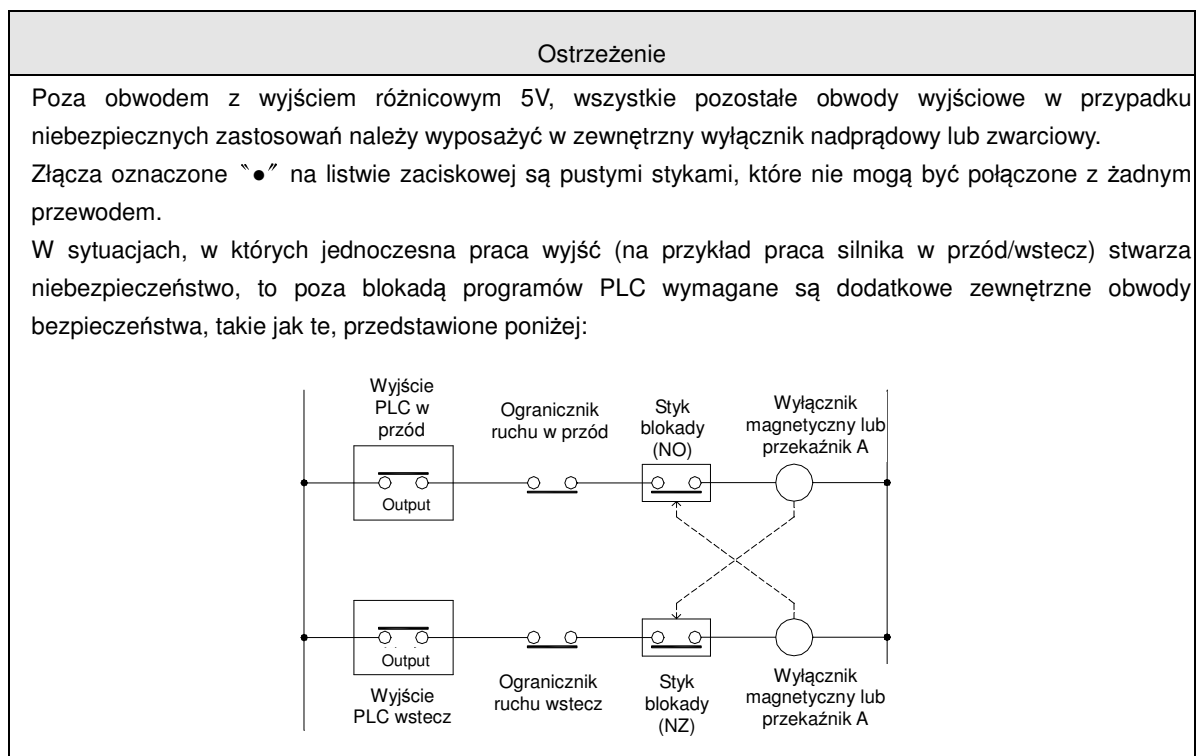


## Rozdział 7 Obwody wyjść cyfrowych (DO)

Wyjścia cyfrowe FBs-PLC dostępne są w dwóch wersjach: ultraszybkie wyjście różnicowe typu 5 – 30 VDC (tj.: jedno wyjście wykorzystujące dwa złącza) oraz pojedyncze wyjście. Do wyjść pojedynczych podłączane mogą być trzy rodzaje urządzeń wyjściowych: przekaźniki, triaki i tranzystory. Przekaźnik i triak są urządzeniami dwustronnymi, nawet w przypadku połączenia z pojedynczym wyjściem. Dlatego też mogą służyć jako wyjście SINK lub SOURCE. Natomiast z uwagi na polaryzację tranzystora, po zastosowaniu go jako pojedyncze wspólne wyjście, bieguny SINK i SOURCE są odwrócone (punkt wspólny Cn wyjścia SINK musi być połączony z ujemną końcówką źródła prądu stałego). Dlatego też wyjścia tranzystorowe FBs-PLC dla SINK i SOURCE są różne. Po prawej stronie listwy zaciskowej FBs-PLC znajduje się miejsce na oznaczenie SINK lub SOURCE.



## 7.1 Charakterystyki obwodu z wyjściem cyfrowym

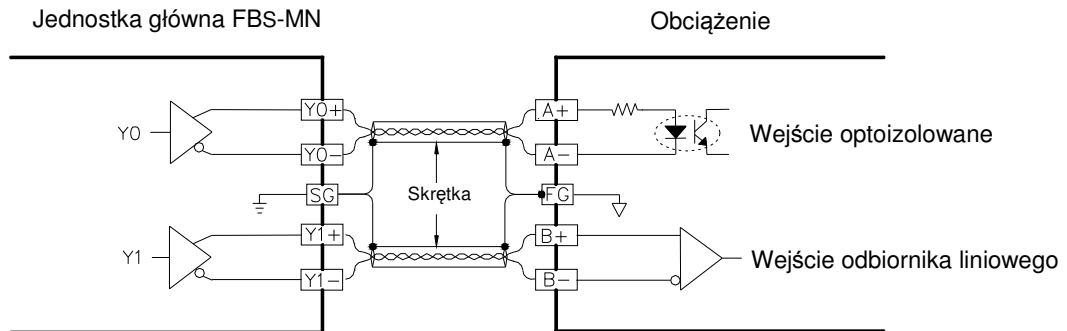
Charakterystyka	Element	Wyjście różnicowe		Wyjście tranzystorowe		Wyjście przekaźnikowe	
		Ultraszybkie	Szybkie	Średniej szybkości	Małej szybkości		
Maksymalna częstotliwość wyjściowa*		920kHz	200kHz	20kHz	—	—	
Napięcie robocze		5VDC±10%			5~30 VDC		<250VAC/30VDC
Maksymalny prąd obciążenia	Rezystancyjne	50mA	0.5A	0.5A	0.5A/0.1A (24YT/J)	2A/pojedyncze, 4A/grupa 80VA(AC)/24VA(DC)	
	Indukcyjne						
Maksymalny spadek napięcia/ rezystancja przewodzenia		—	0.6V	2.2V	2.2V	0.06V (wstępny)	
Maksymalne obciążenie		—	—			Zasilanie 2mA/DC	
Prąd upływowowy		—	<0.1mA/30VDC			—	
Maksymalny czas opóźnienia na wyjściu	WŁ→WYŁ	200ns	2μs	15μs		10ms	
	WYŁ→WŁ			30μs			
Wskaźnik stanu wyjść		Wyświetlane na wyświetlaczu LED: świeci przy stanie „ON”; nie świeci przy stanie „OFF”					
Zabezpieczenie nadprądowe		Nie dotyczy					
Typ izolacji		Optoizolacja, 500VAC, 1 minuta				Izolacja elektromagnetyczna 1500VAC przez 1 minutę	
Typ wyjść NPN / PNP		Niezależne złącza podwójne	Wybór NPN / PNP poprzez wybór modelu sterownika lub modułu			Może być dowolnie ustawiane na wyjście NPN / PNP	

Charakterystyki	Element	Wyjście różnicowe		Pojedyncze wyjście tranzystorowe (T, J)			Pojedyncze wyjście przekaźnika
		Ultraszybkie		Dużej szybkości	Średniej szybkości	Małej szybkości	
	FBs-20MNR/T/J	Y0~1		Y2~7			Y2~7
	FBs-32MNR/T/J	Y0~3		Y4~7		Y8~11	Y4~11
	FBs-44MNR/T/J	Y0~7				Y8~15	Y8~15
Model PLC	FBs-10MCR/T/J			Y0,1	Y2,3		Wszystkie punkty wyjściowe
	FBs-14MCR/T/J			Y0,1	Y2~5		
	FBs-20MCR/T/J			Y0~3	Y4~7		
	FBs-24MCR/T/J			Y0~3	Y4~7	Y8~9	
	FBs-32MCR/T/J			Y0~5	Y6,7	Y8~11	
	FBs-40MCR/T/J			Y0~5	Y6,7	Y8~15	
	FBs-60MCR/T/J			Y0~7		Y8~23	
	FBs-10MAR/T/J				Y0~3		
	FBs-14MAR/T/J				Y0~5		
	FBs-20MAR/T/J				Y0~7		
	FBs-24MAR/T/J				Y0~7	Y8,9	
	FBs-32MAR/T/J				Y0~7	Y8~11	
	FBs-40MAR/T/J				Y0~7	Y8~15	
	FBs-60MAR/T/J				Y0~7	Y8~23	
	Jednostki/moduły rozszerzeń (R/T/J)					Wszystkie punkty wyjściowe	

\* Połowa maksymalnej częstotliwości przy wyjściu fazowym A/B.

## 7.2 Obwód z ultraszybkim wyjściem różnicowym 5VDC i jego połączenia

Obwód z ultraszybkim wyjściem różnicowym w FBS-PLC dostępny jest tylko dla jednostki głównej modelu MN. Wyjście może być połączone z obwodem optoizolacyjnym lub obwodem wejściowym urządzenia w sposób przedstawiony na poniższym schemacie. Aby zwiększyć odporność na zakłócenia i utrzymać jakość sygnału, to do połączenia należy zastosować ekranowaną skrętkę dwóch przewodów i połączyć ją z SG PLC i FG urządzenia. Praca układu powinna odbywać się w trybie sterowania 2-fazowego (ponieważ sterowanie 2-fazowe umożliwia automatyczną eliminację zakłóceń impulsowych).



Z częstotliwością do 920kHz do zastosowania w układach dużej szybkości i przy wysokim poziomie zakłóceń

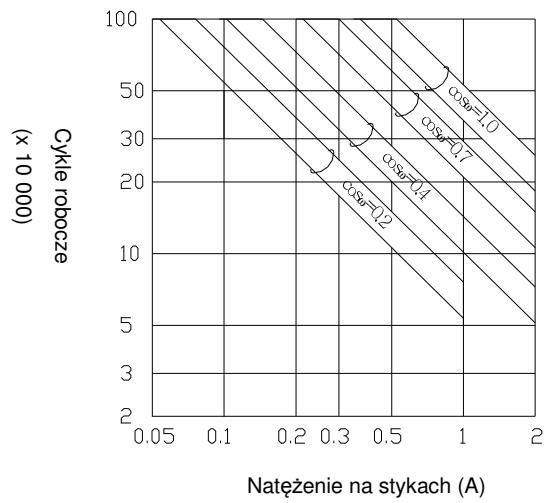
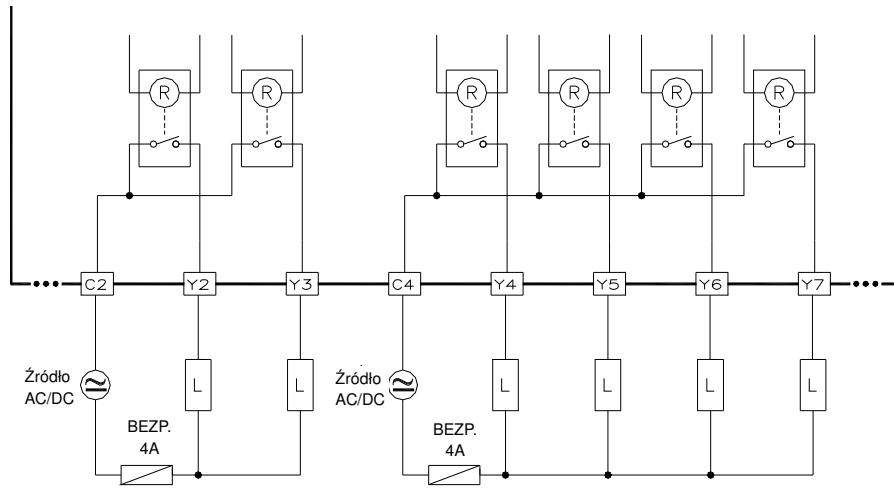
## 7.3 Obwód z wyjściem pojedynczym

Poza obwodem z ultraszybkim wyjściem 5VDC, wszystkie obwody wyjściowe, takie jak przekaźniki, tranzystory czy triaki mają budowę pojedynczego wyjścia. Jednakże, ponieważ żadne z urządzeń wyjściowych nie jest wyposażone w dwa zakończenia, to zakończenia wielu urządzeń wyjściowych muszą być połączone ze sobą w jednym wspólnym punkcie (nazywanym wspólnym wyjściem). Im więcej urządzeń wyjściowych połączonych jest w jednym wspólnym punkcie, tym więcej zapisywanych jest złącz przy odpowiednim wzroście prądu przepływającego przez ten punkt. Połączenie wspólnego wyjścia z wyjściami pojedynczymi nazywane jest wspólnym blokiem wyjściowym dostępnym dla FBS-PLC w wersji 2, 4 i 8 punktów. Wszystkie wspólne bloki wyjściowe są od siebie odseparowane. Wspólne złącze oznaczone jest literą "C", natomiast jego numeracja uzależniona jest od minimalnego numeru  $Y_n$  oznaczającego blok wyjściowy. W poniższym przykładzie, oznaczeniem wspólnego złącza dla bloku wyjściowego Y2 i Y3 jest C2, natomiast oznaczeniem wspólnego złącza dla bloku wyjściowego Y4, Y5 i Y6 jest C4. Poniżej opisane zostały różne obwody z pojedynczym wyjściem wspólnym:

### 7.3.1 Budowa i połączenie obwodu z wyjściem przekaźnikowym

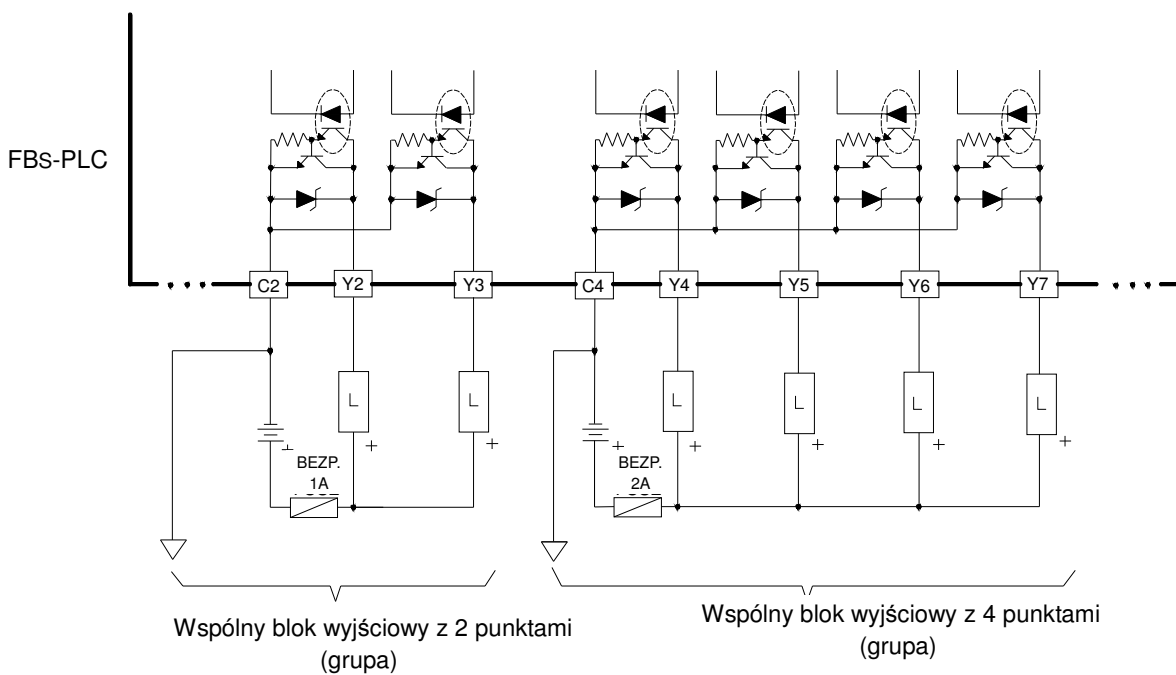
Ponieważ styki przekaźnika nie mają polaryzacji, mogą być podłączone zarówno do źródła prądu stałego jak i zmiennego. Każdy przekaźnik może obsługiwać natężenie elektryczne do 2A. Maksymalny prąd znamionowy we wszystkich wspólnych wyjściach dla grupy FBS-PLC wynosi 4A. Żywotność mechaniczna przekaźnika sięga 2 milionów cykli roboczych. Styki charakteryzują się mniejszą żywotnością. Żywotność zależy także od wartości napięcia roboczego, typu obciążenia (współczynnika mocy  $\cos\psi$ ) oraz natężenia na stykach. Na wykresie poniżej przedstawiona została zależność pomiędzy cyklami pracy a natężeniem na stykach. W przypadku czysto oporowego obciążenia ( $\cos\psi=1.0$ ) przy 120VAC i 2A, żywotność styków wynosi około 250 tysięcy cykli roboczych. Natomiast dla obciążenia indukcyjnego lub pojemnościowego przy  $\cos\psi$  do 0.2 i natężeniu 1A, żywotność znacznie maleje do około 50 tysięcy cykli (AC200V) lub 80 tysięcy cykli (AC120V).

FBS-PLC

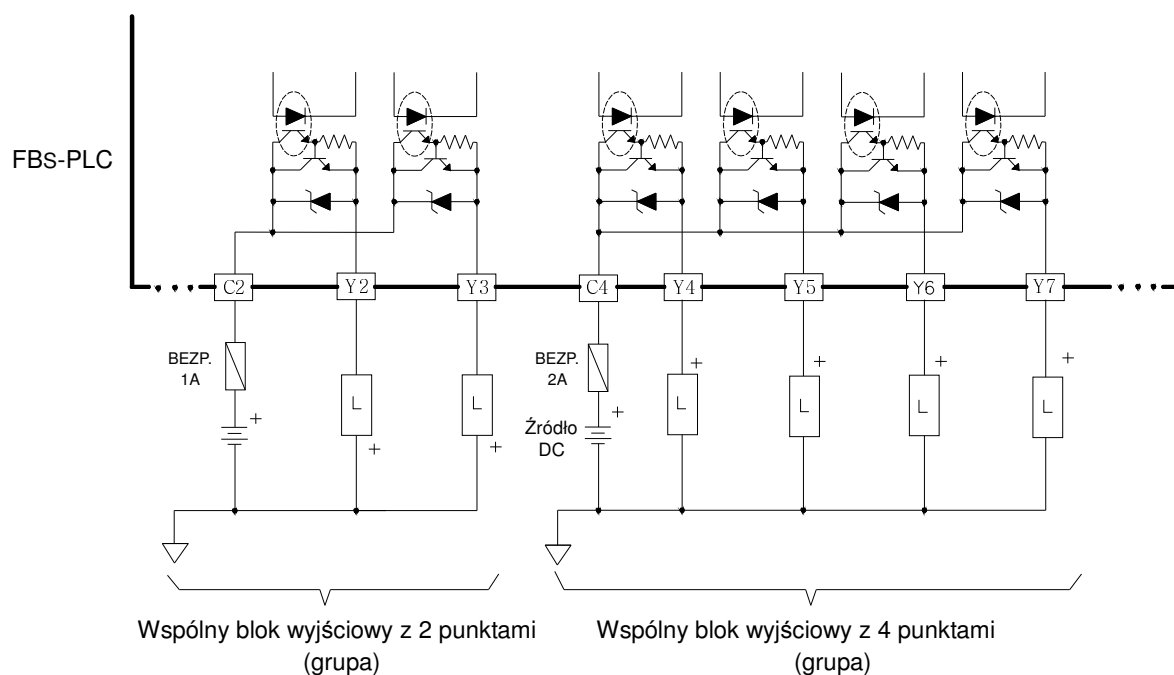


**7.3.2 Budowa i połączenia obwodu z wyjściem tranzystorowym SINK i SOURCE**

A. Wyjście tranzystorowe SINK (NPN)



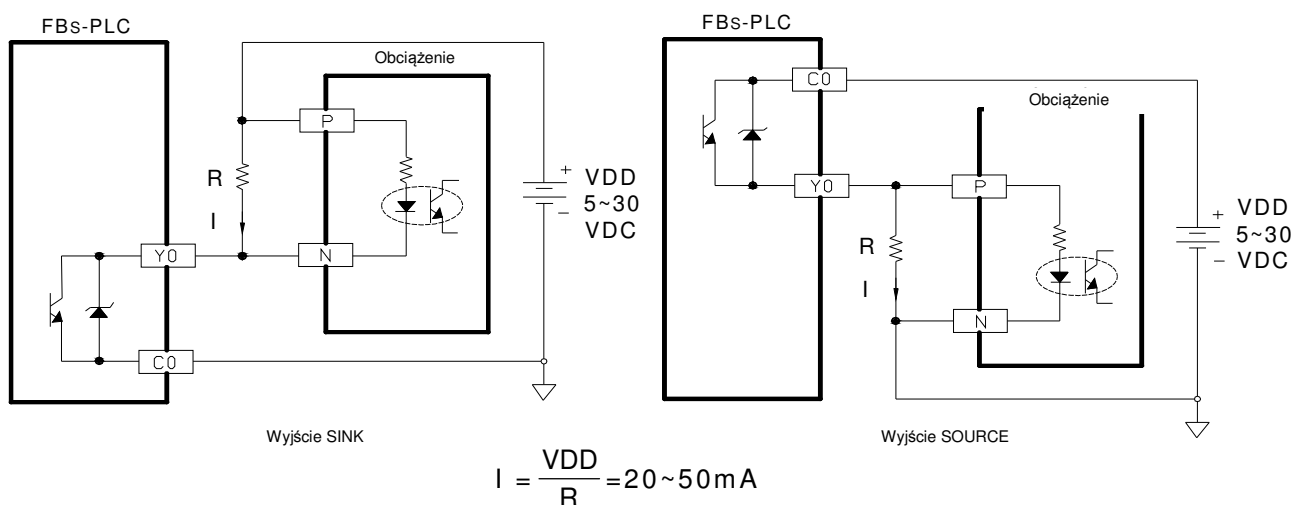
## B. Wyjście tranzystorowe SOURCE (PNP)



Powyższy schemat jest przykładem wykorzystującym wspólny blok wyjściowy z 2 i 4 punktami w celu przedstawienia różnic w budowie i połączeniach obwodów wyjściowych SINK i SOURCE (blok z 8 punktami ma taką samą budowę i połączenia, jedynie inną liczbę punktów). Pojedyncze wejście SINK i wyjście tranzystorowe SOURCE w FBS-PLC są dwoma różnymi modelami. Użytkownik musi zweryfikować przy zakupie czy potrzebny jest model z wyjściem SINK czy SOURCE.

## 7.4 Przyspieszenie odpowiedzi obwodu z wyjściem tranzystorowym (dostępne tylko dla wyjść dużej i średniej szybkości)

Zarówno w przypadku budowy SINK, jak i SOURCE w przypadku obwodu z pojedynczym wyjściem tranzystorowym, w momencie gdy tranzystor przełącza się ze stanu WŁ na WYŁ, kondensator pomiędzy elektrodami tranzystora CE powinien zostać naładowany do poziomu bliskiego napięciu VDD przed zatrzymaniem prądu przepływającego przez optoizolację wewnątrz obciążenia, co spowoduje wzrost czasu WYŁ i zmniejszenie szybkości odpowiedzi. Problem ten może być rozwiązany przez dodanie sztucznego obciążenia w celu zwiększenia szybkości ładowania oraz częstotliwości roboczej wyjścia tranzystorowego. W przypadku wyjścia tranzystorowego w FBs-PLC, odpowiednie są sztuczne obciążenia dodawane na wyjściu tranzystorowym dużej i średniej szybkości oraz prąd obciążenia w zakresie 20~50mA. Dla wyjścia tranzystorowego małej szybkości, dodanie sztucznego obciążenia jedynie zwiększa wydajność sterowania bez żadnej wyraźnej poprawy. Dlatego też, takie rozwiązanie nie jest zalecane. Poniższy schemat przedstawia sposób dodania sztucznego obciążenia na wyjściu tranzystorowym SINK i SOURCE.



## 7.5 Ochrona urządzenia wyjściowego i tłumienie zakłóceń w obwodzie DO

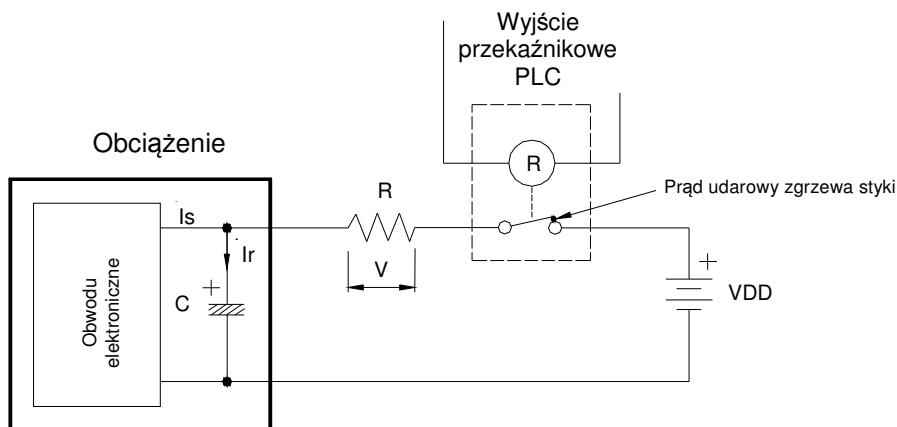
Ponieważ obwody z wyjściami cyfrowymi wykorzystywane są najczęściej do włączania/wyłączania, to elementy wyjściowe, takie jak przekaźniki, tranzystory czy triaki mogą być traktowane jako rodzaje włączników/wyłączników. Standardowo, podczas włączania/wyłączania takich elementów generowane są prądy udarowe lub napięcia sił. Efekt prądów udarowych lub napięć sił przeciwelektromotorycznych jest bardzo istotny w przypadku zastosowania dużych obciążeń pojemnościowych lub indukcyjnych mogących spowodować uszkodzenie elementów wyjściowych lub wywołać zakłócenia w innych obwodach i sprzętach elektronicznych. Spośród trzech wymienionych elementów wyjściowych FBs-PLC, triaki nie wymagają specjalnej obsługi z powodu niższego poziomu prądu znamionowego, punktu zerowego przy włączaniu/wyłączeniu i wbudowanych obwodach bezpieczeństwa. Szczególną uwagę natomiast należy zwrócić na przekaźniki i tranzystory wykorzystywane w układach dużej mocy lub połączone z obciążeniami pojemnościowymi lub indukcyjnymi.

### 7.5.1 Ochrona styków przekaźnikowych i tłumienie zakłóceń

Ponieważ styki przekaźnikowe wykorzystywane są do łączenia elementów wyłączników/włączników o bardzo małej rezystancji, to prąd udarowy  $IR$  generowany przy włączeniu przekaźnika normalnie jest dość wysoki (nawet, gdy prąd obciążenia jest bardzo mały). Przy tak dużym prądzie udarowym, styk topnieje i klei się pod wpływem ekstremalnych temperatur. Powoduje to sytuację, w której przekaźnik nie może się załączyć, gdy jest odłączony. Dodatkowo, przy wyłączonych połączeniach przekaźnika, generowany jest duży  $di/dt$  spowodowany nagłą zmianą z małej rezystancji na obwód otwarty ( $\infty$ ) tuż po załączeniu się styku. W rezultacie indukowane jest wysokie napięcie generujące iskry pomiędzy elektrodami dwóch styków przekaźnikowych i powodujące słaby kontakt styków wynikający z powstawania osadu węglowego. Biorąc pod uwagę trzy wymienione elementy wyjściowe (w stanie WŁ

lub WYŁ), bardzo poważne zakłócenia mogą być spowodowane przez prąd udarowy siły przeciwelektromotorycznej przekaźnika. Poniżej przedstawione zostały rozwiązania tego problemu:

**A. Tłumienie prądu udarowego** ⇒ Aby zmniejszyć prąd udarowy, należy podłączyć szeregowo mały rezystor. Zbyt duża rezystancja może negatywnie wpłynąć na zdolność do sterowania lub spowodować spadek napięcia.

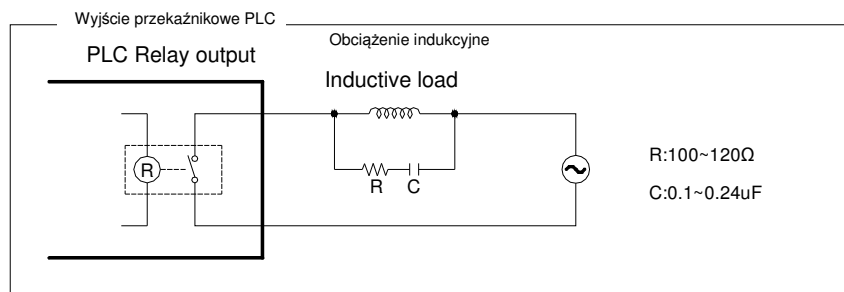


$$R \geq \frac{VDD}{I_r \max} \quad (\text{należy wziąć pod uwagę rozproszenie mocy } P = I_s^2 R \text{ i spadek napięcia } V = I_s R)$$

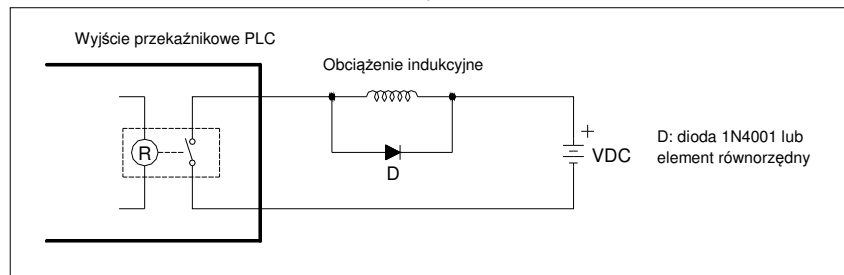
$I_r \max$  przekaźnika w FBS-PLC = 5A

**B. Tłumienie indukcyjnego napięcia zwrotnego**

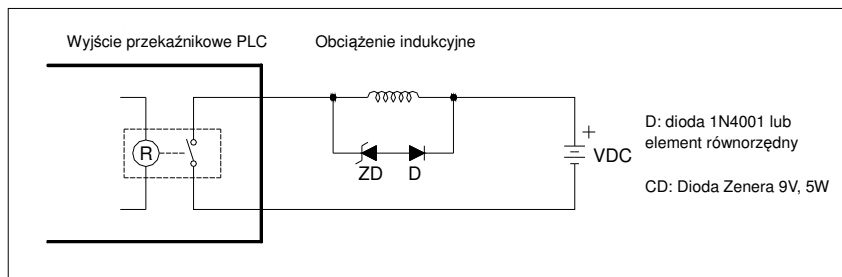
Przy obciążeniu indukcyjnym (zarówno przy zasilaniu AC i DC), należy szeregowo podłączyć urządzenia tłumiące w celu ochrony styków przekaźnikowych oraz obniżenia poziomu zakłóceń. Poniżej przedstawione zostały schematy odpowiednie dla źródła AC i DC:



Schemat dla obciążenia ze źródła AC



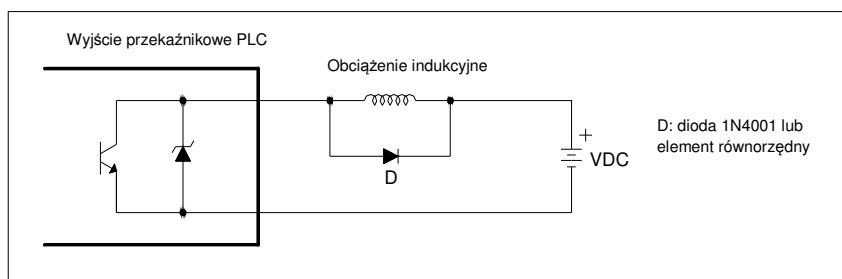
Tłumienie diodą przy obciążeniu ze źródła DC (przy małej mocy)



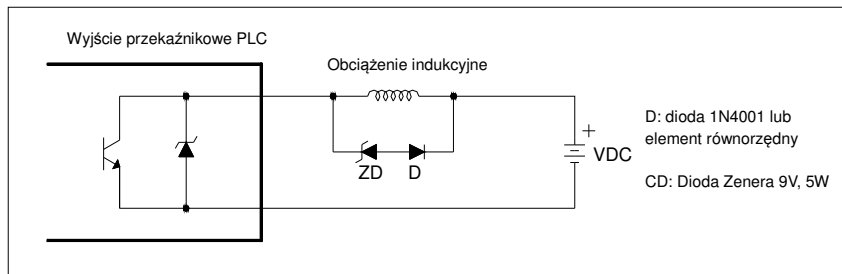
Tłumienie dioda zwykłą + Zenera przy obciążeniu ze źródła DC (przy wysokiej mocy i częstym WŁ/WYŁ)

## 7.5.2 Ochrona wyjścia tranzystorowego i tłumienie zakłóceń

Wyjście tranzystorowe w FBs-PLC wyposażony jest w diodę Zenera do tłumienia napięcia indukcyjnego zwrotnego. Jest ona odpowiednia przy obciążeniu indukcyjnym niskiej mocy oraz przy małej częstotliwości WŁ/WYŁ. W warunkach dużej mocy lub częstego WŁ/WYŁ, należy zbudować obwód tłumiący w celu obniżenia poziomu zakłóceń oraz zapobiegnięcia przed przekroczeniem poziomu dopuszczalnego napięcia lub przegrzaniem mogącym prowadzić do uszkodzenia obwodu z wyjściem tranzystorowym.



Tłumienie diodą (przy małej mocy)



Tłumienie dioda zwykłą + Zenera (przy wysokiej mocy i częstym WŁ/WYŁ)