

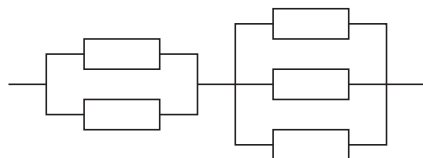
w dobrym przewodniku bardzo szybko maleje wraz z odległością od jego powierzchni. Dla przykładu, na głębokości równej długości mikrofal natężenie to wynosi już tylko 0,05% natężenia mikrofal padającej.

Ograniczone wnikanie mikrofal do przewodnika spowodowane jest indukowaniem w nich prądów elektrycznych przez zmienne pola magnetyczne i elektryczne. W wyniku tego mikrofałe ulegają częściowemu pochłonięciu i odbiciu od powierzchni przewodnika, nie wnikając do jego wnętrza. Umożliwia to budowę osłon, zwanych też ekranami, zabezpieczających urządzenia elektroniczne. Łatwo więc wyobrazić sobie osłonę w kształcie szczelnego pudełka wykonanego z przewodnika o odpowiednich właściwościach i grubości, zabezpieczającą np. nasz

komputer osobisty czy kalkulator. Niestety, stosowane obecnie obudowy komputerów stacjonarnych są tylko częściowo wykonane z blachy i ponadto zbyt cienkie, natomiast obudowy komputerów przenośnych wytwarza się zwykle z tworzyw sztucznych. Z kolei wszelkie anteny, np. urządzeń radiokomunikacyjnych czy radarów, należy wyposażyć w bardzo szybkie wyłączniki przepięciowe odłączające je w przypadku pojawienia się zbyt silnego sygnału. Wynika stąd, że zabezpieczenie urządzeń elektronicznych przed skutkami ewentualnego użycia bomby E jest możliwe, choć zapewne związane ze zwiększeniem ich ceny i masy. Już obecnie można spotkać reklamy przenośnych komputerów przeznaczonych dla wojska, których cena trzykrotnie przewyższa cenę ich „cywilnych” wersji.

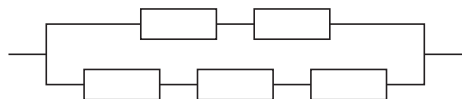
Indukcja matematyczna ...w układach oporników

Rozważmy układ oporników o jednakowym oporze r , połączonych – na przykład – tak, jak na rysunku.



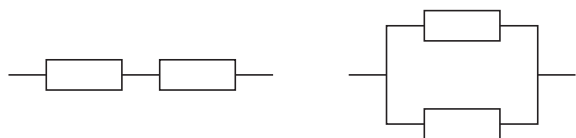
Ograniczamy się tylko do przypadku, gdy oporniki połączone są w sposób szeregowo-równoległy, tzn. nie ma żadnych gwiazdek, trójkątów itp.

Zmieniamy wszystkie połączenia równoległe na szeregowe, a szeregowe – na równoległe.



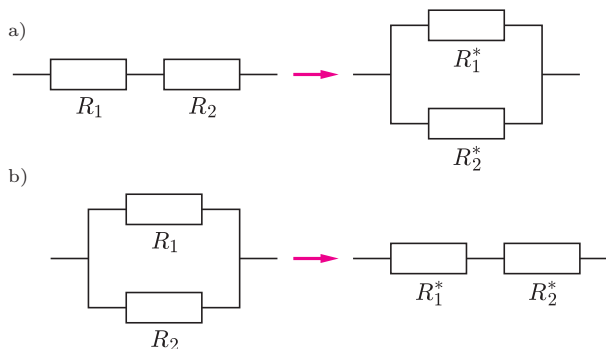
Jak łatwo obliczyć, opór zastępczy wyjściowego układu jest równy $\frac{5}{6}r$, a zmienionego $\frac{6}{5}r$. Zauważmy, że iloczyn współczynników bezwymiarowych jest równy 1, czyli jeden z nich jest odwrotnością drugiego. Nie jest to przypadek. Wykażemy, że jeśli mamy układ $n \geq 2$ oporników o jednakowym oporze r i jego opór zastępczy jest równy kr , to – po zamianie wszystkich połączeń szeregowych na równoległe i odwrotnie – opór zastępczy nowego układu oporników jest równy $\frac{1}{k}r$.

Zastosujemy zasadę indukcji matematycznej względem n . Dla $n = 1$ twierdzenie jest trywialne. Dla $n = 2$ mamy dwie możliwości.



Nasze twierdzenie jest wówczas prawdziwe, gdyż opór zastępczy połączenia szeregowego jest równy $2r$, równoległego zaś $\frac{1}{2}r$.

Niech n będzie ustaloną liczbą naturalną. Załóżmy, że twierdzenie jest prawdziwe dla wszystkich liczb naturalnych nie większych od n . Wykażemy, że jest ono prawdziwe dla układu $n + 1$ oporników. W tym celu rozbijemy go na dwa podukłady. Połączenia „końcowe” tych podukładów można przedstawić tak, jak na rysunkach.



$R_1 = k_1r$ i $R_2 = k_2r$ oznaczają opory zastępcze podukładów, a R_1^* i R_2^* oznaczają opory zastępcze podukładów, w których połączenia równoległe zastąpiono szeregowymi i odwrotnie. Z założenia indukcyjnego otrzymujemy

$$R_1^* = \frac{1}{k_1}r \quad \text{i} \quad R_2^* = \frac{1}{k_2}r.$$

Opór zastępczy układu w przypadku a) jest równy

$$(1) \quad R = R_1 + R_2 = (k_1 + k_2)r.$$

Obliczamy opór zastępczy R^* po zmianie. Mamy

$$\frac{1}{R^*} = \frac{1}{R_1^*} + \frac{1}{R_2^*} = \frac{k_1}{r} + \frac{k_2}{r},$$

skąd

$$(2) \quad R^* = \frac{1}{k_1 + k_2}r.$$

Wobec tego, na podstawie równości (1) i (2) mamy tezę indukcyjną.

Rozważania w przypadku b) są podobne.

Witold BEDNAREK