

Программирование
автоматики

В терминалах РЗ

АПВ. АВР. АЧР

elec.ru



Программирование автоматики В ПЛК – программируемые логические контроллеры

АПИ



Программирование автоматики В ПЛК – программируемые логические контроллеры АПВ, АВР, АЧР

Входные логические, аналоговые
сигналы



Выходные логические сигналы
– контакты реле («сухой
контакт»)

Программирование автоматики В терминалах РЗ, В ПЛК – программируемые логические контроллеры

Входные переменные

- Логические входы
- Функции защит:
 - Выходы с выдержкой времени
 - Выходы без выдержки времени
 - Другие выходы защит (фаза, направление...)

Редактор логических уравнений

- 31 локальная переменная
- Логические операции: НЕ, И, ИЛИ, Искл. ИЛИ
- Таймеры
- Триггеры и защелки
- Программируемые таймеры
- Максимум 100 операций
- Время цикла = 14мс

Выходные переменные

- 10 переменных, используемых с матрицей управления
- 4 стандартных переменных:
 - 3 переменные управления выключателем
 - 1 переменная управления осциллографом
- TS 177 - TS 186
- Входы защит (блокировка, квитирование)

Программирование
автоматики

В терминалах РЗ

АПВ, АВР, АУР

В 1993 г. Международная электротехническая комиссия выпустила в свет **стандарт МЭК 61131-3**. Этот международный стандарт входит в группу МЭК 61131 стандартов, которые охватывают различные аспекты использования ПЛК.

Декларируемые цели МЭК 61131-3

– **стандартизация существующих языков ПЛК**

IEC 65B/373/CD, Committee Draft – IEC 61131-3.

Programmable controllers. Part 3: Programming languages, 2nd Ed // International Electrotechnic Commission. 1998.

Международная электротехническая комиссия (МЭК)

(IEC – International Electrotechnical Commission ,
www.iec.ch)

основана в 1906

Основателем и первым президентом МЭК был известный английский физик **лорд Кельвин** (Уильям Томсон).

Основная цель МЭК, определенная его Уставом, – содействие международному сотрудничеству по **стандартизации в области электротехники,**

Программирование
автоматики

В терминалах РЗ

АПВ, АВР, АЧР
• *ST (Structured Text)*

– *текстовый высокоуровневый язык общего назначения,*

по синтаксису ориентированный на **Паскаль**.

В терминалах РЗ

АПВ, АВР, АЧР

Вычисление максимума из массива

```
VAR_CONSTANT
```

```
    Array_Sz:BYTE:=4;
```

```
END_VAR
```

```
VAR
```

```
    Iter:BYTE;
```

```
    arr:ARRAY [1..Array_Sz] of real:=3.2,4.2,1.4,7.8;
```

```
fnd_max:REAL:=-1.2E38;
```

```
END_VAR
```

```
FOR Iter:=1 TO Array_Sz
```

```
DO
```

```
    fnd_max:=MAX(fnd_max,arr[Iter]);
```

```
END_FOR
```


Программирование автоматики

В терминалах РЗ

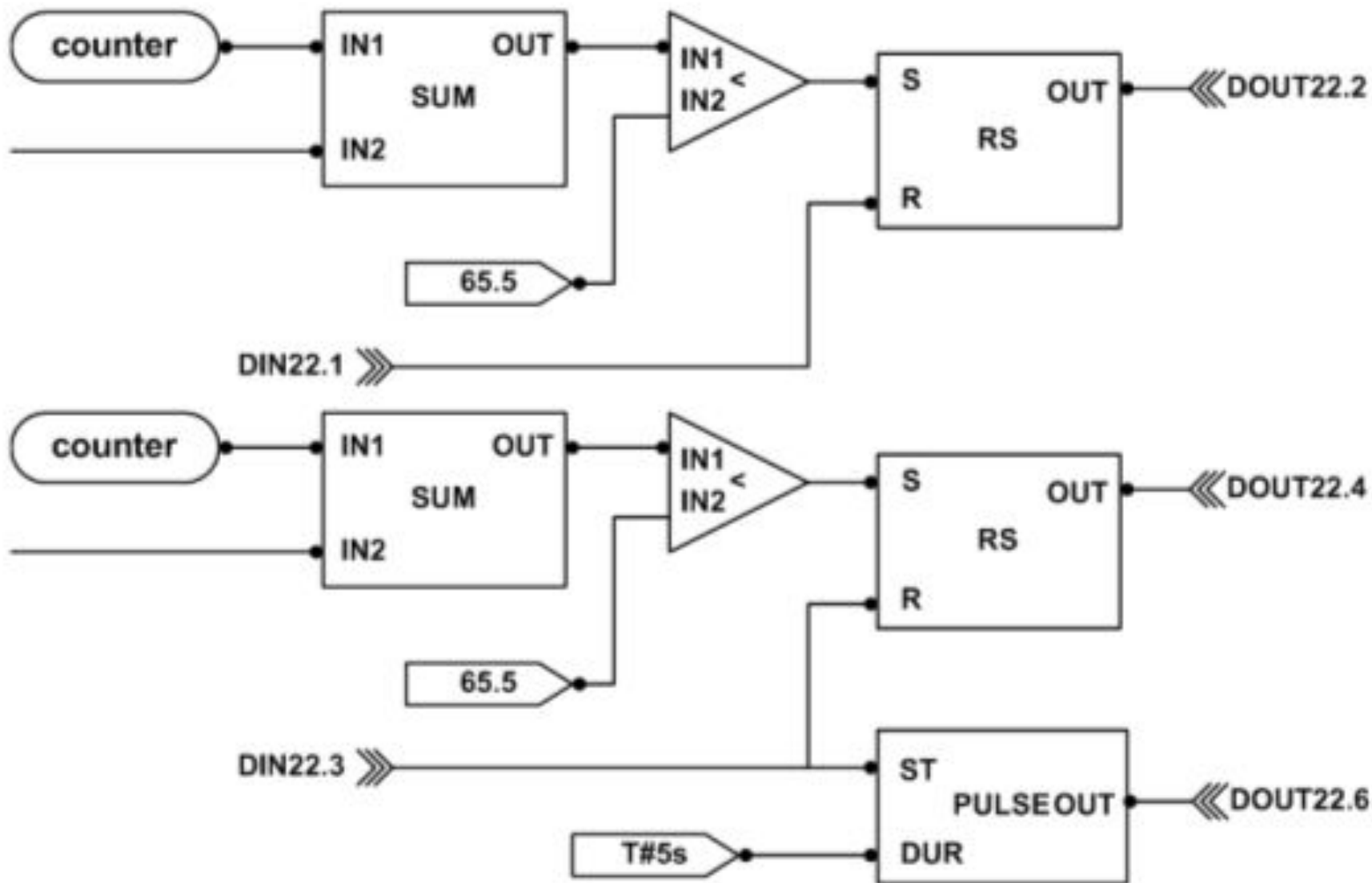
• **FBD (Functional Block Diagram)** – графический язык, по своей сути похожий на LD: вместо реле в этом языке используются функциональные блоки.

Алгоритм работы некоторого устройства, выраженный средствами этого языка, напоминает функциональную схему электронного устройства:

Элементы типа “логическое И”, “логическое ИЛИ” и т.п., соединенные линиями.

Программирование автоматики В терминалах РЗ

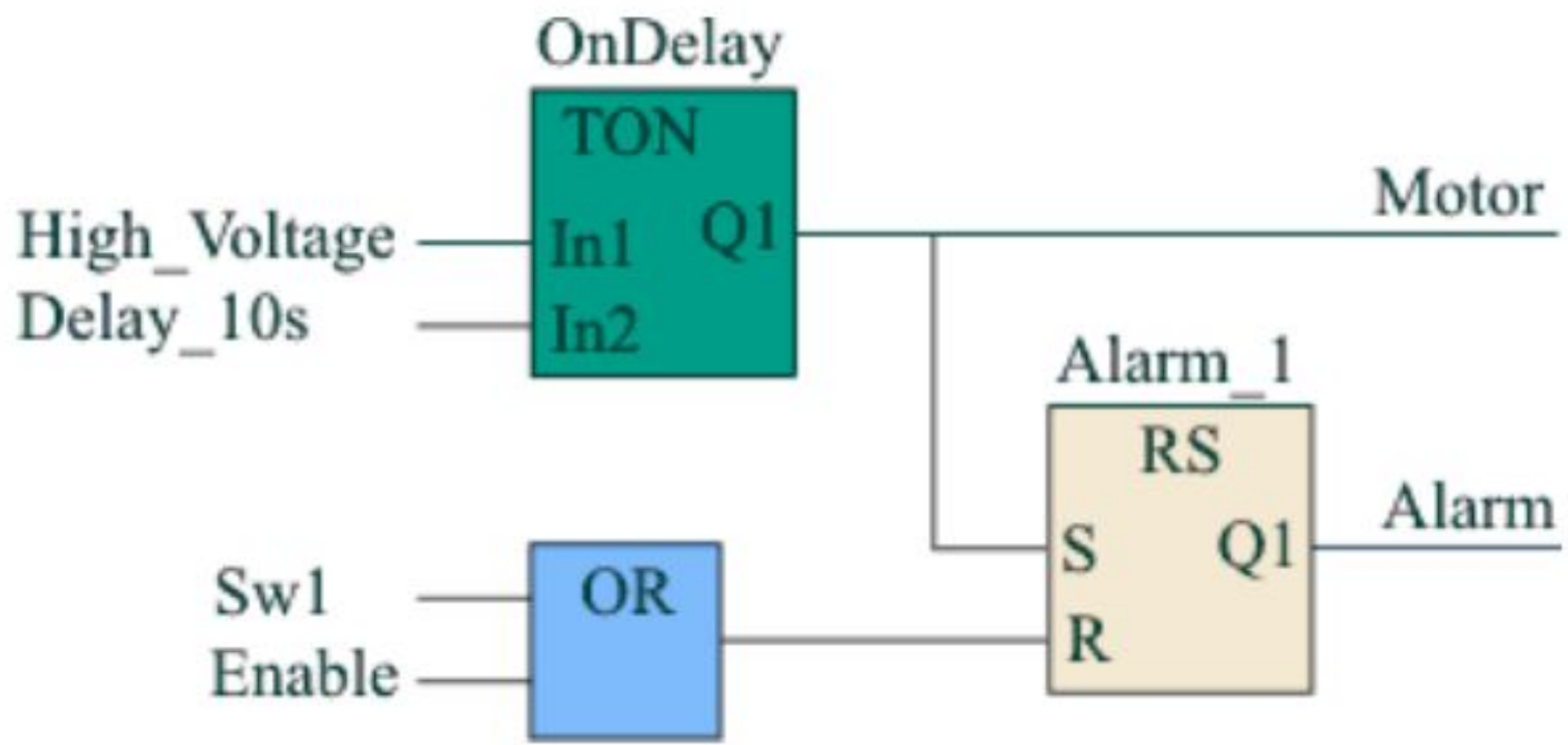
FBD (Functional Block Diagram)



Программирование
автоматики
В терминалах РЗ

FBD (Functional Block Diagram)

АЛВ, АВР, АУР
FBD обладает характерным для метафорических языков преимуществом: легкостью начального



Программирование автоматики

В терминалах РЗ

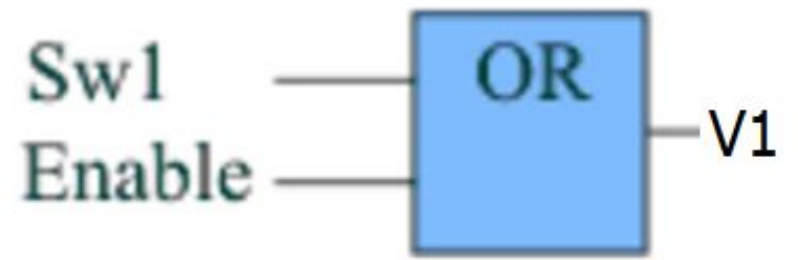
Логические уравнения:

АПВ АВР АЧР
Логические уравнения:

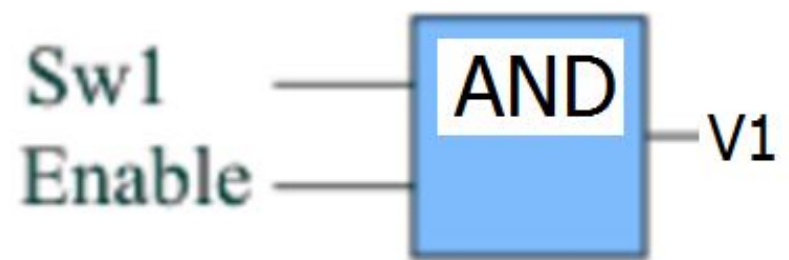
- *FBD (Functional Block Diagram)*, где каждый блок записывается в текстовом виде.

• Входные, промежуточные сигналы – справа от =

• Выходные сигналы – слева от =



$$V1 = Sw1 \text{ OR } Enable$$

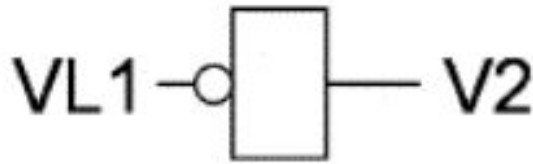


$$V1 = Sw1 \text{ AND } Enable$$

Логические уравнения:

НЕ: инверсия

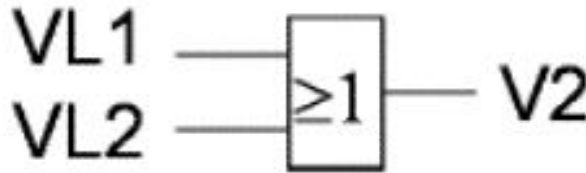
0 => 1
1 => 0



$V2 = \text{NOT } VL1$

ИЛИ: Логическое ИЛИ

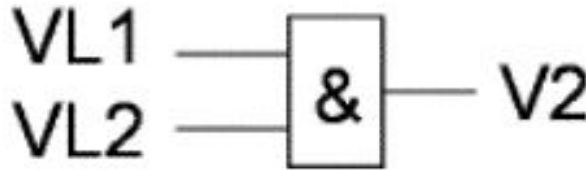
0, 0 => 0
0, 1 => 1
1, 0 => 1
1, 1 => 1



$V2 = VL1 \text{ OR } VL2$

И: Логическое И

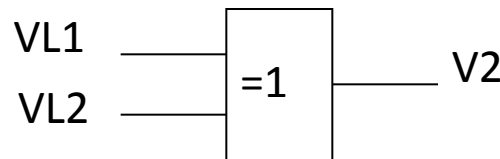
0, 0 => 0
0, 1 => 0
1, 0 => 0
1, 1 => 1



$V2 = VL1 \text{ AND } VL2$

Искл. ИЛИ: Исключающее ИЛИ. $V1 \text{ XOR } V2$ равно $(V1 \text{ AND } (\text{NOT } V2)) \text{ OR } (V2 \text{ AND } (\text{NOT } V1))$

0, 0 => 0
0, 1 => 1
1, 0 => 1
1, 1 => 0



$V2 = VL1 \text{ XOR } VL2$

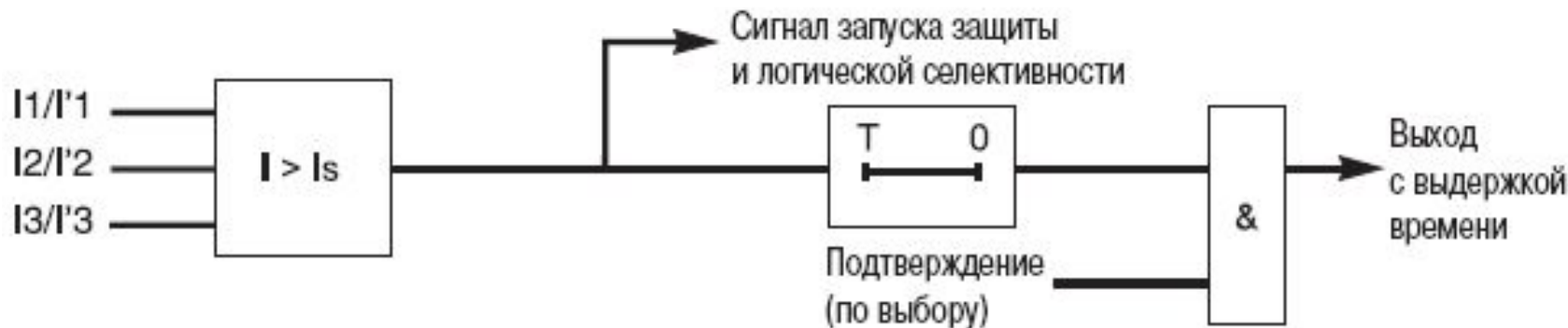
- $x = \text{TON}(y, t)$: таймер на срабатывание
(задержка выходного сигнала относительно переднего фронта входного сигнала) переменная x отслеживает переход из 0 в 1 переменной y с задержкой в t миллисекунд

I12



VL1

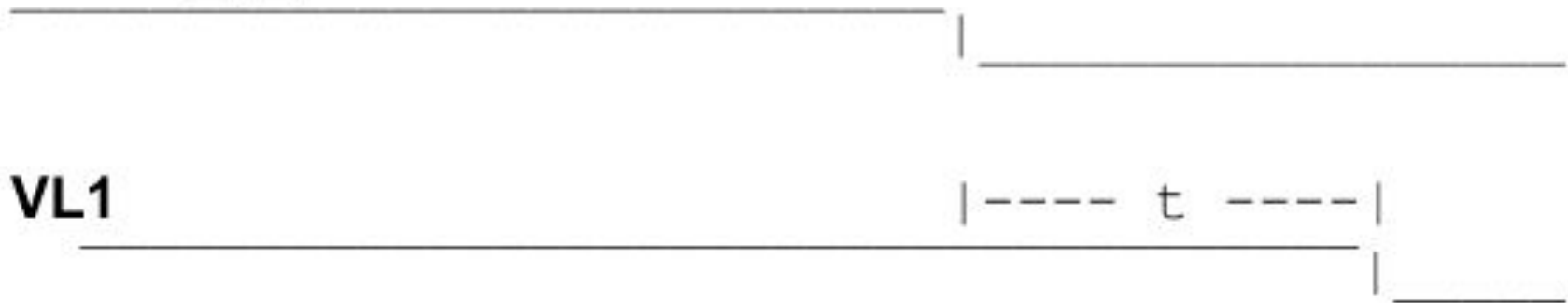


$$\text{VL1} = \text{TON}(\text{I12}, 300)$$


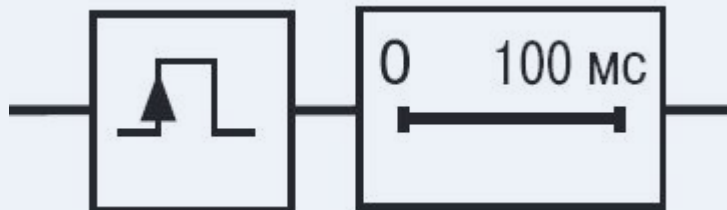
- $x = \text{TOF}(y, t)$: таймер на возврат
(задержка выходного сигнала относительно заднего фронта входного сигнала) переменная x отслеживает переход из 1 в 0 переменной y с задержкой в t миллисекунд.

P50/51_1_1

VL1



VL1 = TOF (P50/51_1_1 , 300)



Удлинение импульса на 100мс

Программирование автоматики

В терминалах РЗ

- ***LD (Ladder Diagram)*** – *графический язык, стандартизованный вариант класса языков релейно-контактных схем.*

- Входные сигналы – контакты реле,
- Элементы (таймеры, счетчики) – катушки реле (имеющие свои контакты),
- Промежуточные реле, имеющие свои контакты,
- Выходные сигналы – катушки реле.

Из-за своих ограниченных возможностей язык дополнен привнесенными средствами: таймерами, счетчиками и т.п.

Программирование
автоматики

В терминалах РЗ

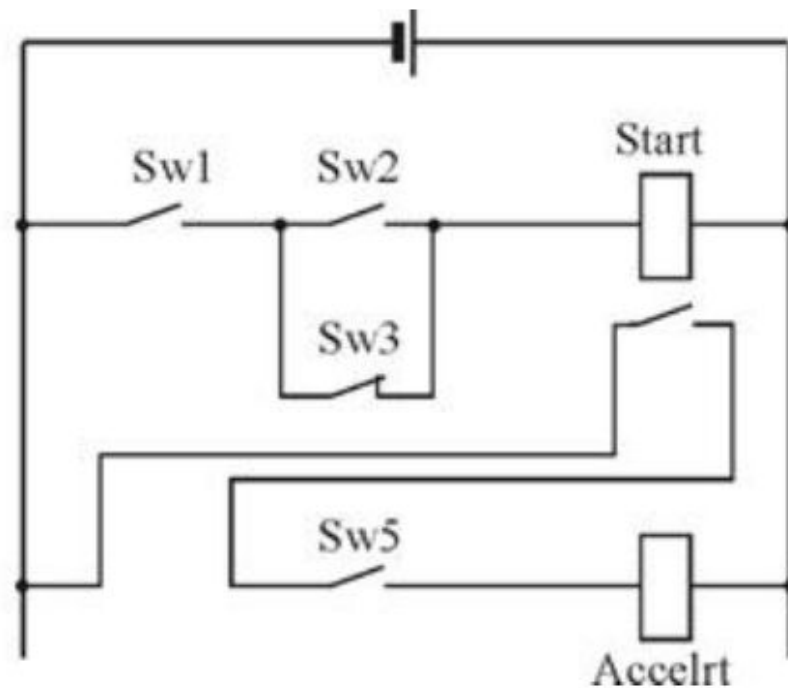
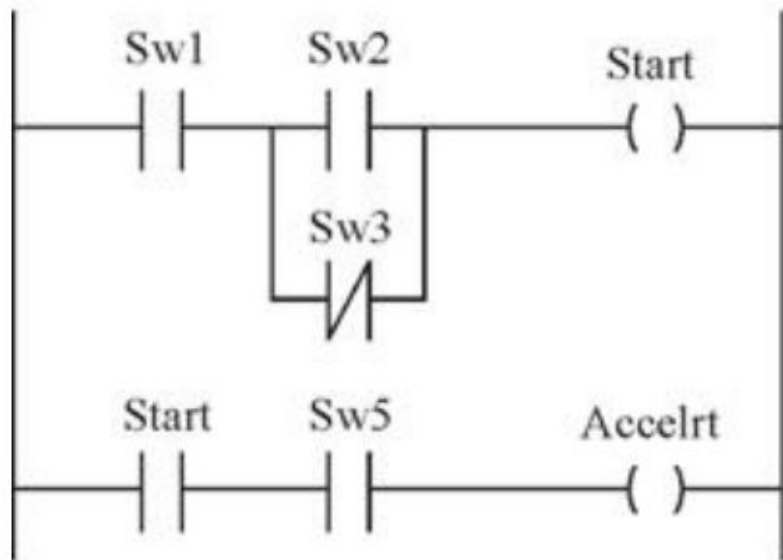
LD (Ladder Diagram)

АПВ, АВР, АЦР
LD — метафора реле, лежащая в основе концепции,
графическая форма описания алгоритма, позволяет
легко освоить язык непрофессионалу.

При переходе на ПЛК язык обладал вполне
объяснимыми преимуществами, т.к. снимал
психологические проблемы переучивания персонала.

Программирование автоматики В терминалах РЗ

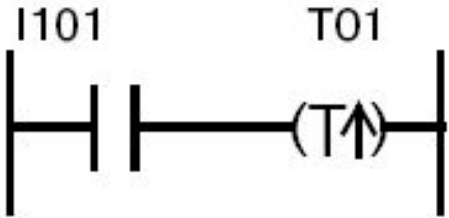
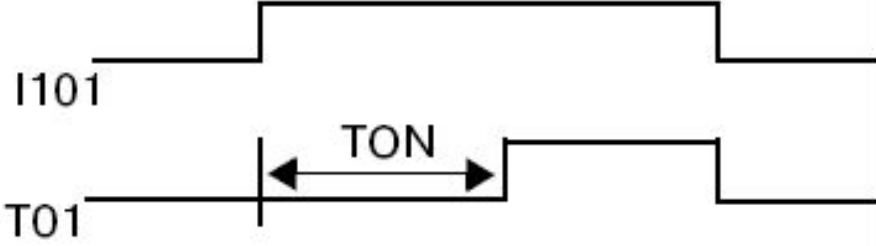
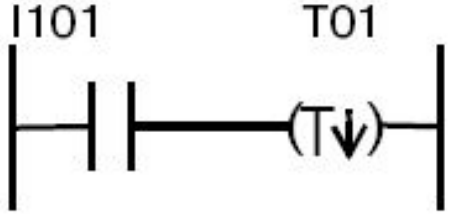

LD (Ladder Diagram)



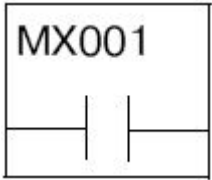
Пример программы на языке LD (слева) – слева питание, справа – земля.

и ее эквивалент в виде электрической цепи с реле и выключателями (справа)

LD (Ladder Diagram)

Программа Logipam	Эквивалентная временная диаграмма
 <p data-bbox="285 439 736 654">Ladder diagram showing a normally open contact labeled I101 connected to a timer coil labeled T01 with a (T↑) symbol, indicating a start-on-delay (TON) timer.</p>	 <p data-bbox="1000 482 1881 725">Timing diagram showing the relationship between input I101 and timer T01. I101 transitions from low to high. T01 remains low until a delay period (TON) has elapsed, after which it transitions to high. When I101 returns to low, T01 also returns to low.</p>
 <p data-bbox="285 925 736 1139">Ladder diagram showing a normally open contact labeled I101 connected to a timer coil labeled T01 with a (T↓) symbol, indicating a stop-on-delay (TOF) timer.</p>	 <p data-bbox="1000 911 1881 1153">Timing diagram showing the relationship between input I101 and timer T01. I101 transitions from low to high. T01 transitions to high immediately. When I101 returns to low, T01 remains high for a delay period (TOF) before returning to low.</p>

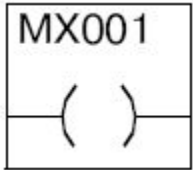
LD (Ladder Diagram)



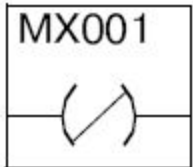
Контакт является замкнутым, когда управляющая им переменная находится в состоянии 1 (*нормально разомкнутый контакт*)



Контакт является замкнутым, когда управляющая им переменная находится в состоянии 0 (*нормально замкнутый контакт*)



Катушка «на срабатывание» - *реле срабатывает при подаче напряжения на катушку*



Катушка "на возврат" – *реле срабатывает при отсутствии напряжения на катушке*

Составить пример на данных языках

- *ST (Structured Text) (типа Паскаль)*
- *FBD (Functional Block Diagram) (И, ИЛИ, НЕ, ...)*
- **Логические уравнения**
- *LD (Ladder Diagram) – реле, контакты*

1) Выходной сигнал **V1** равен 1 при входных сигналах **I11** и **I12** равными 1

2)) Выходной сигнал **V1** равен 1 через 1 секунду, после того, как и **I12** стал равными 1