

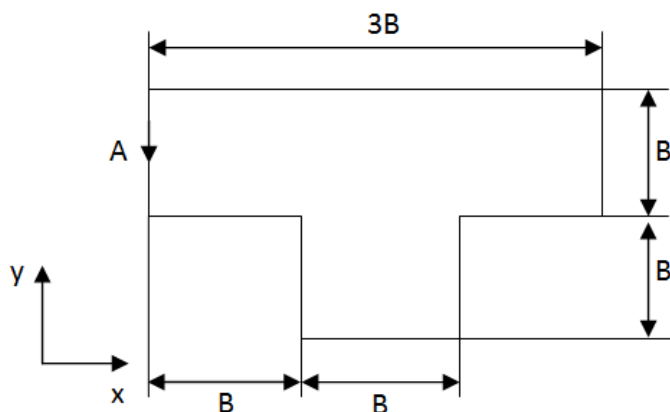
## Kompatybilność Elektromagnetyczna (sem. 17Z) – Zadania domowe

Każde zadanie oceniane w skali 0-5p, przy czym nie ma obowiązku rozwiązania wszystkich zadań. W tym dokumencie pojawi się jeszcze jedno zadanie z terminem rozwiązania do 22 stycznia 2018r. Rozwiązaniem zadań jest krótki dokument przedstawiający wyniki, a także SKRYPT użyty do uzyskania tych wyników. Przedstawienie samych wyników nie jest wystarczające!

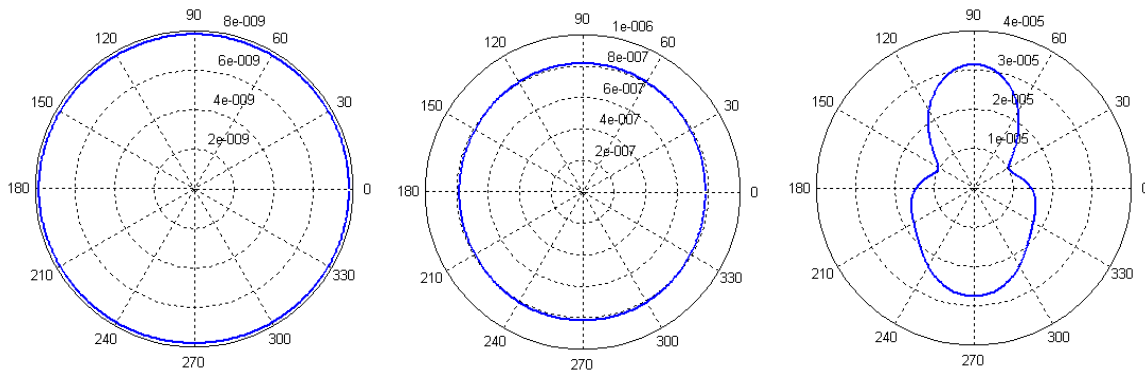
W wypadku jakichkolwiek pytań proszę o kontakt.

**Zadanie 1 (termin oddania najpóźniej 8-I-2018).** Korzystając z wiadomości zawartych podczas wykładu **KE02** oraz **KE03** napisać krótki skrypt w środowisku Matlab (Octave lub innym podobnym), który obliczy natężenie pola  $E$  w strefie dalekiej (np. dla  $r = 10$  km) wytworzone przez ścieżki zasilające umieszczone na przykładowej płytce PCB. Kształt przewodnika przyjąć za Rys. 1. Należy założyć, że cały przewód jest krótki w porównaniu do długości fali, a więc amplituda prądu płynącego w każdym odcinku jest stała. Założyć, że amplituda prądu wynosi  $A = 20$  mA, a długość pojedynczego odcinka przewodu  $B = 10$  cm. Częstotliwość harmonicznego sygnału pobudzającego to 500 kHz, 50 MHz, 500 MHz. Dlaczego przybliżenie oparte na prostych wzorach z wykładu załamuje się dla większych częstotliwości?

**Wskazówka:** Każdy z odcinków przewodu należy potraktować jak dipol Hertza. Pole EM w dowolnym punkcie  $P$  w przestrzeni w strefie dalekiej jest sumą fal emitowanych przez wszystkie odcinki przewodu (przyjmujemy UPROSZCZENIE, że poszczególne dipole nie oddziałują na siebie). Ponieważ każdy z odcinków jest w nieco innym miejscu, więc docierające do punktu  $P$  fale są przesunięte względem siebie w fazie. Zmieniają się także ich amplitudy, ponieważ każdy z odcinków przewodu (dipoli Hertza) może być inaczej zorientowany w przestrzeni, a dipol Hertza nie jest promiennikiem izotropowym.



Dla porównania obliczenia te przeprowadzono za pomocą darmowej aplikacji NEC2 (dostępnej np. tutaj <http://nec-archives.pa3kj.com/Nec2dxs.zip>, ja korzystam zazwyczaj z aplikacji *nec2dxs11k.exe*). Dokumentację (także opis znaczenia poszczególnych „kart”, czyli poleceń typu GW, EX itp. – *nec2prt3.pdf*) można znaleźć tutaj < <http://www.nec2.org/>>. Jest to opracowane w latach 70-tych w Lawrence Livermore National Laboratory oraz na Uniwersytecie Kalifornijskim (University of California) narzędzie wykorzystujące metodę momentów (MoM) w obliczeniach antenowych, które rozprowadzane bezpłatnie jest stosunkowo popularne w środowisku krótkofalowców. W obliczeniach wykorzystano skrypt Z1.nec (każdy bok jest zamodelowany jako 1 segment).



**Rysunek 1.** Natężenie pola E (składowa  $E_\phi$ ) wokół układu przewodów dla 500 kHz, 50 MHz i 500 MHz obliczone za pomocą narzędzia NEC2.

**Zadanie 2 (termin oddania najpóźniej 8-I-2018).** Korzystając z wiadomości przekazanych podczas wykładu **KE04** obliczyć napięcie indukowane w obciążeniach ( $R_{NE} = R_{FE} = 50 \Omega$ ) 2-przewodowej linii TEM zbudowanej z przewodów oddalonych od siebie o  $s = 1.27 \text{ mm}$  i ułożonych na płaszczyźnie XY zgodnie z Rys. 2. Przyjąć, że linia jest oświetlana falą płaską i natężenie pola E wynosi  $10 \text{ V/m}$ . Przyjąć harmoniczne pobudzenie. Długość pojedynczego odcinka przewodu  $B = 20 \text{ cm}$ .

**Wskazówka:** podzielić obwód na 3 sekcje o długości  $B$ , dla każdej sekcji określić wartość pojemności linii (taka sama dla każdej sekcji) oraz wydajności źródeł prądowych i napięciowych (ze względu na różną orientację jednej z sekcji względem padającej fali własności źródeł tej sekcji będą inne). Na podstawie długości jednej sekcji oszacować maksymalną częstotliwość analizy i przeprowadzić obliczenia tylko do tej częstotliwości.

Dla sprawdzenia poprawności swoich obliczeń można skorzystać z narzędzia NEC2. W tym celu trzeba po prostu jako pobudzenia struktury użyć fali płaskiej, wykorzystać kartę „LD”. W tym trybie w pliku wyjściowym pojawią się także napięcia na obciążeniach. Można także wykorzystać dowolne inne narzędzie (np. FEKO Student Edition, QW3D lub dowolne in.).

