 ST Output

Оператор DIV (Ділення)



Input1 - DINT-REAL може бути цілим або дійсним (операнд);
Input2 - DINT-REAL ненульове ціле або дійсне значення (діленьник);
Output - DINT-REAL знакове ціле або дійсне ділення Input1 на Input2.

Опис: Ділить дві змінні (першу на другу).

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

$Output := Input1 / Input2$

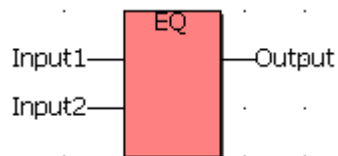
LD Input1

DIV Input2

ST Output

Оператори порівняння

Оператор «=» (Дорівнює)



Input1 - BOOL-SINT-DINT-TIME-STRING;
Input2 - BOOL-SINT-DINT-TIME-STRING;
Output - BOOL TRUE, якщо Input1 = Input2,
FALSE, якщо Input1 ≠ Input2.

Вхід і вихід мають бути одного типу.

Опис: Перевірити, що одна величина дорівнює іншій. Не рекомендується перевіряти на рівність у SFC-діаграмі виходи часових блоків типу TON, TP, TOF, BLINK.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

$(Output = TRUE) := ((Input1 = 5) = (Input2 = 5))$

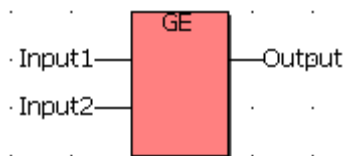
LD Input1

EQ Input2

$(Output = FALSE) := ((IN1 = 2) \neq (IN2 = 6))$

ST Output(*FALSE або TRUE*)

Оператор «>=» (Більше або дорівнює)



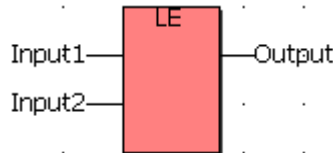
Input1 - DINT-REAL-TIME-STRING;
Input2 - DINT-REAL-TIME-STRING;
Output - BOOL TRUE, якщо $IN1 \geq IN2$.

Вхід і вихід мають бути одного типу.

Опис: Перевірити, що одна величина більше або дорівнює іншій.
Не рекомендується перевіряти виходи часових блоків типу TON, TP, TOF, BLINK у SFC-діаграмі.

(*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)
(Output=TRUE):=((Input1=10)>=(Input2=10)) LD Input1
(Output=FALS):=((Input1=23)>=(Input2=28)) GE Input2
ST Output(*FALS або TRUE*)

Оператор «<=» (Менше або дорівнює)



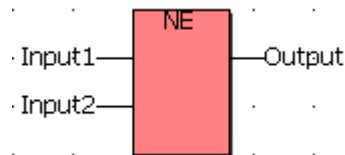
Input1 - DINT-REAL-TIME-STRING;
Input2 - DINT-REAL-TIME-STRING;
Output - BOOL TRUE, якщо Input1<=Input2.

Вхід і вихід мають бути одного типу.

Опис: Перевірити, що одна величина менше або дорівнює іншій.
Не рекомендується перевіряти виходи часових блоків типу TON, TP, TOF, BLINK у SFC-діаграмі.

(*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)
(Output=TRUE):=((Input1=10)<=(Input2=19)) LD Input1
(Output=FALS):=((Input1=23)<=(Input2=18)) LE Input2
ST Output(*FALS або TRUE*)

Оператор «<>» (Не дорівнює)

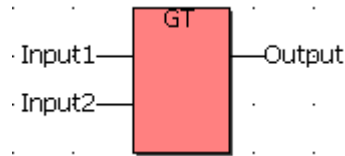


Input1 - BOOL-SINT-DINT-REAL-STRING;
Input2 - BOOL-SINT-DINT-REAL-STRING;
Output - BOOL TRUE, якщо перший <> другому.
Обидва входи мають бути одного формату.

Опис: Перевірити, що одна величина не дорівнює іншій.

(*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)
(Output=TRUE):=((Input1=10)<>(Input2=19)) LD Input1
(Output=FALS):=((Input1=23)<>(Input2=23)) NE Input2
ST Output(*FALS або TRUE*)

Оператор «>» (Більше ніж)

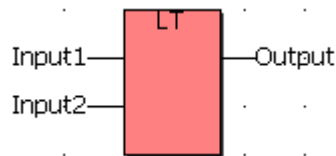


Input1 - DINT-REAL-TIME-STRING;
 Input2 - DINT-REAL-TIME-STRING;
 Output - BOOL TRUE, якщо Input1>Input2.
 Вхід і вихід мають бути одного типу.

Опис: Перевірити, що одна величина більше за іншу
 (*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)

(Output=TRUE):=((Input1=10)>(Input2=4)) LD Input1
 (Output=FALS):=((Input1=23)>(Input2=28)) GT Input2
 ST Output(*FALS або TRUE*)

Оператор « < » (Менше ніж)



Input1 - DINT-REAL-TIME-STRING;
 Input2 - DINT-REAL-TIME-STRING;
 Output - BOOL TRUE, якщо Input1< Input2.
 Вхід і вихід мають бути одного типу.

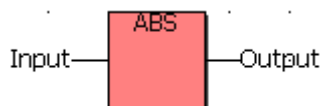
Опис: Перевірити, що одна величина менше за іншу.
 (*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)

(Output=TRUE):=((Input1=10)<(Input2=14)) LD Input1
 (Output=FALS):=((Input1=13)<(Input2=8)) LT Input2
 ST Output(*FALS або TRUE*)

1.2.1.2. Стандартні функції

Математичні функції

Функція ABS



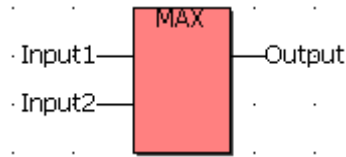
Input REAL будь-яка знакова аналогова величина.
 Output REAL абсолютне значення (завжди позитивне).

Опис: Дає абсолютне значення (позитивне) дійсної величини.

(*ST еквівалент*) (*IL еквівалент*)

Output:=ABS(Input) LD Input
 ABS

Функція MAX



Input1 DINT будь-яка знакова ціла величина.
 Input2 DINT (не може бути REAL)
 Output DINT максимум з двох входів

Опис: Дає максимальне значення з двох цілих.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

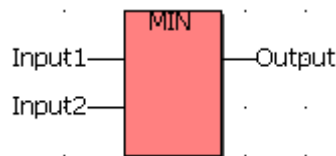
$Output := MAX(Input1, Input2)$

LD Input1

MAX Input2

ST Output

Функція MIN



Input1 DINT будь-яка знакова ціла величина.
 Input2 DINT (не може бути REAL)
 Output DINT мінімум з двох входів

Опис: Дає мінімальне значення з двох цілих.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

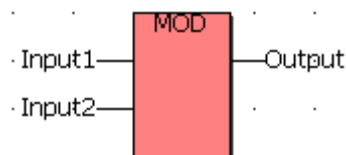
$Output := MIN(Input1, Input2)$

LD Input1

MIN Input2

ST Output

Функція MOD



Input1 DINT будь-яка знакова ціла величина.
 Input2 DINT має бути більше нуля.
 Output DINT обчислення модуля

Опис: Обчислює модуль цілого значення.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

$Output := MOD(Input1, Input2)$

LD Input1

MOD Input2

ST Output

Функція SQRT



Input REAL має бути більше або дорівнювати нулю.

Output REAL квадратний корінь вхідної величини.

Опис: Обчислює квадратний корінь дійсного значення.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

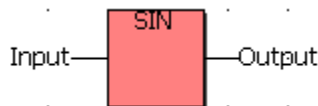
$Output := SQRT(Input)$

LD Input

SQRT

ST Output

Функція SIN



Input REAL будь-яка дійсна величина.

Output REAL синус входу (у діапазоні -1.0...+1.0).

Опис: Обчислює синус дійсної величини.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

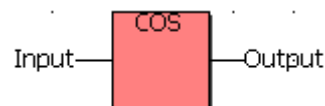
$Output := SIN(Input)$

LD Input

SIN

ST Output

Функція COS



Input REAL будь-яка дійсна величина.

Output REAL косинус входу (у діапазоні -1.0...+1.0).

Опис: Обчислює косинус дійсної величини.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

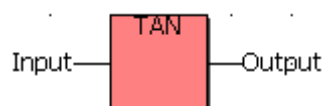
$Output := COS(Input)$

LD Input

COS

ST Output

Функція TAN



Input REAL не може дорівнювати $\pi/2$ за модулем π .

Output REAL тангенс вхідного значення =1E+38 для неправильного входу.

Опис: Обчислює тангенс дійсної величини.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

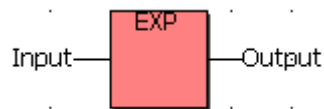
$Output := TAN(Input)$

LD Input

TAN

ST Output

Функція EXP



Input REAL

Output REAL

Опис: Обчислює експоненту вхідної величини.

(*ST еквівалент*)

(*IL еквівалент*)

$Output := EXP(Input)$

LD Input

EXP

ST Output