

Управляващата техника се е развивала с течение на времето. В миналото хората са били главните действащи лица за управление на средствата за производство и на производствените процеси. В днешно време електрическата енергия е използвана за управление и първоначално се основава на релейно-контактна логика. Релетата позволяват захранването да бъде включено и изключено без механичен превключвател. Развитието на електрониката, компютърната техника и комуникациите води до качествен скок в управляващата техника. Разработването на нискобюджетен компютър доведе до последната революция - програмируемия логически контролер (PLC). Появата на PLC започва през 1970 г. и се превърна в най-разпространеният избор за автоматизирано управление във всички области на индустрията – производство, логистика и др.

Разработването на програмируеми логически контролери (PLCs) е наложено първоначално от изискванията на производителите на автомобили, които непрекъснато променят системите си за управление на производствената линия, за да ги приспособят към новите си модели автомобили. В миналото това е изисквало голямо пренасочване на банките с релета - една много скъпа процедура. През 70-те години с появата на интегрални логически схеми, няколко автомобилни компании предизвикват производителите на управляваща техника да разработят средство за промяна на логиката на управлението без да е необходимо да се аранжира изцяло системата. След това PLC добиват популярност в индустрията и тяхното използване се разширява, като в повечето случаи за следене и управление на машини и процеси, се снабдяват и с интерфейс човек-машина (HMI - Human Machine Interface).

Програмируемите логически контролери са програмно управляеми устройства. Това означава, че при промяна на входен сигнал от цифров или аналогов вход, се изработва отговор – промяна на изходен сигнал от цифрово или аналогово изходно устройство в зависимост от заложените програмни връзки между отделните устройства, реализиращи алгоритъма за управление. В общия случай по време на работа програмните връзки остават непроменени.

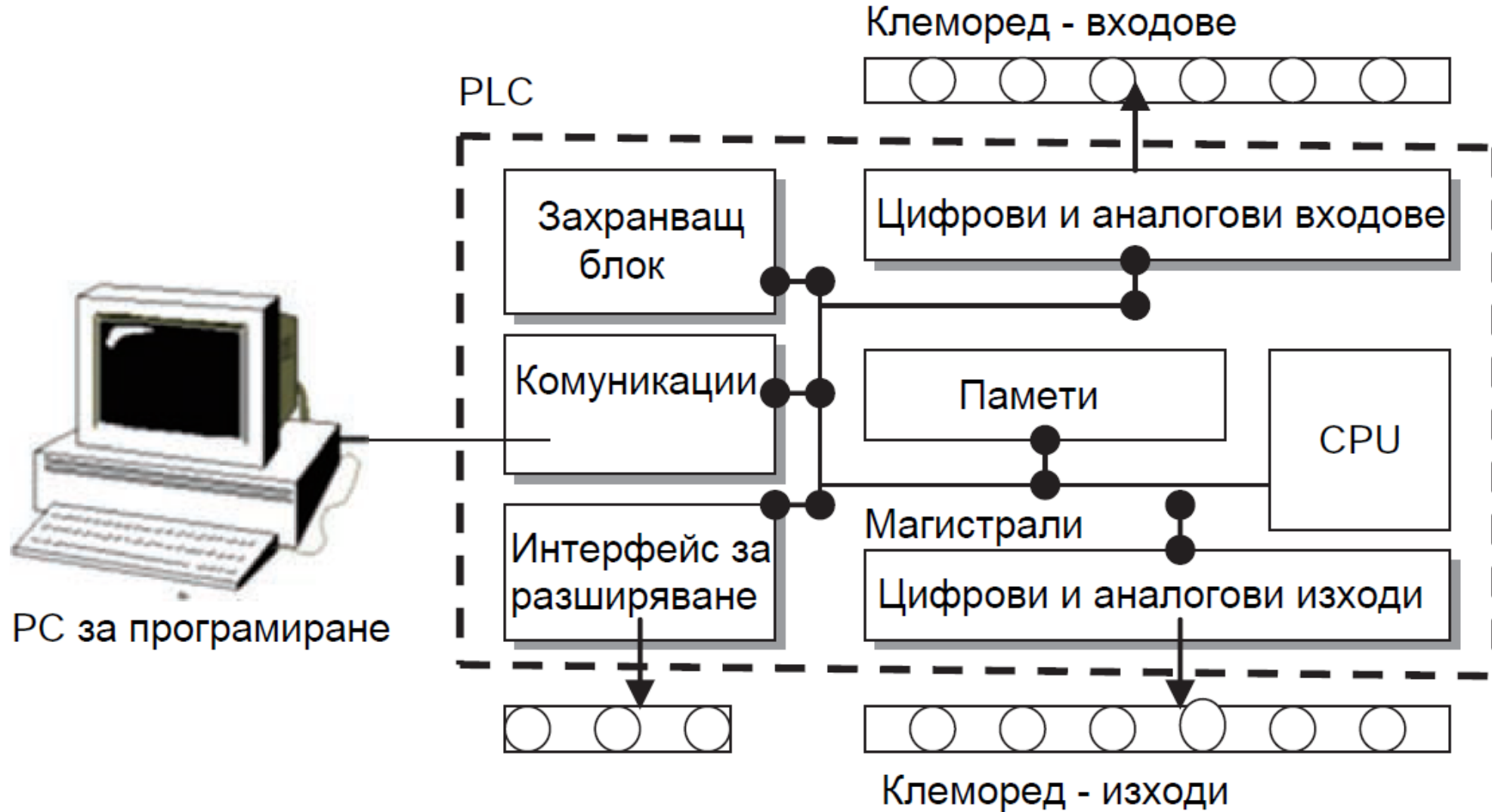
Основната дефиниция е дадена от NEMA (National Electrical Manufacturers Association) през 1978 г.:

„Програмируеми (промишлени) контролери се наричат **програмно управлявани електронни системи**, проектирани за използване в качеството на промишлено оборудване за логическо управление на различни машини, съоръжения и технологични процеси, чрез цифрови или аналогови Входи и Изходи.“

Основни предимства на програмируемите логически контролери

- Рентабилност при управление на комплексни системи.
- Гъвкавост - може да се използва отново за управление на други системи бързо и лесно.
- Компютърните способности позволяват по-сложно управление.
- Развойните средства за настройка правят програмирането по-лесно и намаляват времето на престой.
- Надеждност при работа в промишлени условия.
- Комуникационни възможности за връзка с компютърни и други системи за управление.
- Възможности за изграждане на разпределени системи за управление, индустриални информационни мрежи и облачни системи.

Обобщена структурна схема



Централно процесорно устройство (CPU). Това устройство е основният блок на PLC и определя основните му характеристики като разрядност, бързодействие и др. Тези характеристики са важни при избора на контролер за съответното приложение. Съдържа микропроцесор или микроконтролер с общо предназначение. В първите промишлени контролери са използвани специализирани интегрални схеми като AMD2901, AMD2903 и др. Основният набор инструкции (операционна система за реално време) е програма на високо ниво, инсталирана в постоянна памет (ROM). Програмата за конкретното управление обикновено е съхранявана в постоянна памет EPROM, EEPROM или FLASH. Последните два типа постоянна памет се използват в съвременните устройства и позволяват извършването на следните операции – 1) запис на информация при отпадане на захранването и 2) редактиране или промяна според нуждите на програмата на място. Програмиращото устройство се свързва към процесора, когато операторът трябва да наблюдава, отстранява грешки, редактира или програмира системата, но не е задължително да бъде включено по време на нормалните операции.

Памети. Основно паметта е разделена на постоянна и на оперативна. Постоянната памет се изгражда на базата на ROM, EPROM, EEPROM или FLASH. Съдържанието на цялата или на част от постоянната памет може да бъде променяно. Като оперативни памети най-често се използват памети от статичен тип. Нормално част от оперативната памет (а може и цялата) е с резервирано захранване – батерийно или акумулаторно.

Потребителската памет е разделена на блокове със специални функции. Някои части от паметта се използват за съхранение състоянието на входовете и изходите. Всеки вход или изход има един съответстващ бит в паметта. Истинското състояние на даден вход се запамятава като "1" или като "0" в конкретен бит памет. Използват се и други части от паметта за съхраняване на оперативните стойности на променливите, използвани в потребителските програми. Например, текущите стойности на таймерите или на броячите ще се съхраняват в тази част от паметта.

Основните подобласти на паметта са:

Образ на входния процес - I (Process Image Inputs). В тази подобласт операционната система записва състоянията на входните точки. Достъпът до информацията от избран вход е например I0.3. Непосредствен достъп до физическия вход се осъществява чрез използване на I0.3:P.

Образ на изходния процес - Q (Process Image Outputs). От тази подобласт операционната система копира изчисленията от потребителската програма състояния на изходните точки и ги записва във физическите адреси, например Q1.7. Непосредствен запис във физически изход може да се извърши аналогично на Q1.7:P.

Вътрешни релета - M (Bit Memory). Тук се запазват състоянията на т.нар. „оперативни” релета, имащи отношение към управлението на обекта, но които не са свързани към конкретен изход. Обикновено в тази област се запомнят и междинните резултати при работата на програмата с променливи от тип бит.

Тези подобласти са достъпни за всички блокове код.

Таймери - T (Timers). В тази подобласт се разполагат атрибутите на вградените програмни таймери. Операционната система на контролера поддържа няколко типа таймери, обикновено с фиксирана база време.

Броячи - C (Counters). Подобластта съдържа атрибутите на вградените програмни софтуерни броячи. Нормално се поддържат няколко типа софтуерни броячи.

Последователностни релета - SRC (Sequence Control Relay). Тази подобласт се използва за организиране на постъпково изпълнение на потребителската програма (работа на краен автомат).

Памет на променливите - V (Variable Memory). Предназначена е за запазване на резултатите от междинни изчисления, извършвани върху числови операнди, както и за числови константи.

Системна памет / Специални битове - SM (System Memory / Special Bits). Чрез нея се поддържа комуникацията между операционната система на контролера и логическата програма.

Аналогови входове (Analog Inputs). Подобластта е предвидена за адресиране на многовходови аналогово-цифрови преобразуватели, разположени в основния модул или върху допълнителен хардуерен модул. Стойността на аналоговата величина (например температура, ток, напрежение и др.) се съхранява като 16-битова цифрова стойност. Подобластта е позволена само за четене от потребителската програма.

Аналогови изходи (Analog Outputs). Подобластта е предвидена за адресиране на цифрово-аналогови преобразуватели, разположени върху допълнителни хардуерни модули. Модулите преобразуват 16-битова цифрова стойност в ток или напрежение. Подобластта е позволена само за запис от потребителската програма.

Най-използваните обхвати на аналоговите величини са $\pm 10V$, $\pm 5V$, $\pm 2,5V$, или $0 - 20mA$.

Акумулатори (Accumulators). Подобластта се използва за предаване на параметри от и към отделните подпрограми, както и за запомняне на междинни резултати от математически изчисления.

Входни блокове. Интелигентността и възможностите на дадена автоматизирана система зависят до голяма степен от способността ѝ да приема сигнали от различни видове сензори и входни устройства. Бутони, клавиатури и функционални превключватели са основата на връзката между човека и машината. От друга страна за следене на работата на изпълнителен механизъм, за проверка на налягането или нивото на флуида, има нужда от специални автоматични устройства, като сензори за присъствие, крайни превключватели, фотоелектрически датчици, датчици за нивото и т.н. Входните сигнали на преобразувателите могат да бъдат цифрови (ON/OFF) или аналогови. Обикновено цифровите входове са развързани галванично.

По-малките програмируеми логически контролери обикновено имат само цифрови входове, докато по-големите притежават и аналогови входове чрез специални разширителни блокове, присъединени към тях. Едни от най-често използваните аналогови сигнали са токови в обхвата 4-20 mA и напрежителни в обхвата от 0-10 V. Съществуват и специализирани аналогови модули за обработка на сигнали от определен тип датчици - термодвойки, PT100, тензометрични мостове и др.

Параметри на входни блокове. Физическите места, където постъпват входните сигнали в промишления контролер се наричат входни точки (Input Points). При по-малките PLC входовете обикновено са вградени и техните параметри са посочени в спецификацията на контролера. За по-големите PLC входовете се избират като модули или карти с 8 или 16 входове от един и същи тип на всяка карта. Списъкът по-долу показва типичните диапазони на входните напрежения и приблизително следва по реда на масовост на приложението:

12-24 Vdc

100-120 Vac

10-60 Vdc

12-24 Vac/dc

5 Vdc (TTL)

200-240 Vac

48 Vdc

24 Vac

Изходни блокове. Системата за индустриално управление не може да изпълнява своите функции без изходни устройства. Някои от най-често използваните изпълнителни устройства са двигатели, соленоиди, релета, индикатори, звукова сигнализация и т.н. Чрез пускането на двигател или реле, PLC може да управлява проста система като система за сортиране на продукти по целия път до сложни системи като сервизна система за позициониране на главата на роботизирана машина. Изходите могат да бъдат от аналогов или цифров тип. Цифровият изходен сигнал има две състояния – чрез него се установяват или прекъсват връзките. Аналогов изход се използва за генериране на аналогов сигнал (например за управление на скоростта на електрически двигател чрез напрежение, чиято стойност е пропорционална на скоростта). Обикновено цифровите изходи са развързани галванично.

Параметри на изходни блокове. Физическите места, през които промишленият контролер изпраща изходните сигнали към управляемия обект се наричат изходни точки (Output Points). Изходните елементи включват външните изпълнителни механизми към източник на напрежение. Списъкът по-долу показва типичните диапазони на изходните напрежения и приблизително следва по реда на масовост на приложението:

120 Vac

24 Vdc

12-48 Vac

12-48 Vdc

5Vdc (TTL)

230 Vac

Изходните елементи са релета, биполярни и MOS транзистори, и триаци. Релетата са най-гъвкавите изходни устройства. Те могат да превключват както променливо, така и постоянно напрежение. Но те са по-бавни (около 10ms типично време за превключване), те са по-обемисти, струват повече и имат определен брой цикли. Изходите с релета често се наричат сухи контакти. Транзисторите се използват за постояннотокови изходи, а триаците – за променливотокови. Изходите с транзистори и триаци се наричат комутируеми изходи.

Захранващ блок. Захранващият блок осигурява енергия за процесора и другите модули. Най-често използваните вътрешни напрежения са +5V, ±12V и +24V. Допълнително, захранващият блок може да осигури на контролера сигнал за отпадане на входното напрежение (Power Down). Повечето PLC контролери използват като входно напрежение 24 VDC или 220 VAC. При някои PLC контролери захранващият блок е отделен модул. Обикновено това са по-големи PLC контролери, докато малките и средните серии съдържат собствен модул за захранване. Потребителят трябва да определи мощността, която ще се консумира от I/O модула, за да се увери, че електрическото захранване може да я осигури. Различни видове модули имат различна консумация на енергия. Захранващият блок обикновено не се използва за захранване на външните входове и изходи. Потребителят трябва да осигури отделни захранващи източници за входовете и изходите на контролера.

Архитектура на програмируемите логически контролери. При избор на контролер за решаване на конкретна задача на автоматизираното управление се взимат предвид някои основни характеристики:

- брой и тип на входните и изходните точки;
- бързодействие – определя се от минималната продължителност на входните сигнали;
- обем и организация на паметта на работната програма.

В зависимост от възможностите на контролерите, тяхната архитектура може да се определи като *компактна* и *модулна*.

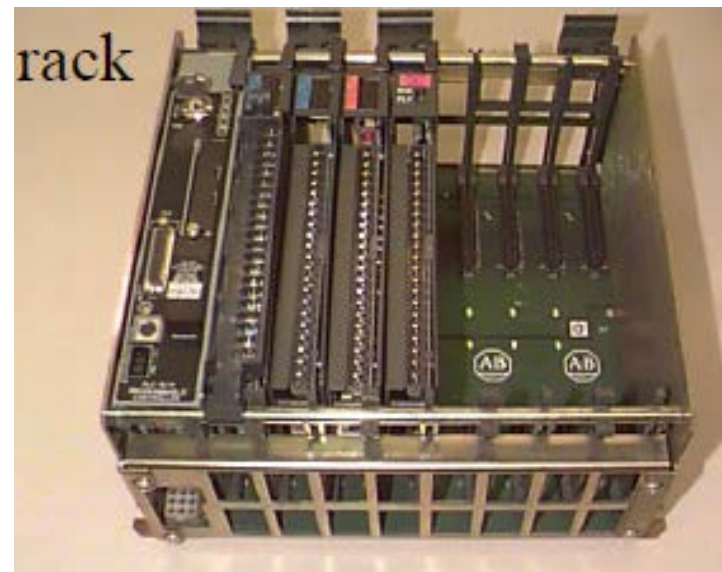
Под компактна архитектура обикновено се разбира когато всички блокове на контролера са разположени в едно физическо устройство. То съдържа захранване, процесорна система, определени количества входни и изходни точки, интерфейс за програмиране и блок за режим на работа и индикация. Контролер с компактна архитектура може да управлява сравнително малки обекти – при тях броят на входно-изходните точки е ограничен (обикновено 8 – 24) и няма възможности за разширяване.

Архитектура на програмируемите логически контролери. При модулната архитектура контролер се изгражда от отделни модули, като потребителят решава колко и какви модули да се включат в конфигурацията на контролера, така че да се изпълни задачата за автоматизация на управляемия обект. При някои конфигурации модулите се разполагат в касета (rack), на дъното на която е разположена системна магистрала за връзка между тях. По този принцип се изграждат големите комплексни системи за управление. Производителите на промишлени контролери предлагат широка гама от допълнителни входно-изходни модули, съобразени с най-често срещаните сензори и изпълнителни механизми. Разширителните модули биват *сигнални* (SM – Signal Modules - аналогови и цифрови входове и изходи), *интерфейсни* (IM – Interface Modules - служат за осигуряване на връзка между различни касети с модули), *функционални* (FM – Function Modules – специализирани модули за броене, позициониране, управление с обратна връзка, регулиране и др.), *комуникационни процесори* (CP – Communication Processors - за изграждане на локални мрежи и разпределени системи за управление).

Архитектура на програмируемите логически контролери.



Компактен контролер



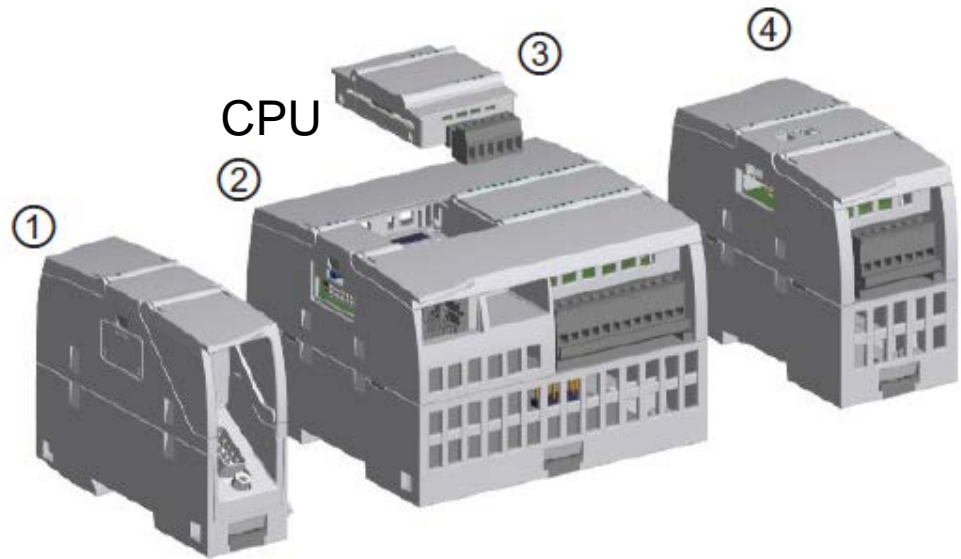
Контролер с модулна архитектура

Архитектура на програмируемите логически контролери.

Контролерът S7-1200 на Siemens осигурява гъвкавост и изчислителна мощност за управление на голямо разнообразие от устройства за реализация на проекти от автоматизация на машини и процеси. Компактният дизайн, гъвкавата конфигурация и големият набор от инструкции предлага S7-1200 като идеално решение за управление на голямо разнообразие от приложения.

Централното процесорно устройство (CPU) включва микропроцесор, вграден захранващ източник, входни и изходни схеми, вграден PROFINET, високоскоростен I/O контрол на задвижвания и вградени аналогови входове в компактно устройство за създаване на мощен контролер. След като се въведе програмата, процесорът съдържа логиката, необходима за наблюдение и контрол на устройствата в даденото приложение. Процесорът следи входовете и променя изходите според логиката на потребителската програма, която може да включва булева логика, броячи, синхронизиране, сложни математически операции и комуникации с други интелигентни устройства. Предвидени са допълнителни модули за комуникация през PROFIBUS, GPRS, RS485 или RS232 мрежи.

Архитектура на програмируемите логически контролери. За разширяване на възможностите на CPU на S7-1200 се предлага голямо многообразие от допълнителни модули. За разширяване са възможни:



1) Комуникационен модул - CM (Communication module), комуникационен процесор - CP (communication processor), адаптер за отдалечен достъп - TS (TeleService adapter)

3) Сигнални платки - SB (Signal board), комуникационни платки - CB (communication board), или батерии - BB (Battery Board)

4) Сигнални модули - SM (Signal module)

Архитектура на програмируемите логически контролери.

Цифрови сигнални модули и сигнални платки:

Type	Input only	Output only	Combination In/Out
③ digital SB	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x 24VDC In, 200 kHz • 4 x 5VDC In, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x 24VDC Out, 200 kHz • 4 x 5VDC Out, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out • 2 x 24VDC In / 2 x 24VDC Out, 200 kHz • 2 x 5VDC In / 2 x 5VDC Out, 200 kHz
④ digital SM	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC In 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC Out • 8 x Relay Out • 8 x Relay Out (Changeover) 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 x 24VDC In / 8 x 24VDC Out • 8 x 24VDC In / 8 x Relay Out • 8 x 120/230VAC In / 8 x Relay Out
	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC In 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC Out • 16 x Relay Out 	<ul style="list-style-type: none"> • 16 x 24VDC In / 16 x 24VDC Out • 16 x 24VDC In / 16 x Relay Out

Module	Description
③ Battery board	Plugs into expansion board interface on front of CPU. Provides long term backup of realtime clock

Архитектура на програмируемите логически контролери.

Аналогови сигнални модули и сигнални платки:

Type	Input only	Output only	Combination In/Out
③ analog SB	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x 12 bit Analog In • 1 x 16 bit RTD • 1 x 16 bit Thermocouple 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 x Analog Out 	-
④ analog SM	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x Analog In • 4 x Analog In x 16 bit • 8 x Analog In • Thermocouple: <ul style="list-style-type: none"> - 4 x 16 bit TC - 8 x 16 bit TC • RTD: <ul style="list-style-type: none"> - 4 x 16 bit RTD - 8 x 16 bit RTD 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 x Analog Out • 4 x Analog Out 	<ul style="list-style-type: none"> • 4 x Analog In / 2 x Analog Out

Архитектура на програмируемите логически контролери.

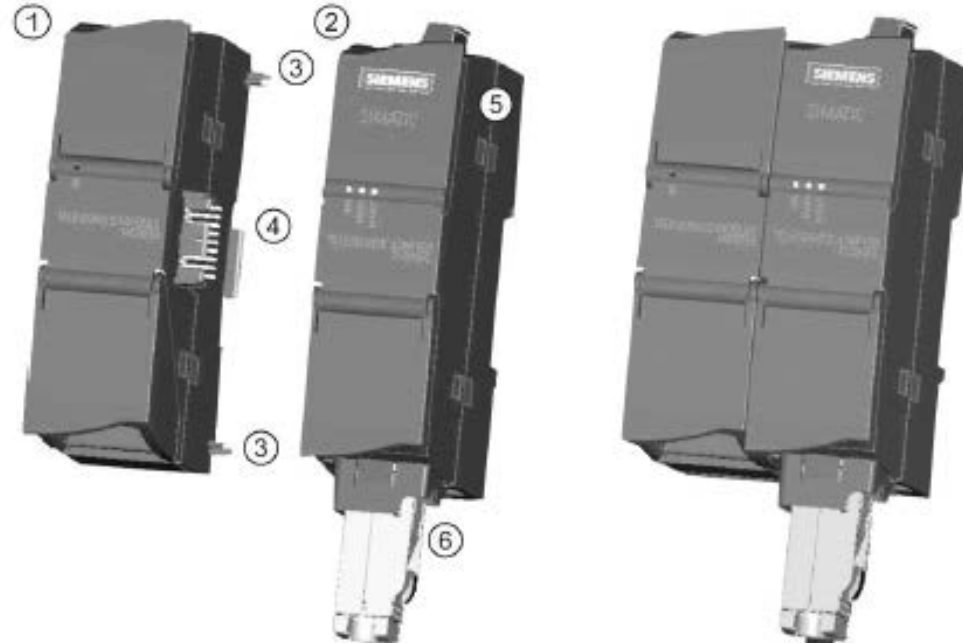
Комуникационни интерфейси:

Module	Type	Description
① Communication module (CM)	RS232	Full-duplex
	RS422/485	Full-duplex (RS422) Half-duplex (RS485)
	PROFIBUS Master	DPV1
	PROFIBUS Slave	DPV1
	AS-i Master (CM 1243-2)	AS-Interface
① Communication processor (CP)	Modem connectivity	GPRS
① Communication board (CB)	RS485	Half-duplex
① TeleService	TS Adapter IE Basic ¹	Connection to CPU
	TS Adapter GSM	GSM/GPRS
	TS Adapter Modem	Modem
	TS Adapter ISDN	ISDN
	TS Adapter RS232	RS232

¹TS адаптерът позволява свързването на различни комуникационни интерфейси към PROFINET порта на процесора. Той се инсталира от лявата страна на централния процесор и могат да бъдат свързани до 3 комуникационни интерфейсни модула.

Архитектура на програмируемите логически контролери.

Използване на TS адаптера за свързването на различни комуникационни интерфейси към PROFINET порта на процесора:



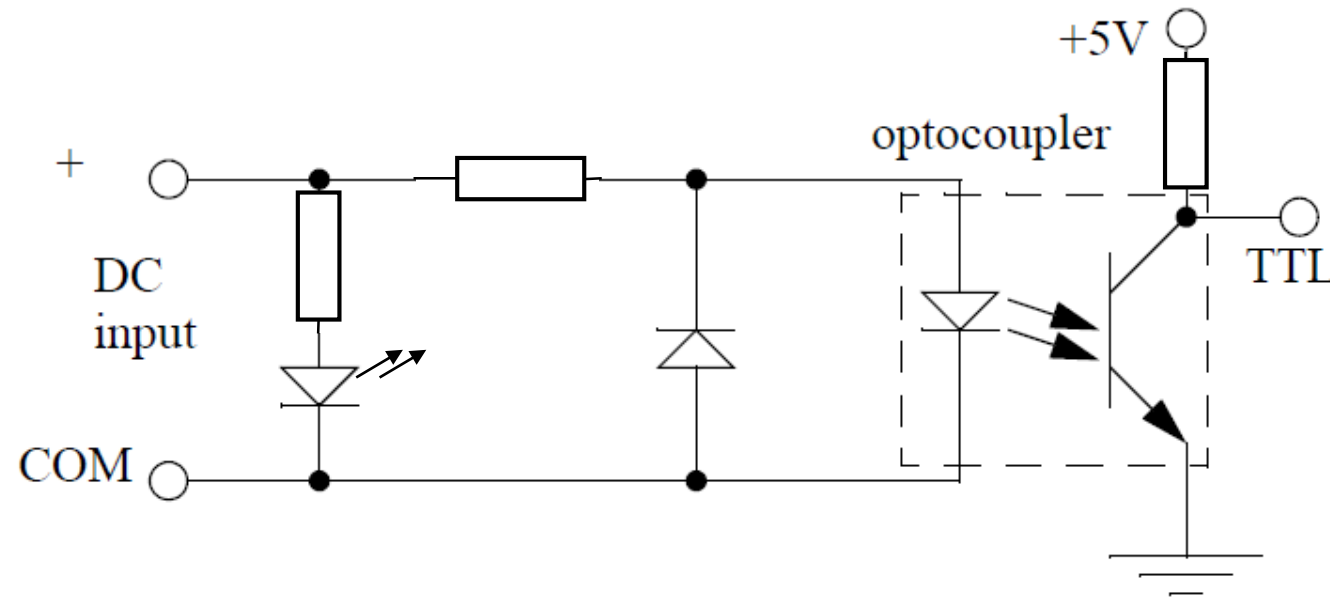
- ① TS module
- ② TS Adapter
- ③ Elements

- ④ Plug connector from the TS module
- ⑤ Cannot be opened
- ⑥ Ethernet port

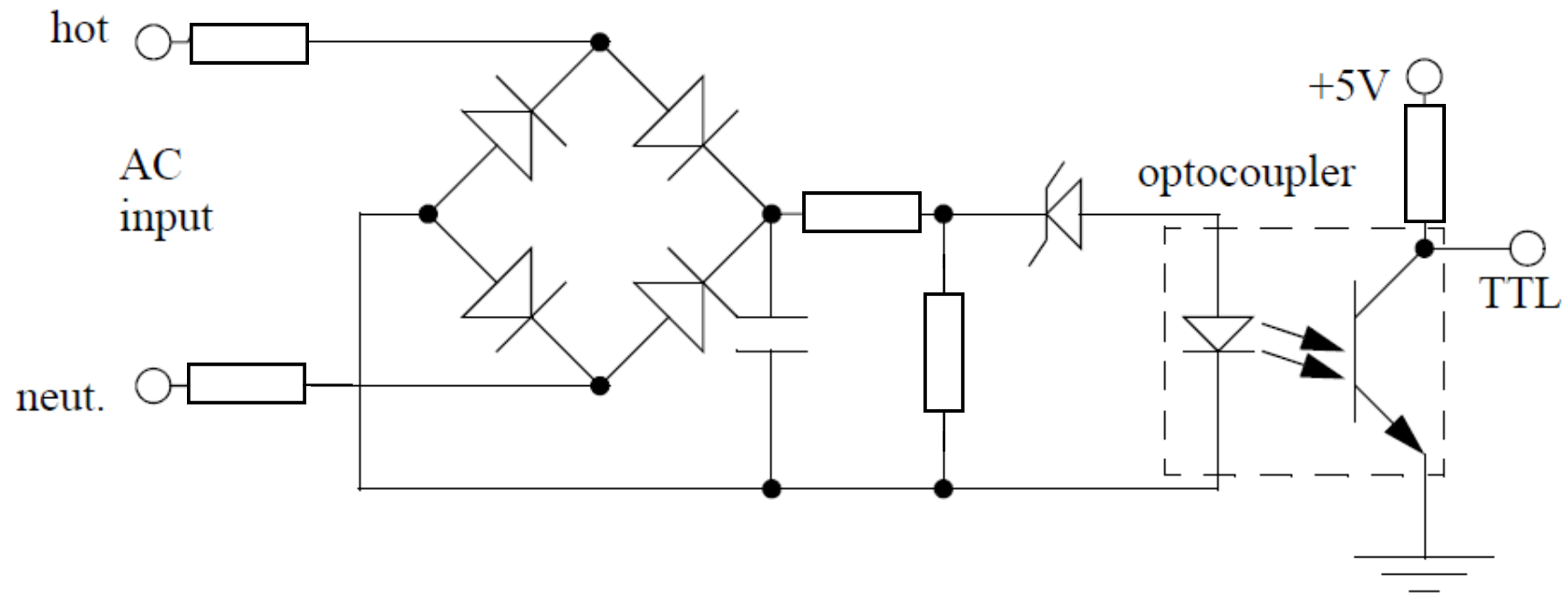
Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Входните вериги на PLC могат да се класифицират по няколко основни признака, най-общият е според вида на напрежителния сигнал на който реагират – постояннотокови и променливотокови входове. Захранващият блок на контролера обикновено не захранва входовете. Затова трябва да се осигури външен източник, който да подава напрежение към тях. Входните вериги на PLC трябва да транслират (преобразуват) различни логически нива до 5Vdc логически нива, най-често използвани в контролерите.

По принцип схемите формират входен сигнал за задействане на оптрон. По този начин се осигурява електрическа изолация на външните електрически вериги от вътрешните вериги. Други схемни компоненти се използват, за да се предпази схемата от пренапрежение или от обръщане на посоката на напрежението. Това може да се направи със схемни решения, които са показани по-долу.

Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Входна схема, реагираща при подаване на постоянно напрежение.



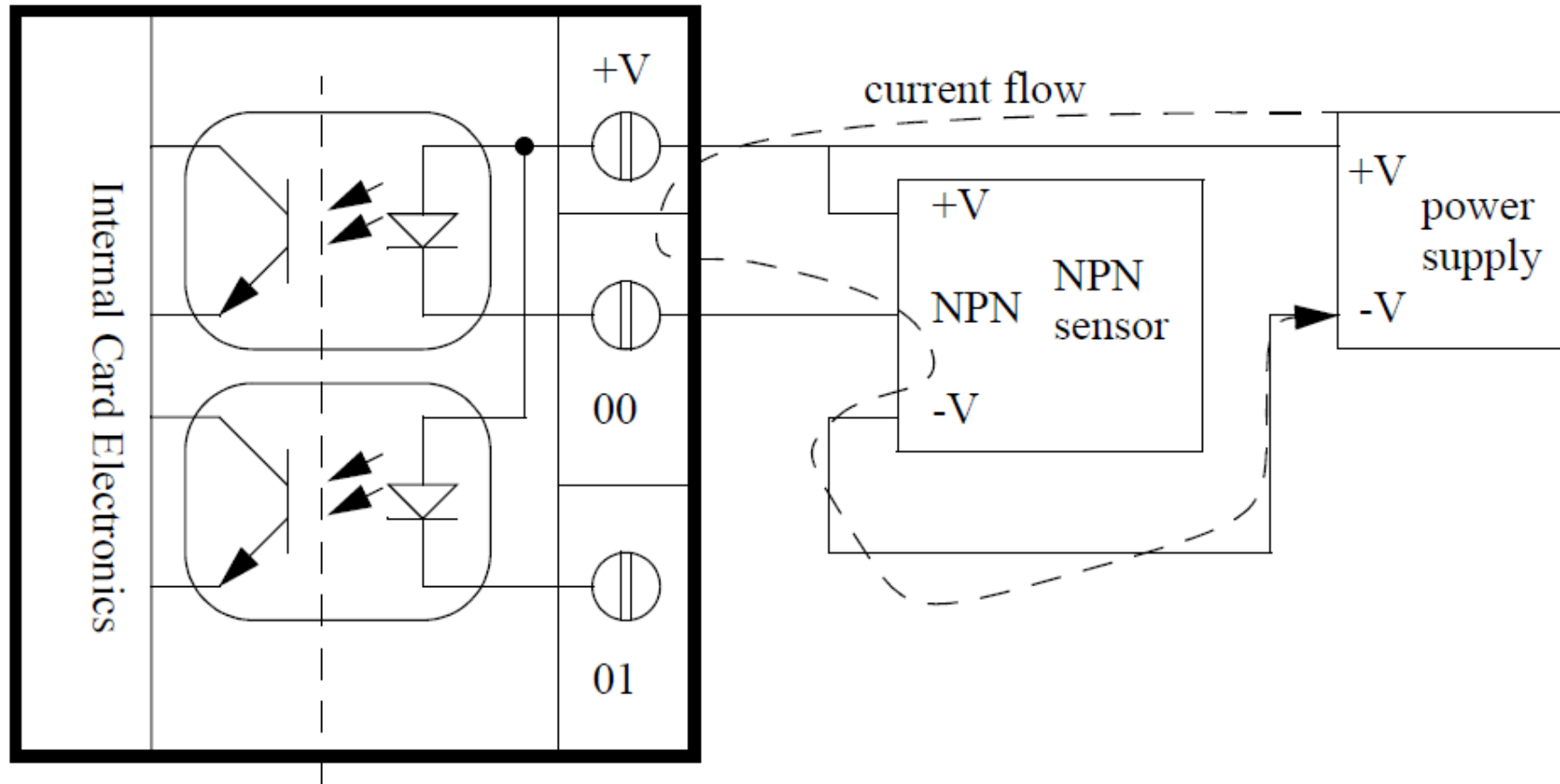
Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Входна схема, реагираща при подаване на променливо напрежение.



Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Друг признак е според начина на свързване на общия входящ проводник (към нулевия или към захранващия проводник). Когато се разглежда действието на сензора като източник или като консуматор, това се отнася за изхода на сензора, който действа като ключ, свързан към цифровия вход на контролера. Изходът на сензора обикновено е транзистор, който ще действа като ключ (с известна загуба на напрежение). При разглеждане на сензорите терминът източник често се заменя с PNP, а консуматор - с NPN.

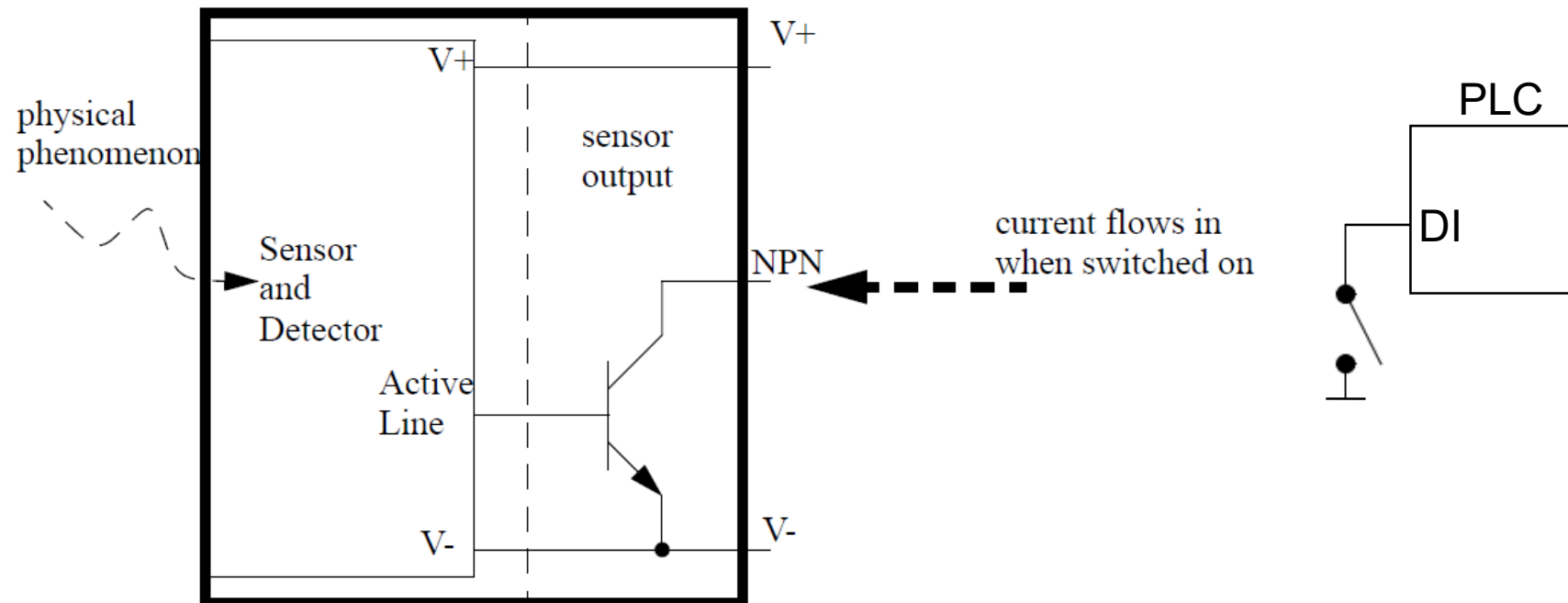
PNP транзистор се използва за изход, работещ като източник. При този тип изход токът тече от захранващия източник през изхода навън от сензора. Тогава общ входящ проводник е нулевият проводник. NPN транзистор се използва за изход, работещ като консуматор. В този случай токът тече към сензора, през изхода към нулевия проводник. Тогава общ входящ проводник е захранващият проводник.

Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове

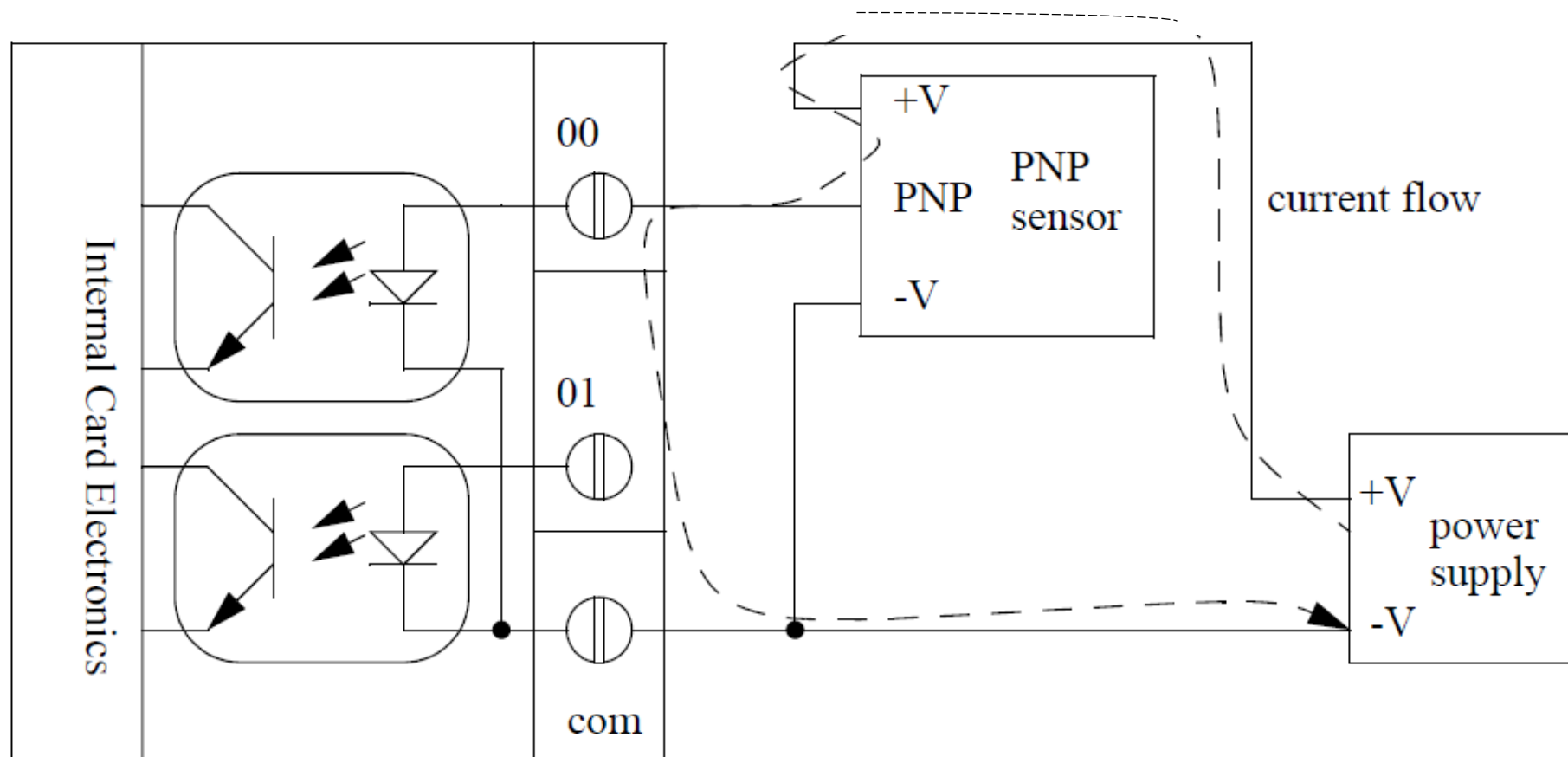


Входни вериги на PLC за свързване към сензори от NPN тип

Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Показан е опростен пример на сензор с изход, работещ като консуматор. Сензорът се нуждае от захранващо напрежение, за да работи и трябва да бъде свързан към захранващ източник. Ако сензорът е открил промяна в състоянието на обекта, ще се задейства активния изход. Той е свързан директно с базата на NPN транзистор. Тогава той ще се отпусне токът ще протече през изхода на сензора към нулевия проводник.

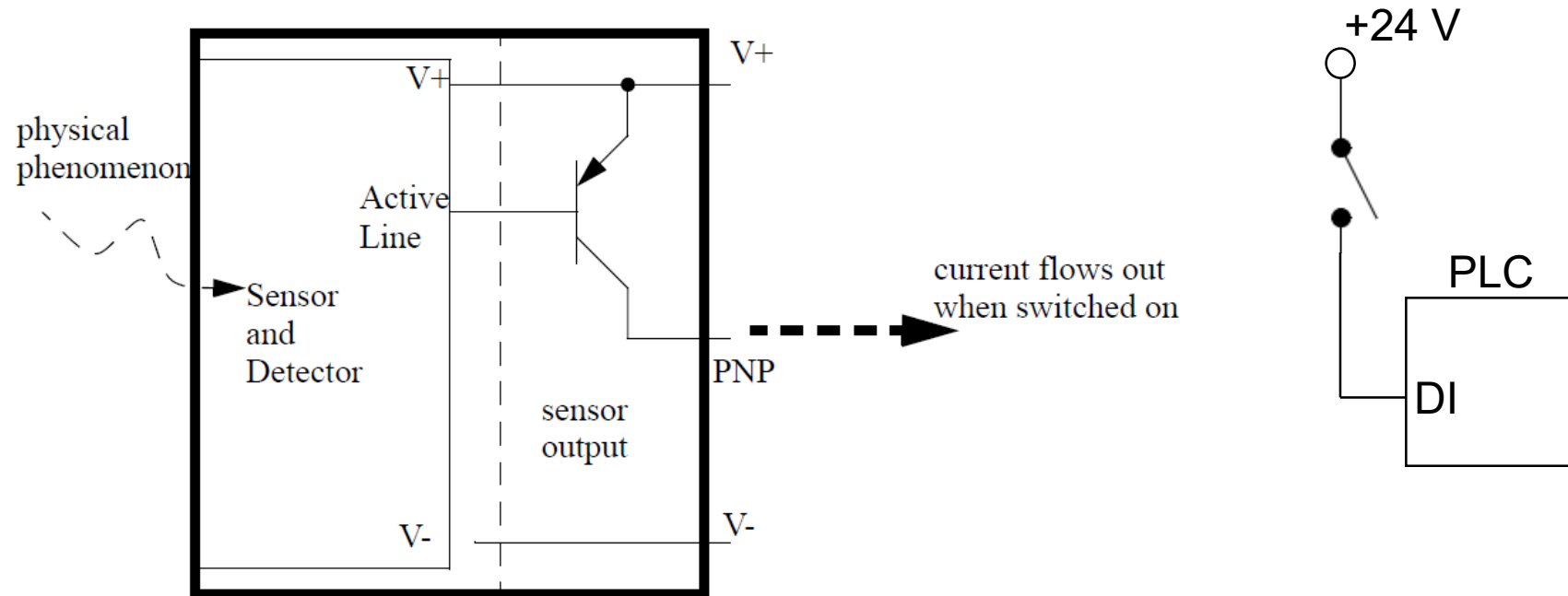


Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове



Входни вериги на PLC за свързване към сензори от PNP тип

Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. Показан е опростен пример на сензор с изход, работещ като източник. Сензорът се нуждае от захранващо напрежение, за да работи и трябва да бъде свързан към захранващ източник. Ако сензорът е открил промяна в състоянието на обекта, ще се задейства активния изход. Той е свързан директно с базата на PNP транзистор. Тогава той ще се отпусне и токът ще протече от захранващия източник през изхода навън от сензора.



Схемни решения на цифрови (релейни) входни блокове. В CPU модула на S7-1200 са предвидени цифрови входни филтри, които предпазват програмата от грешно сработване в следствие на нежелани бързи промени на входните сигнали, което може да е резултат от разтрептяване на контакт или електрически шум. По подразбиране времезакъснението на филтъра е 6,4 ms и се блокират нежеланите преходи от типичните механични контакти. В различни части на програмата може да се изисква по-кратко време за филтриране, за да се откриват промени и да се реагира на входни сигнали от бързи сензори, или по-дълги времена на филтриране, за да се блокират бавни контакти или по-нискочестотен шум.

Времезакъснението на входния филтър от 6,4 ms означава, че за да се регистрира промяна на един сигнал от "0" на "1" или от "1" на "0", трябва новото ниво да се задържи за около 6,4 ms, и че единичен положителен или отрицателен импулс, по-къс от около 6,4 ms няма да бъде регистриран.

Всяка входна точка има самостоятелна конфигурация на филтъра, която се прилага за всички приложения - четене на входове, прекъсвания, „pulse catch“ и високоскоростни броячни входове.

Обхвати на аналогови входни блокове на програмируемия логически контролер S7-1200

System		Voltage Measuring Range						
Decimal	Hexadecimal	±10 V	±5 V	±2.5 V	±1.25V		0 to 10 V	
32767	7FFF	11.851 V	5.926 V	2.963 V	1.481 V	Overflow	11.851 V	Overflow
32512	7F00							
32511	7EFF	11.759 V	5.879 V	2.940 V	1.470 V	Overshoot range	11.759 V	Overshoot range
27649	6C01							
27648	6C00	10 V	5 V	2.5 V	1.250 V	Rated range	10 V	Rated range
20736	5100	7.5 V	3.75 V	1.875 V	0.938 V		7.5 V	
1	1	361.7 µV	180.8 µV	90.4 µV	45.2 µV		361.7 µV	
0	0	0 V	0 V	0 V	0 V		0 V	
-1	FFFF						Negative values are not supported	
-20736	AF00	-7.5 V	-3.75 V	-1.875 V	-0.938 V			
-27648	9400	-10 V	-5 V	-2.5 V	-1.250 V			
-27649	93FF							
-32512	8100	-11.759 V	-5.879 V	-2.940 V	-1.470 V	Undershoot range		
-32513	80FF					Underflow		
-32768	8000	-11.851 V	-5.926 V	-2.963 V	-1.481 V			

Обхвати на аналогови входни блокове на програмируемия логически контролер S7-1200

System		Current measuring range		
Decimal	Hexidecimal	0 mA to 20 mA	4 mA to 20 mA	
32767	7FFF	23.70 mA	22.96 mA	Overflow
32512	7F00			
32511	7EFF	23.52 mA	22.81 mA	Overshoot range
27649	6C01			
27648	6C00	20 mA	20 mA	Nominal range
20736	5100	15 mA	16 mA	
1	1	723.4 nA	4 mA + 578.7 nA	
0	0	0 mA	4 mA	
-1	FFFF			
-4864	ED00	-3.52 mA	1.185 mA	Undershoot range
-4865	ECFF			
-32768	8000			Underflow

Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. PLC изходите трябва да транслират (преобразуват) логическите нива на шината за данни на PLC с напрежение 5Vdc към стойностите на външния източник на напрежение. Това може да се направи със схеми, подобни на тези, показани по-долу.

По принцип схемите използват оптрон за превключване на външните вериги. Това осигурява електрическа изолация на външните електрически вериги от вътрешните вериги. Други схемни компоненти се използват, за защита от пренапрежение или от обръщане на посоката на напрежението.

Сухи контакти - отделно реле е предназначено за всеки изход. Това позволява превключване на различни напрежения (променливи или постоянни със стойности до максимално допустимите), както и галванично разделяне от другите изходи и от PLC. Този метод е най-малко чувствителен към измененията на напрежението и отскоците.

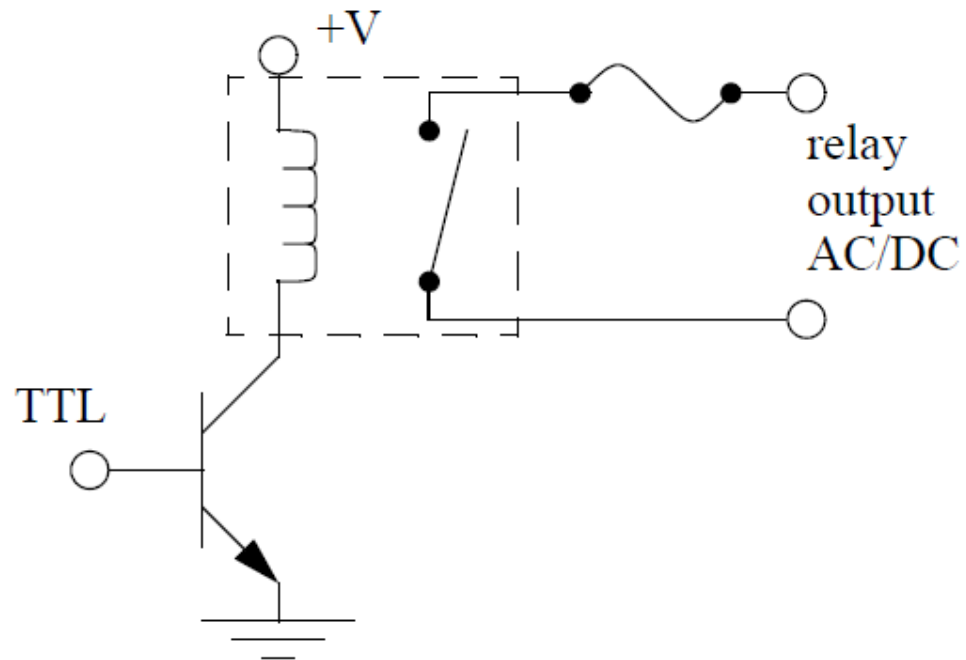
Комутирани изходи - към PLC картата се подава напрежение и то се превключва към различни изходи с използване на безконтактни елементи - транзистори, триаци и т.н. Времето им на реакция е много по-малко от 1 ms.

Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. При управление на индуктивни товари трябва да се използват потискащи (супресорни вериги), за да се ограничи повишаването на напрежението, когато управляващ изход на контролера се изключва. Потискащите вериги предпазват изходите от повреда, причинена от високите стойности на преходното напрежение, което възниква, когато токът през индуктивен товар е прекъснат.

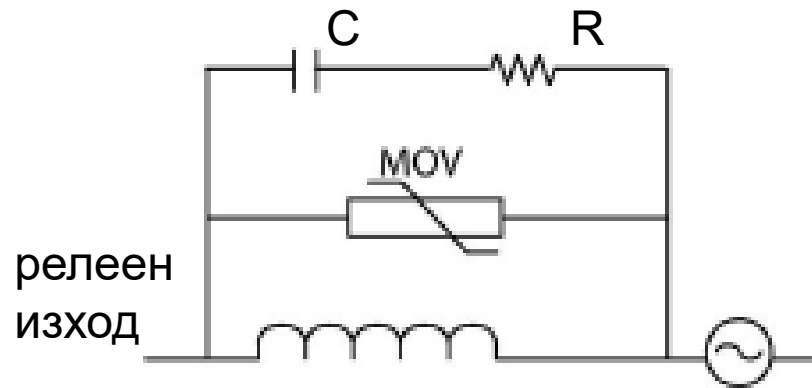
В допълнение, супресорните вериги ограничават електромагнитните смущения, генерирани при превключване на индуктивен товар. Високочестотният шум от лошо потиснати индуктивни товари може да наруши работата на PLC. Поставяне на външна супресорна верига, така че тя да е електрически паралелна на товара и физически разположена в близост до него е най-ефективният начин за намаляване на електромагнитните смущения.

Добро решение за потискане на смущения е използването на контактори и други индуктивни товари, за които техният производител е осигурил интегрирани в товара схеми за потискане.

Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. Изходни стъпала за превключване на променливо напрежение могат да се реализират с релета или с триаци. Изходните релета чрез своите контакти може да се използват и за включване на мощни ключови елементи (контактори) за управление на изпълнителни механизми с голяма мощност. Също така контактите на релетата може да участват в реализирането на сложни логически схеми като управляват цифрови входове.



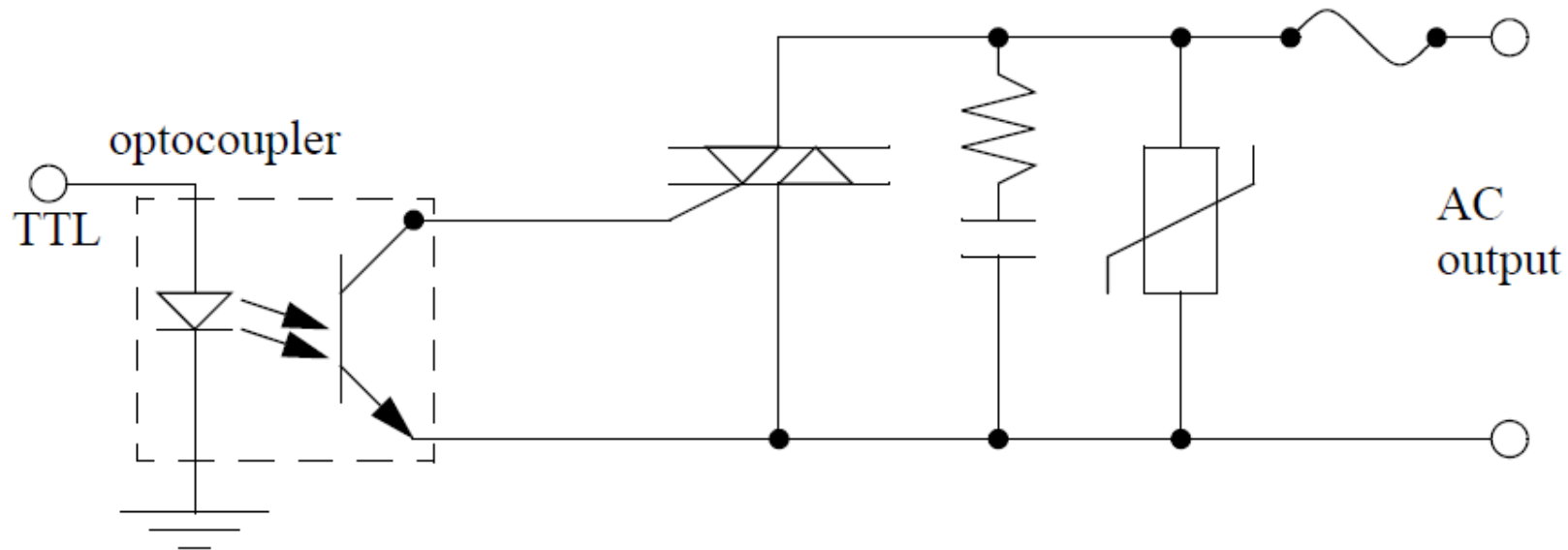
Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. При управление на индуктивни товари, които се захранват с променливо напрежение, е необходимо да се осигурят защитни елементи.



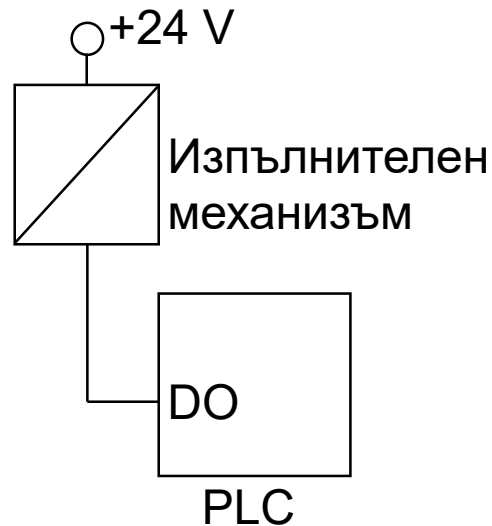
Стойностите на резистора и кондензатора се избират от показаната таблица в зависимост от стойността на товара. Работното напрежение на варистора (MOV) трябва да бъде поне с 20% по-високо от номиналното напрежение на мрежата.

I rms Amps	Inductive load		Suppressor values		
	230 V AC	120 V AC	Resistor		Capacitor
	VA	VA	Ω	W (power rating)	nF
0.02	4.6	2.4	15000	0.1	15
0.05	11.5	6	5600	0.25	470
0.1	23	12	2700	0.5	100
0.2	46	24	1500	1	150
0.5	115	60	560	2.5	470
1	230	120	270	5	1000
2	460	240	150	10	1500

Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове.
 Използването на триаци изисква допълнителни схемни решения, продиктувани от принципа им на работа. Първото е синхронизиране на управлението с преминаването на променливото напрежение през нула. Също така трябва да се вземат мерки за потискането на отскоци и смущения.

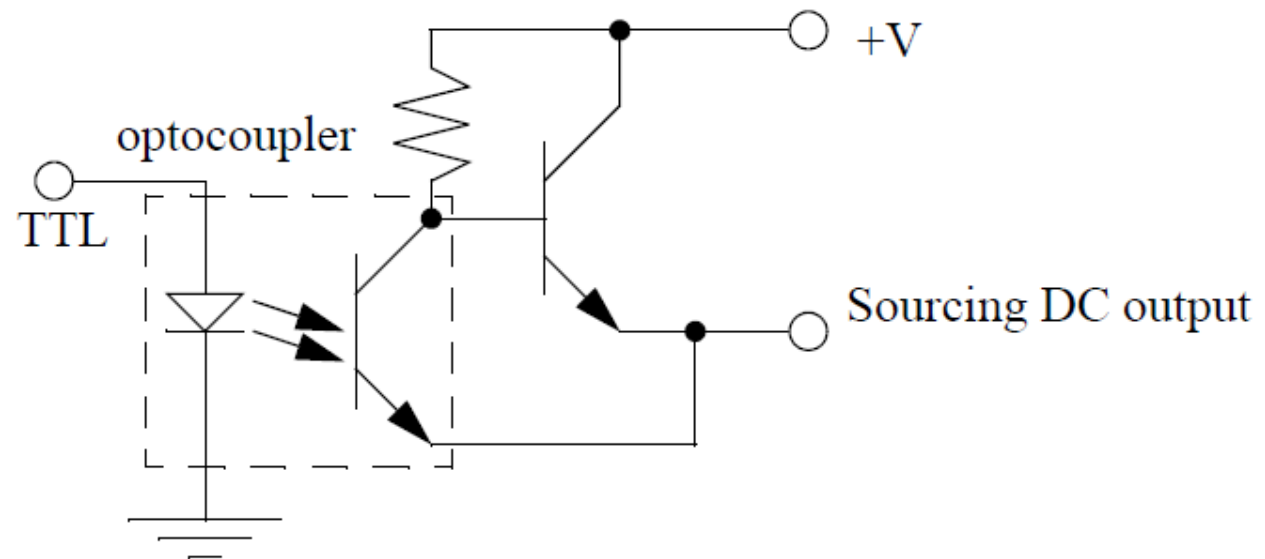
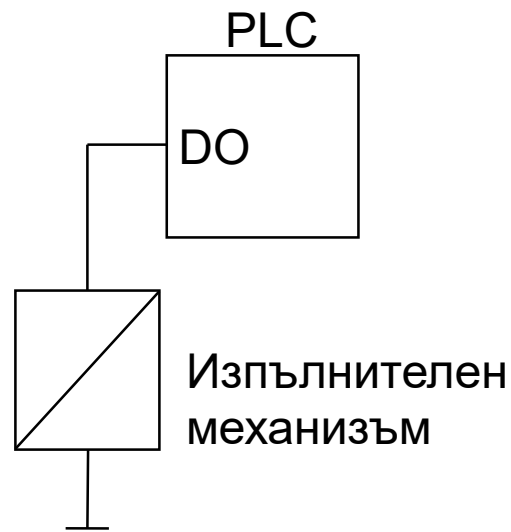


Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. Когато изходите превключват само постоянно напрежение се използват биполярни или MOS транзистори като ключови елементи. Тези изходи имат по-високо бързодействие от предните. При изходните точки също има класификация според начина на действие – източник или консуматор. Тези режими също се разглеждат съответно като PNP тип или NPN тип. От тях се определя и общия проводник – захранващият или нулевият.

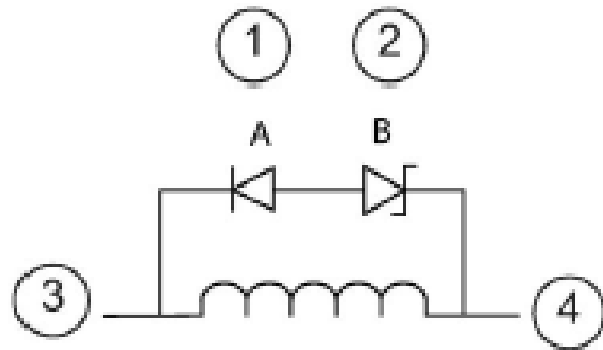


Изход, който работи в режим на консуматор (NPN тип) използва нулевия проводник като общ. При включено състояние токът протича от захранващия източник, през товара (изпълнителния механизъм) и през изхода на контролера към нула.

Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. Изход, който работи в режим на източник (PNP тип) използва захранващия проводник като общ. При включено състояние токът протича от изхода на контролера, през товара (изпълнителния механизъм) към нула.



Схемни решения на цифрови (релейни) изходни блокове. При управление на индуктивни товари, захранвани с постоянно напрежение, защитните вериги се различават от тези при променливотоковите товари.



- 1 – диод 1N4001 или еквивалентен
- 2 – ценеров диод 8,2V (DC изход)
ценеров диод 36V (релеен изход)
- 3 – захранване 24V
- 4 – изход на PLC

В повечето приложения добавянето на диод (А) в паралел на постояннотоковия индуктивен товар е подходящо, но ако приложението изисква по-кратки времена за изключване, тогава се препоръчва добавянето на ценерови диоди (В). Ценеровият диод трябва да бъде правилно оразмерен, за да отговаря на стойността на тока в изходната верига.

Обхвати на аналогови изходни блокове на програмируемия логически контролер S7-1200

System		Voltage Output Range		
Decimal	Hexadecimal	± 10 V		
32767	7FFF	See note 1	Overflow	
32512	7F00	See note 1		
32511	7EFF	11.76 V	Overshoot range	
27649	6C01			
27648	6C00	10 V	Rated range	
20736	5100	7.5 V		
1	1	361.7 μ V		
0	0	0 V		
-1	FFFF	-361.7 μ V		
-20736	AF00	-7.5 V		
-27648	9400	-10 V		
-27649	93FF			Undershoot range
-32512	8100	-11.76 V		
-32513	80FF	See note 1		Underflow
-32768	8000	See note 1		

Обхвати на аналогови изходни блокове на програмируемия логически контролер S7-1200

System		Current Output Range	
Decimal	Hexadecimal	0 mA to 20 mA	
32767	7FFF	See note 1	Overflow
32512	7F00	See note 1	
32511	7EFF	23.52 mA	Overshoot range
27649	6C01		
27648	6C00	20 mA	Rated range
20736	5100	15 mA	
1	1	723.4 nA	
0	0	0 mA	