Zalecenia projektowe i montażowe dotyczące ekranowania

Wykład

Podstawy projektowania

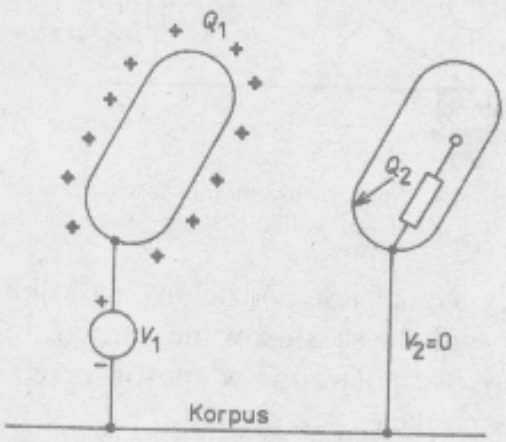
A.Korcala

Mechanizmy powstawania zakłóceń w układach elektronicznych.

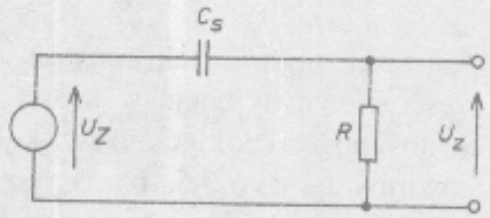
Głównymi źródłami zakłóceń są:

- obce pola elektryczne (sprzężenia pojemnościowe),
- obce pola magnetyczne (sprzężenia indukcyjne).

Jednym z najczęściej stosowanych środków zaradczych, przeciwdziałających powstawaniu zakłóceń, jest ekranowanie.



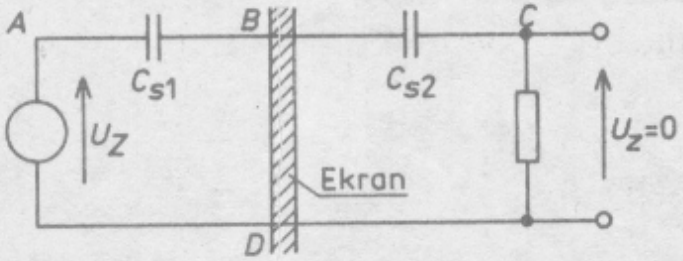
Rys. 7.1. Mechanizm działania ekranu elektrostatycznego



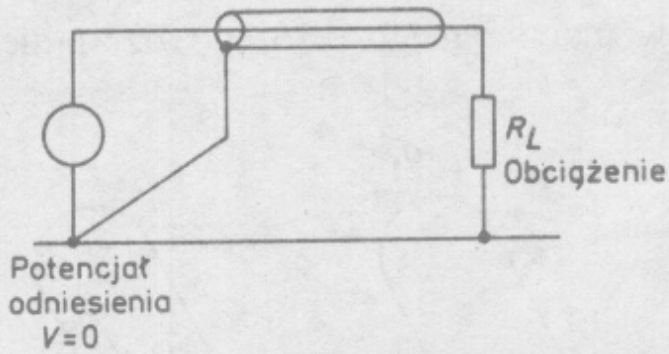
Rys. 7.2. Schemat zastępczy sprzężenia pojemnościowego dwóch obwodów

Schemat zastępczy sprzężenia pojemnościowego dwóch układów jest przedstawiony na rys. 7.2 (Uz – napięcie źródła zakłóceń, Cs – pojemność sprzęgająca (wynikająca z wzajemnego usytuowania obwodów, ułożenia przewodów itp.), R – rezystancja wejściowa układu wzmacniającego, którego działanie jest zakłócane.

Ekran elektrostatyczny, aby był skuteczny, musi być połączony z punktem urządzenia, w którym panuje potencjał odniesienia (potencjał zerowy). Również potencjał odniesienia układu znajdującego się wewnątrz ekranu powinien być sprowadzony do zera przez połączenie z ekranem. Zewnętrzny przewód ekranujący kabla ekranowanego powinien być połączony z punktem odniesienia źródła sygnału

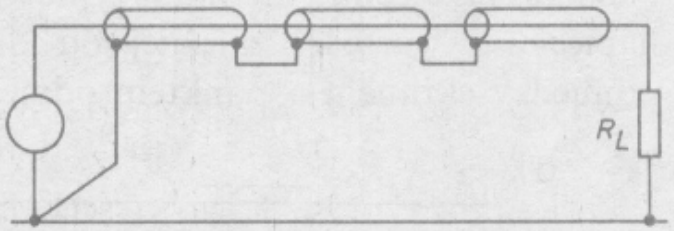


Rys. 7.3. Schemat zastępczy sprzężenia pojemnościowego dwóch obwodów po zastosowaniu ekranu elektrostatycznego



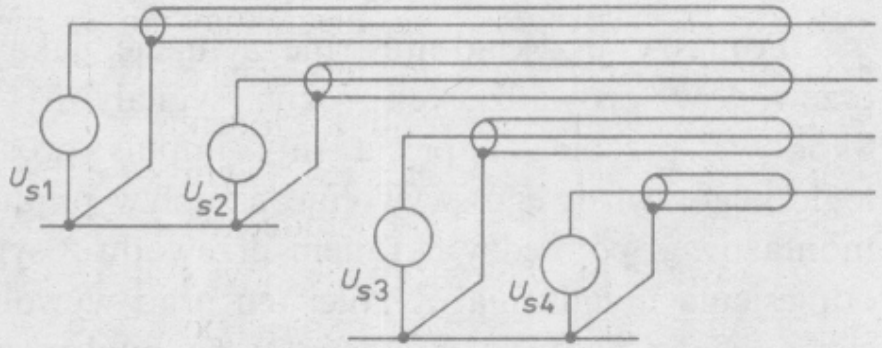
Rys. 7.4. Sposób uziemiania zewnętrznego przewodu kabla ekranowanego

Jeżeli przewód ekranowany prowadzący sygnał jest podzielony na kilka części (np. gdy na drodze sygnału są stosowane złącza), to ekrany poszczególnych części kabla powinny być połączone w sposób przedstawiony na rys. 7.5 tzn. tylko w jednym punkcie.



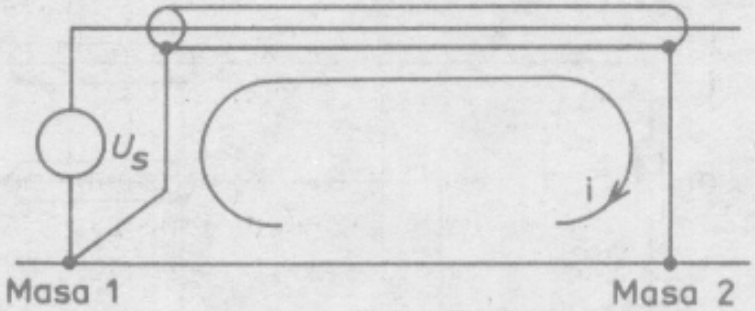
Rys. 7.5. Połączenia kilku części kabla ekranowanego

Liczba ekranów chroniących przed zakłóceniami przewody sygnałowe w urządzeniu powinna być równa liczbie niezależnych sygnałów prowadzonych przewodami ekranowanymi. Każdy sygnał powinien mieć własny ekran, nie połączony z innym ekranem w żadnym punkcie poza wspólnym punktem odniesienia o potencjale zerowym. W przypadku istnienia kilku punktów odniesienia, jak na rys. 7.6, ekrany powinny być łączone z punktami odniesienia własnych sygnałów.



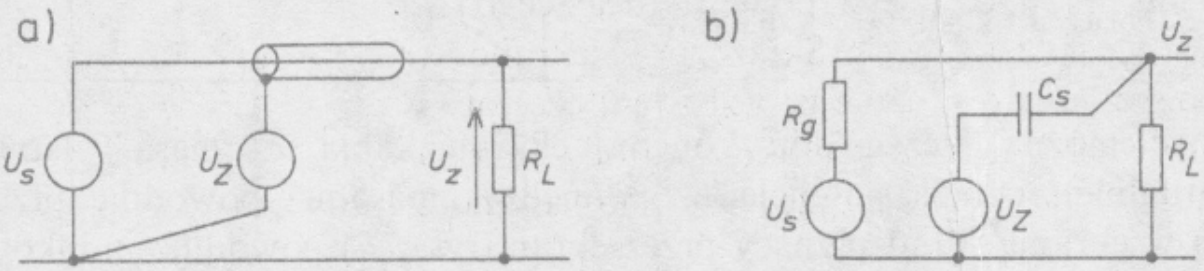
Rys. 7.6. Sposób uziemiania zewnętrznych przewodów kabli ekranowanych w przypadku kilku różnych punktów odniesienia

Nie można łączyć obu ekranów kabla z ‘masą’. Istniejąca (ewentualnie) różnica potencjałów pomiędzy ‘masami’ powoduje przepływ prądu w ekranie.



Rys. 7.7. Szkodliwe efekty uziemienia ekranu w dwóch punktach

Schemat zastępczy, odwzorowujący mechanizm indukowania się zakłóceń, przedstawia rys.7.8 Napięcie pomiędzy ekranem, a punktem odniesienia może zaindukować się w sytuacji, w której to połączenie jest zrealizowane przy użyciu odcinka przewodu. Na indukcyjności tego przewodu powstaje (indukuje się) wówczas napięcie o wartości zależnej od długości przewodu, a zatem połączenie pomiędzy ekranem a punktem odniesienia powinno być możliwie najkrótsze.



Rys. 7.8. Indukowanie zakłóceń w wyniku występowania napięcia zmiennego na przewodzie zewnętrznym kabla ekranowanego:
a) źródło napięcia zakłócającego; b) schemat zastępczy

Zakłócające pola magnetyczne

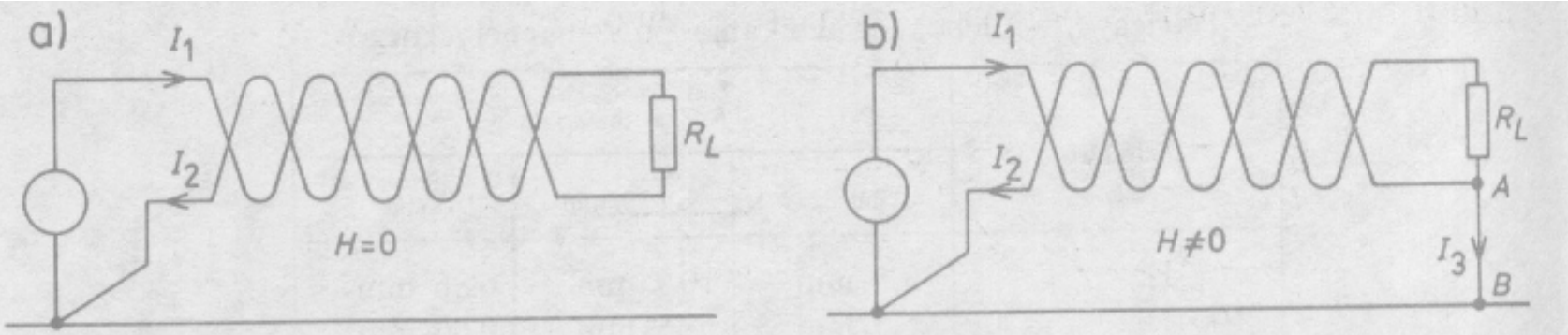
Zakłócające pola magnetyczne powodują indukowanie napięć w przewodach i w obwodach. Zwalczanie tych zakłóceń jest trudniejsze niż zakłóceń typu elektrostatycznego, gdyż pole magnetyczne wnika do wnętrza materiałów przewodzących. Głębokość wnikania pola magnetycznego, zdefiniowana jako grubość materiału, w którym indukcja magnetyczna zmniejsza się do 37% swej wartości w wolnym powietrzu, zależy między innymi od rodzaju materiału i częstotliwości pola zakłócającego.
W tabeli 7.1 przedstawiono kilka wartości typowych.

Tablica 7.1. Głębokość wnikania pola magnetycznego

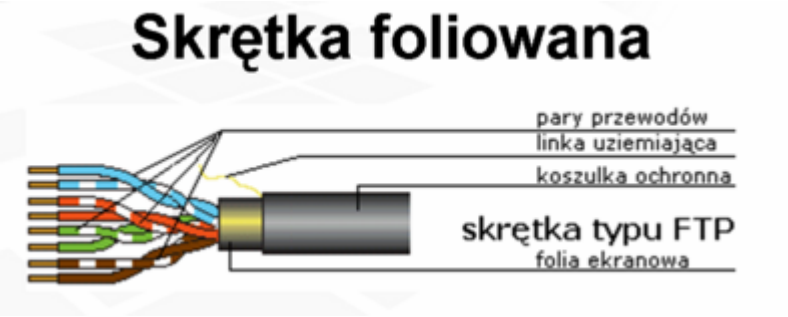
Częstotliwość	Rodzaj materiału		
	miedź	aluminium	stal
60 Hz	8,5 mm	10,9 mm	0,86 mm
100 Hz	6,6 mm	8,5 mm	0,66 mm
1 kHz	2,1 mm	2,7 mm	0,20 mm
10 kHz	0,66 mm	0,84 mm	0,08 mm
100 kHz	0,20 mm	0,30 mm	0,02 mm
1 MHz	0,08 mm	0,08 mm	0,008 mm

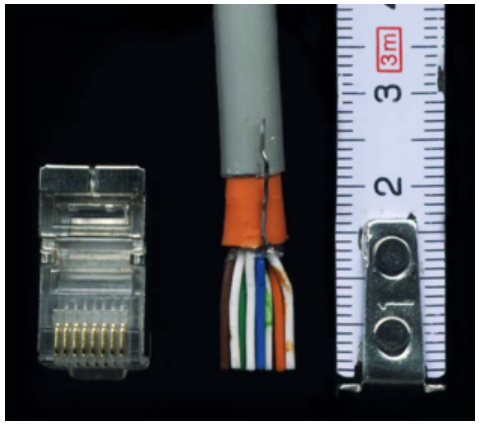
Ponieważ ekranowanie od wpływu obcych pól magnetycznych jest mało skuteczne, stosowane są inne środki zaradcze.
Przede wszystkim dąży się do:
-minimalizacji natężeń pól zakłócających,
-minimalizacji pętli, w których mogłyby indukować się sygnały zakłócające,
-minimalizacji sprzężeń indukcyjnych przez odpowiednie ułożenie przewodów.

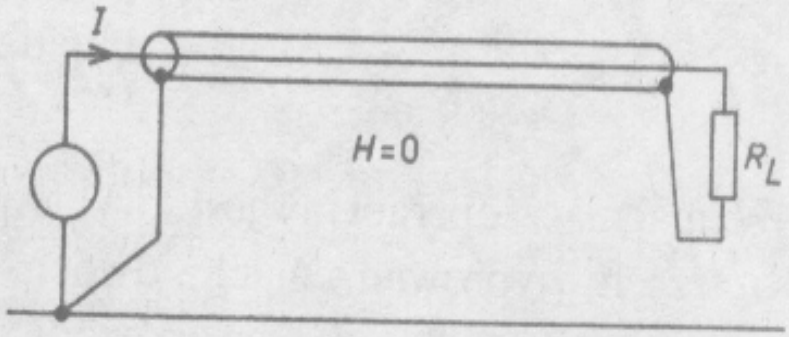
Należy stosować się do następujących wskazówek:
-układy wrażliwe na zakłócenia powinny być ulokowane możliwie daleko od źródeł pól magnetycznych,
-przewody powinny być układane w miarę możliwości prostopadle do linii sił pól magn.
-źródła zakłócającego pola magnetycznego powinny być ekranowane odpowiednim materiałem stosownie do częstotliwości i natężenia pola,
-do przesyłania dużych prądów, wytwarzających silne pola magnetyczne, powinny być stosowane pary przewodów skręconych.



Rys. 7.11. Dwa przypadki stosowania skręconej pary przewodów do przekazywania dużych prądów:
a) połączenie prawidłowe; b) połączenie nieprawidłowe





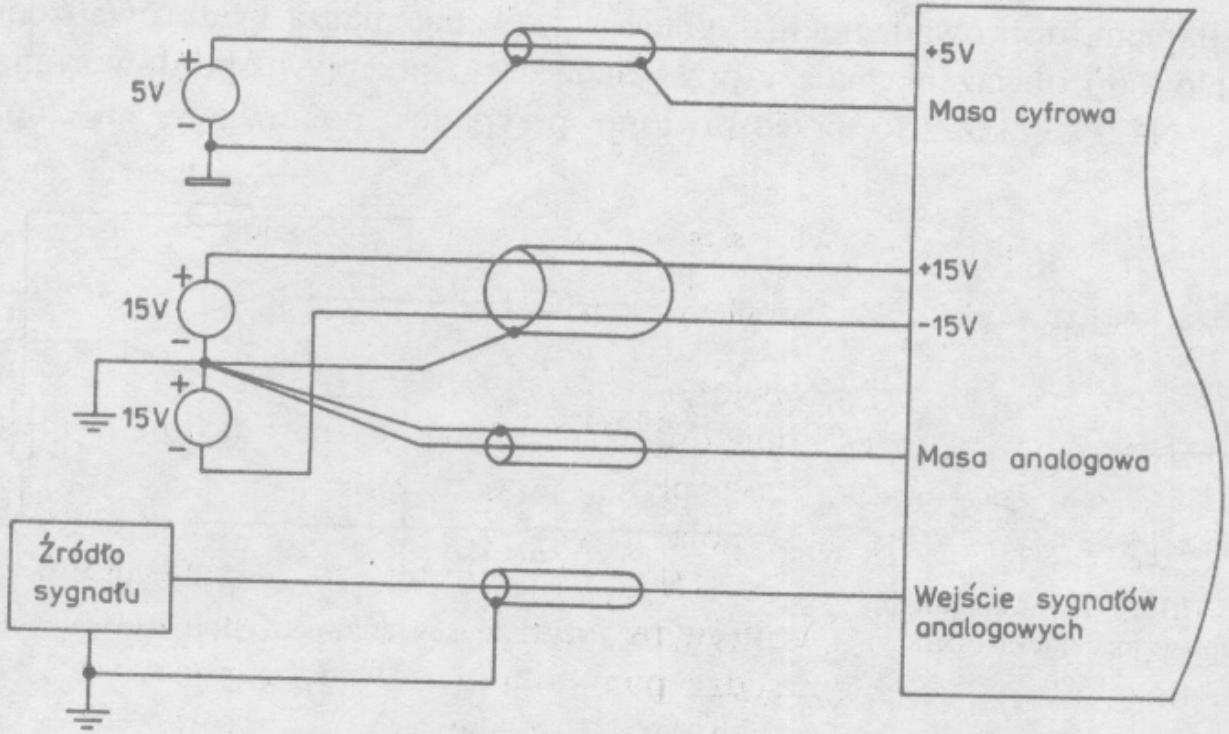


Rys. 7.12. Zastosowanie przewodu ekranowanego do przekazywania dużych prądów

Do przesyłania dużych prądów mogą być również stosowane przewody ekranowane, (rys. 7.12)

Podobnie jak w przypadku skręconej pary przewodów, prądy płynące przez przewód środkowy i ekran wytwarzają pole magnetyczne o przeciwnych znakach, znoszące się wzajemnie. Jest to jedyny przypadek odstępstwa od zasady, która mówi, że nie można dopuścić do przepływu prądu przez ekran.

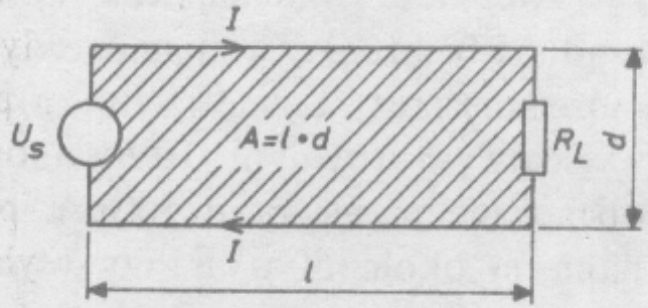
Przykład zastosowania kabla ekranowanego do przesyłania dużych prądów zasilających układy cyfrowe jest przedstawiony na rys. 7.13. Pozostałe ekrany, chroniące przewody zasilające i sygnałowe, są wykorzystane jako ekrany elektrostatyczne (uziemione w punkcie odniesienia).



Rys. 7.13. Przykład wykorzystania kabli ekranowanych w urządzeniu

Para przewodów prowadząca sygnał tworzy pętlę, w której mogą indukować się sygnały zakłócające pochodzące od obcych pól magnetycznych. Na rys. 7.14 przedstawiono schematycznie połączenie źródła sygnału z odbiornikiem przy użyciu pary przewodów o długości „**l**” i odstępie „**d**” . Przewody połączeniowe tworzą pętlę o powierzchni A=l*d.

Napięcie zakłóceń indukowane w tej pętli jest proporcjonalne do powierzchni pętli i sinusa kąta zawartego pomiędzy powierzchnią pętli i kierunkiem pola magnetycznego. Minimalizację napięcia zakłóceń uzyskuje się przy równoległym ustawieniu pętli względem linii pola magnetycznego. Powierzchnia pętli może być zredukowana przez zmniejszanie długości lub odstępu pomiędzy przewodami.



Rys. 7.14. Rysunek poglądowy pętli indukcyjnej