

# پروژه نهایی درس آنتن ۱

شبیه‌سازی و بررسی آرایه خطی از دو قطبی‌های کوچک متقاطع

سروش مس فروش مشهد

شماره دانشجویی : ۸۱۰۱۹۸۴۷۲





# فهرست مطالب

- آشنایی با آنتن دوقطبی متقاطع
- آنالیز تئوری
  - ✓ میدان راه دور دوقطبی
  - ✓ محاسبه سازه آرایه
  - ✓ تحلیل راستاوری
- شبیه سازی
- کنجکاوی





# آشنایی با دوقطبی متقاطع

- خانواده آنتن‌های رادیویی
- قطبش دایروی
- مزیت کلیدی
- مودهای کاری





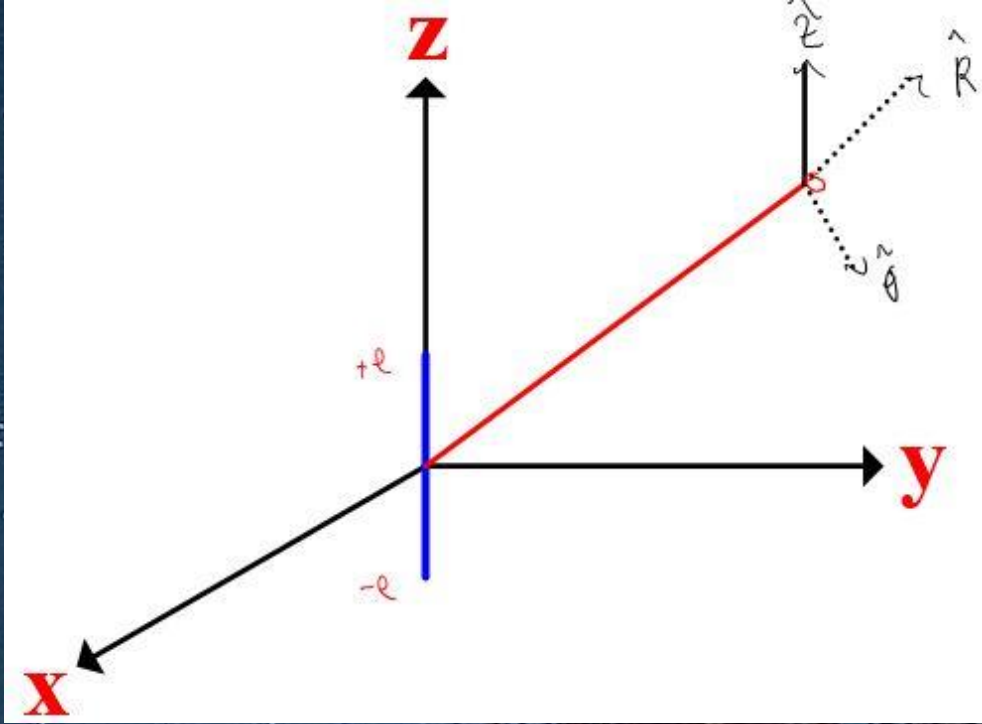
# آنالیز تئوری (محاسبه میدان راه دور)

- میدان راه دور دوقطبی
- یادآوری طرح دوقطبی نیم موج
- دوقطبی هرتز روی محور  $x$  و  $y$
- محاسبه سازه آرایه





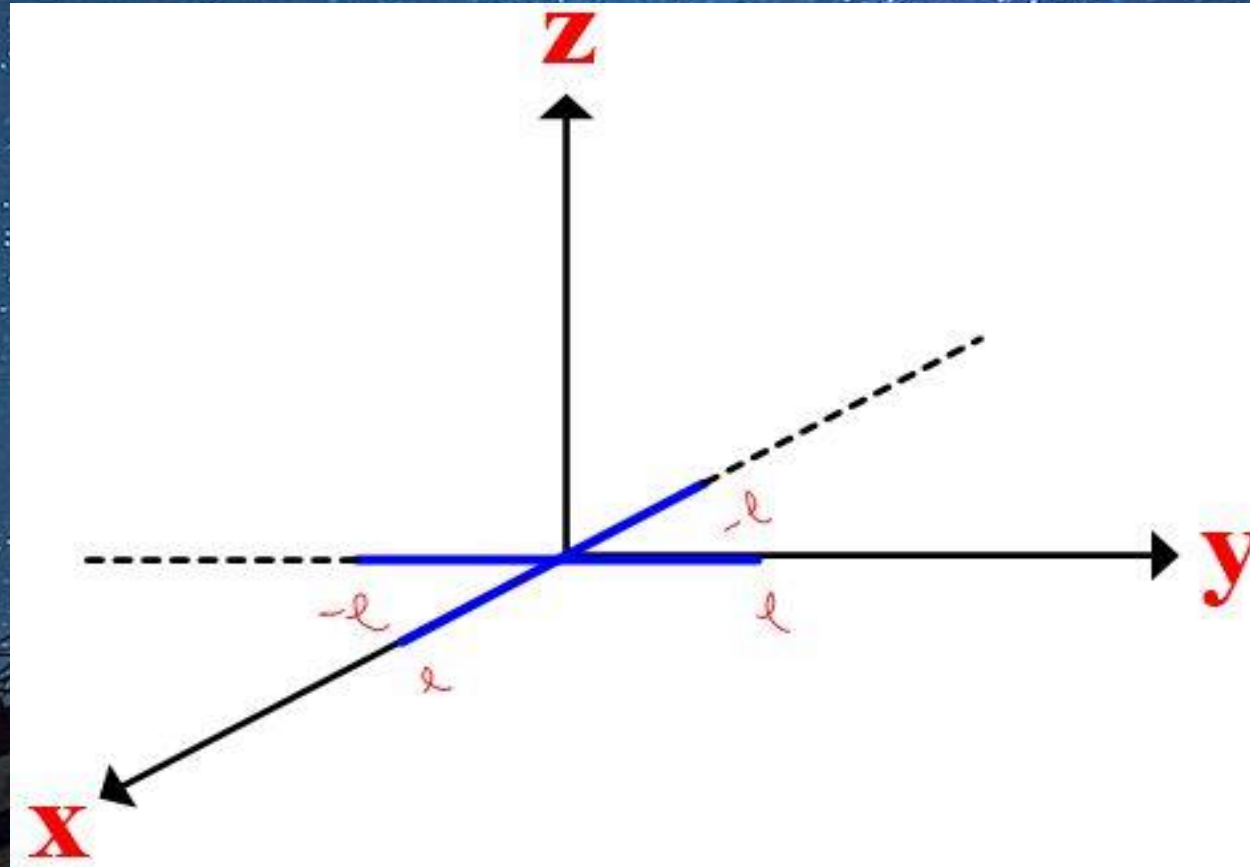
# آنالیز تئوری (میدان راه دور دوقطبی)



$$\vec{E} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \sin(\theta)\hat{\theta}$$

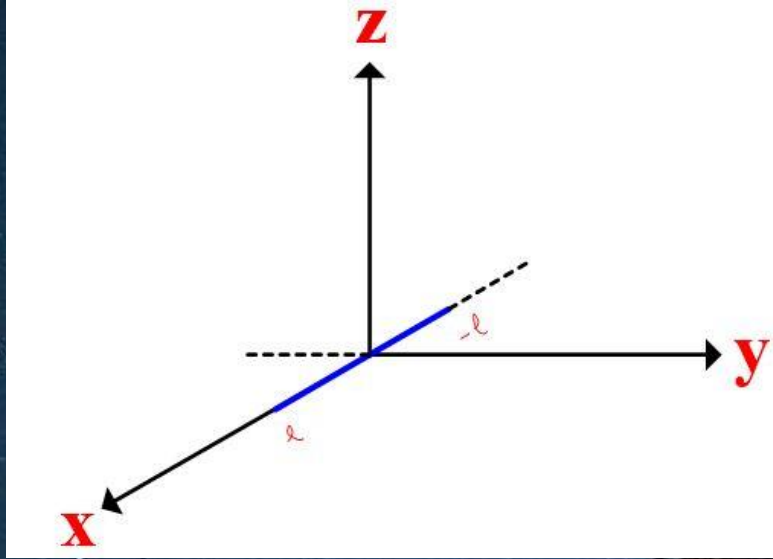


# آنالیز تئوری (یادآوری طرح دوقطبی متقاطع)





# آنالیز تئوری (دوقطبی هرتز روی محور $x$ و $y$ )

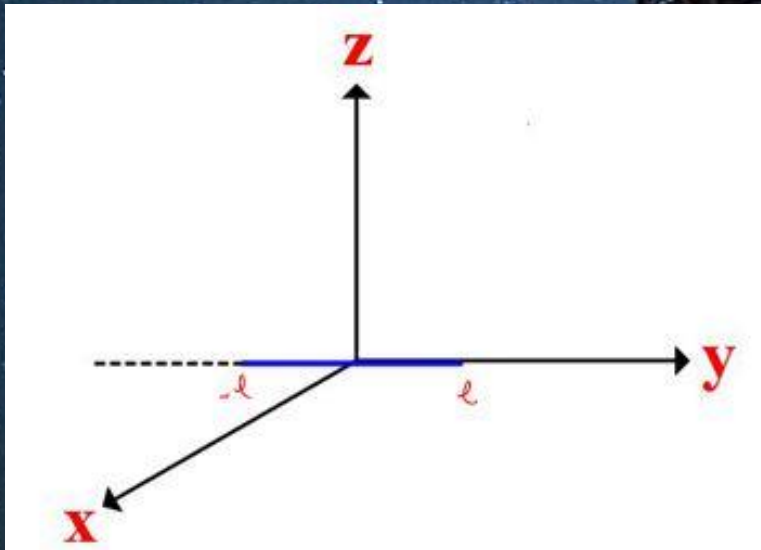


$$\vec{E}_{dipx} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \sin(\theta_x) \hat{\theta}_x$$

$$\cos(\theta_x) = \hat{x} \cdot \hat{R} = \sin(\theta) \cos(\varphi)$$

$$\nabla \rightarrow -\sin(\theta_x) \hat{\theta}_x = \cos(\theta) \cos(\varphi) \hat{\theta} - \sin(\varphi) \hat{\varphi}$$

$$\vec{E}_{dipx} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \left( -\cos(\theta) \cos(\varphi) \hat{\theta} + \sin(\varphi) \hat{\varphi} \right)$$



$$\vec{E}_{dipy} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \sin(\theta_y) \hat{\theta}_y$$

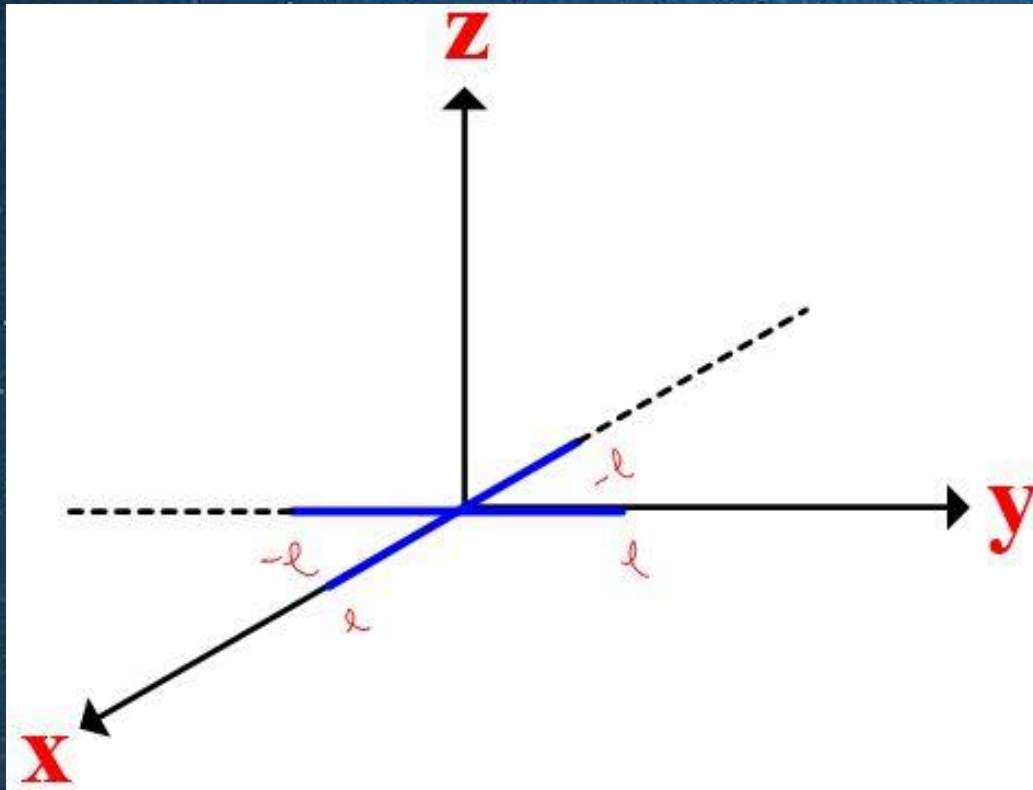
$$\cos(\theta_y) = \hat{y} \cdot \hat{R} = \sin(\theta) \sin(\varphi)$$

$$\nabla \rightarrow -\sin(\theta_y) \hat{\theta}_y = \cos(\theta) \sin(\varphi) \hat{\theta} + \cos(\varphi) \hat{\varphi}$$

$$\vec{E}_{dipy} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \left( -\cos(\theta) \sin(\varphi) \hat{\theta} - \cos(\varphi) \hat{\varphi} \right)$$



# آنالیز تئوری (میدان دوقطبی متقاطع)



$$\vec{E}_{CrossedDip} = \vec{E}_{dipx} + \vec{E}_{dipy}$$

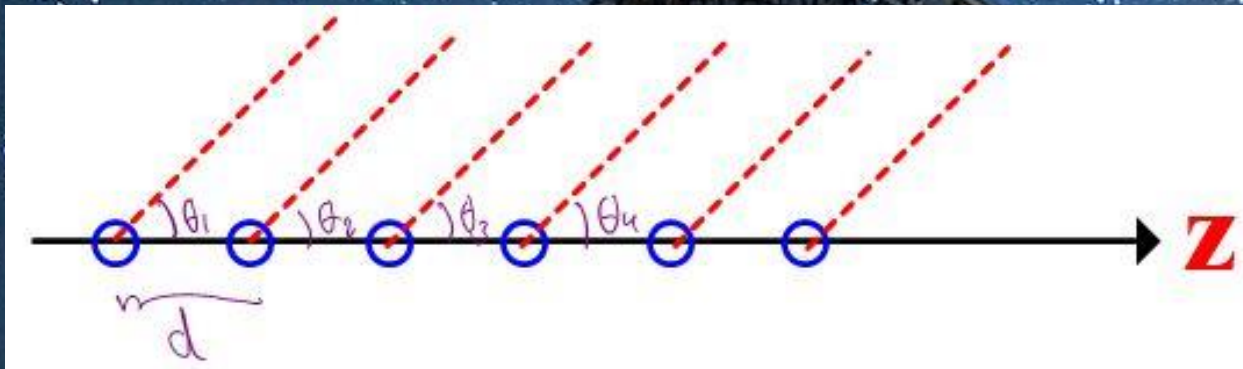
$$\vec{E}_{CrossedDip} = \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \left( -\cos(\theta) [\sin(\varphi) + \cos(\varphi)] \hat{\theta} + [\sin(\varphi) - \cos(\varphi)] \hat{\varphi} \right)$$



# آنالیز تئوری (محاسبه سازه آرایه)

• فرض می‌کنیم آرایه روی محور  $Z$  است.

$$AF = \sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{j(n-1)\psi}, \quad \psi = kd \cos(\theta) + \delta$$



$$\vec{E}_{Farfield} = AF \times \frac{jkZ_0ce^{-jkR}}{4\pi R} \left( -\cos(\theta) [\sin(\varphi) + \cos(\varphi)] \hat{\theta} + [\sin(\varphi) - \cos(\varphi)] \hat{\varphi} \right)$$



# آنالیز تئوری (تحلیل راستاوری)

$$w_{avg} = \frac{|\overrightarrow{E_{Farfield}}|^2}{2Z_0},$$

$$|\overrightarrow{E_{Farfield}}|^2 = \frac{k^2 Z_0^2 c^2}{16\pi^2 R^2} (\cos^2(\theta) [1 + 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)] + 1 - 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)) |AF|^2$$

$$U(\theta, \varphi) = R^2 w_{avg} = \frac{k^2 Z_0 c^2}{32\pi^2} (\cos^2(\theta) [1 + 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)] + 1 - 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)) |AF|^2$$

$$A \triangleq \frac{k^2 Z_0 c^2}{32\pi^2}, \quad U(\theta, \varphi) = A (\cos^2(\theta) [1 + 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)] + 1 - 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)) |AF|^2$$

$$D(\theta, \varphi) = \frac{4\pi U(\theta, \varphi)}{P_{Rad}}, \quad P_{rad} = \int U(\theta, \varphi) d\Omega, \quad d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \sin(\theta) d\theta d\varphi$$

$$P_{Rad} = \int_0^{2\pi} \int_0^\pi A \sin(\theta) (\cos^2(\theta) [1 + 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)] + 1 - 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)) |AF|^2 d\theta d\varphi$$

$$D(\theta, \varphi) = \frac{\frac{4\pi}{A} \max(U(\theta, \varphi))}{\int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sin(\theta) (\cos^2(\theta) [1 + 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)] + 1 - 2 \sin(\varphi) \cos(\varphi)) |AF|^2 d\theta d\varphi}$$



# شبیه سازی

```
function Pattern = RadiationPattern(I,kd,theta, phi,N)
    psi = kd .* cos(theta);
    for j=1:length(theta)
        Afvector = 0;
        for i=1:N
            Afvector = Afvector + I(i).*exp(1j*i.*psi(j));
        end
        AF(j) = Afvector;
    end
    Pattern =AF.* sqrt(cos(theta).^2.*(1+2.*sin(phi).*cos(phi))+
        1 -2.*sin(phi).*cos(phi));
end
```

```
function Dir = Directivity(kd, I,N)
    syms t p ;
    psi = kd*cos(t);
    Afvector = 0;
    for i=1:N
        Afvector = Afvector + I(i).*exp(1j*i*psi);
    end
    AF2 = abs(Afvector).^2;
    U = cos(t).^2.*((1+2.*sin(p).*cos(p))) + 1 - 2.*sin(p).*cos(p);
    E = sin(t) .* AF2.*U;
    intel = int(E,t,0,pi);
    inte2 = int(intel,p,0,2*pi);
    Dir = (4.*pi.*2.*N.^2)./inte2;
end
```



# نتایج شبیه سازی

• شبیه سازی برای مقادیر مختلف

$N$  ✓

✓ جریان های تحریک متفاوت

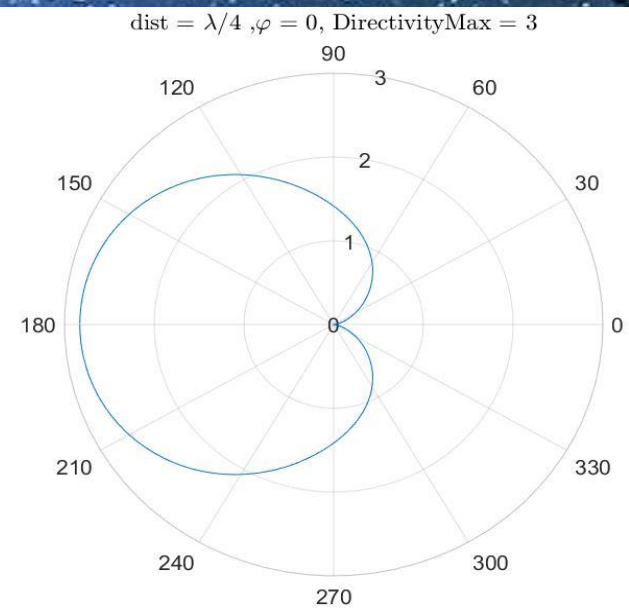
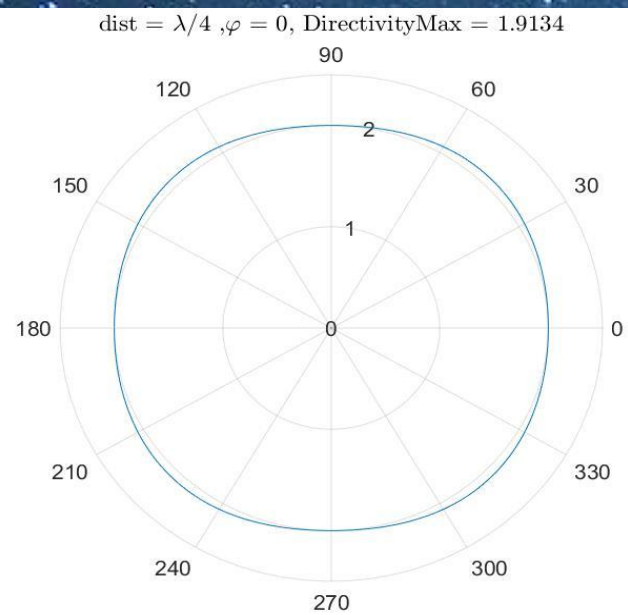
✓  $\varphi$  های متفاوت

✓ فواصل متفاوت



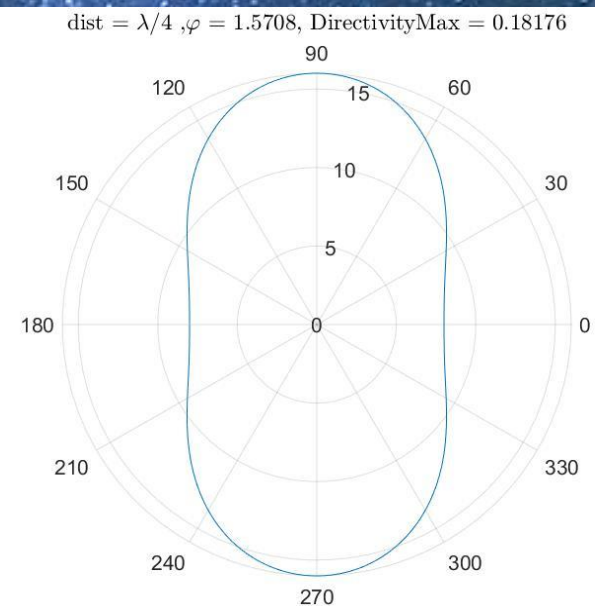
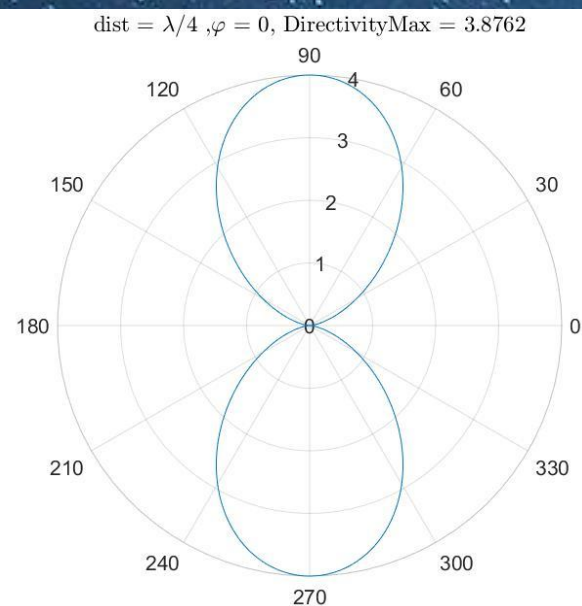


# نتایج شبیه سازی



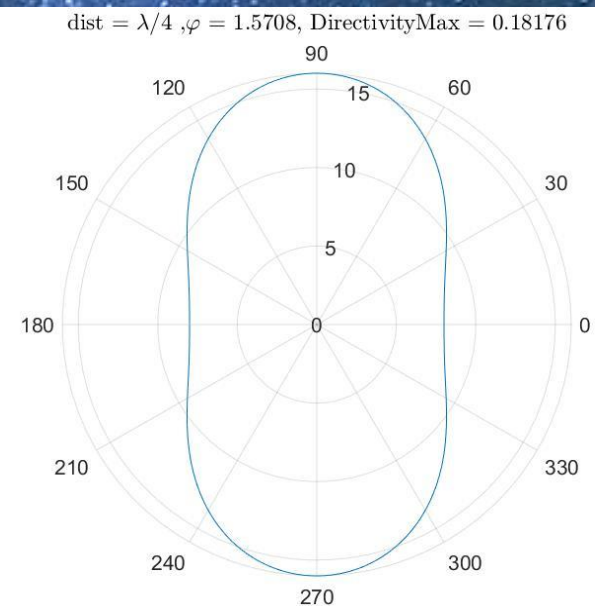
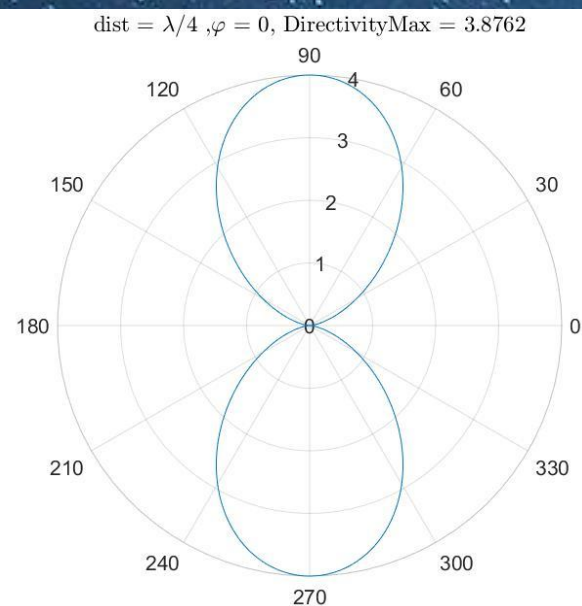


# نتایج شبیه سازی



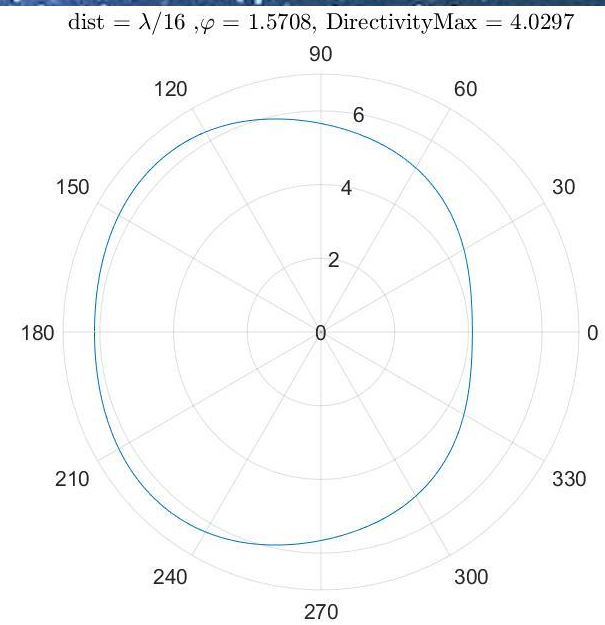
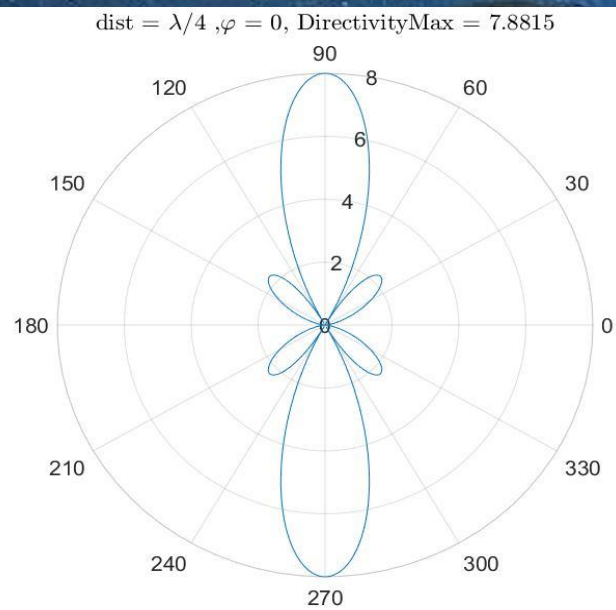


# نتایج شبیه سازی



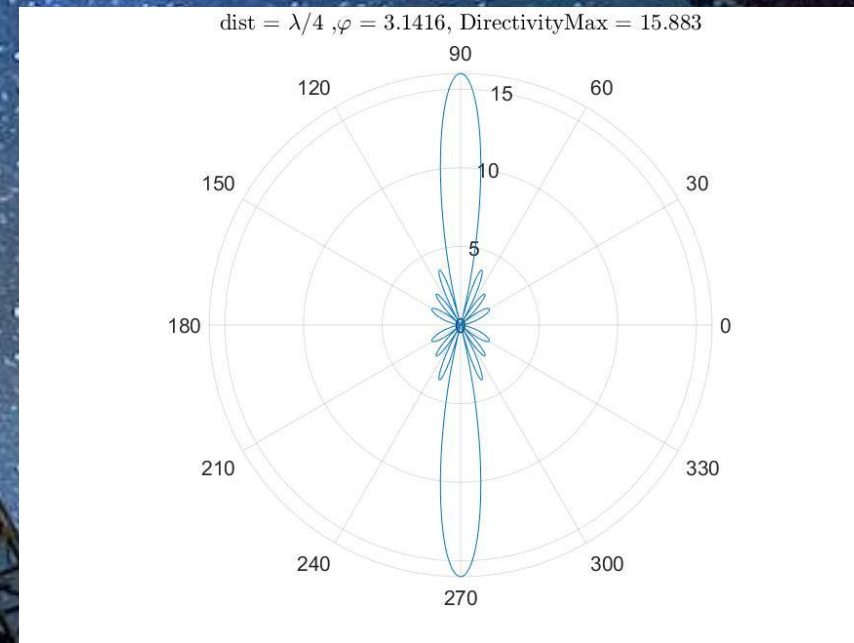
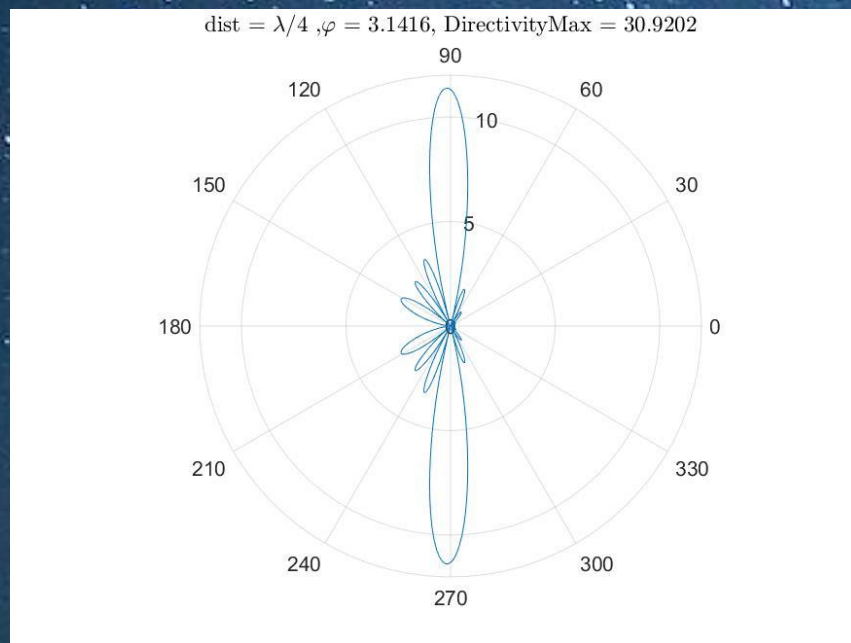


# نتایج شبیه سازی



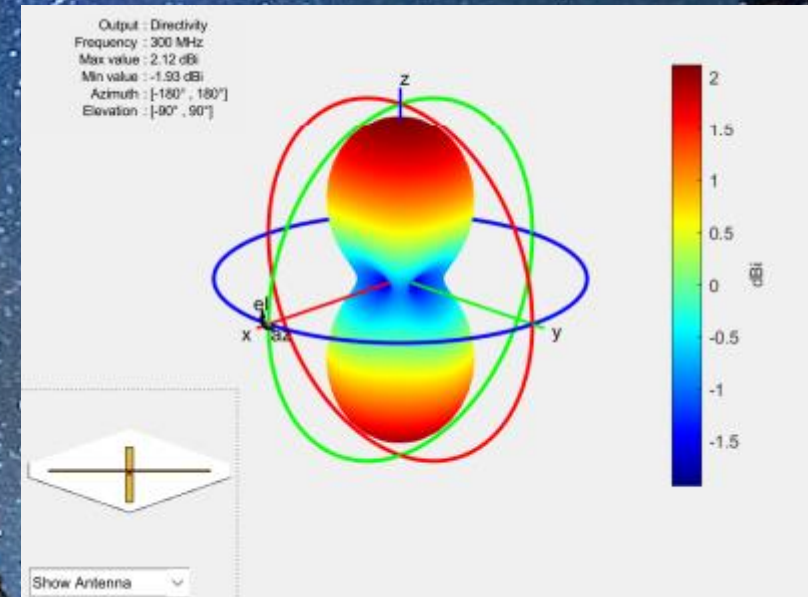
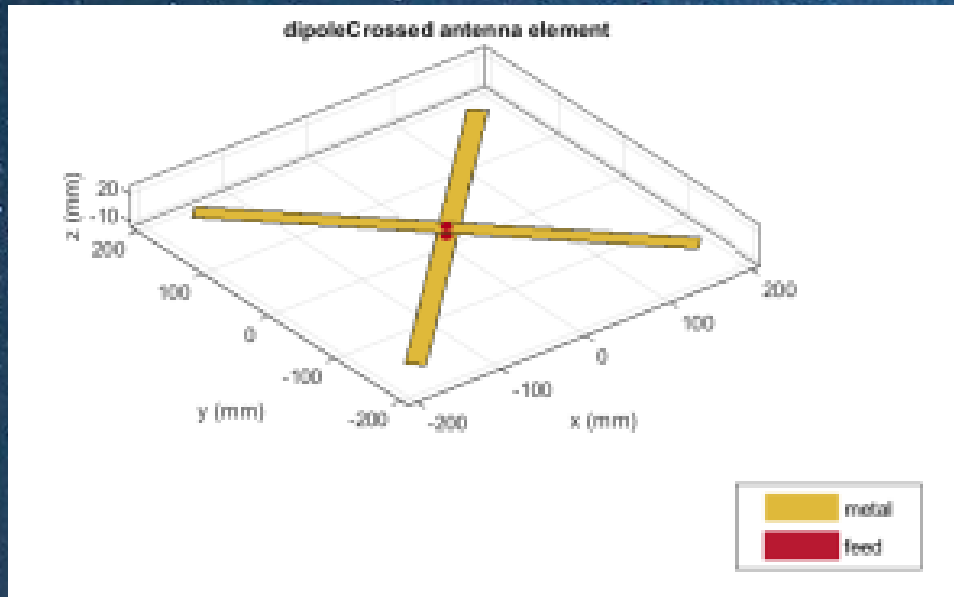


# نتایج شبیه سازی



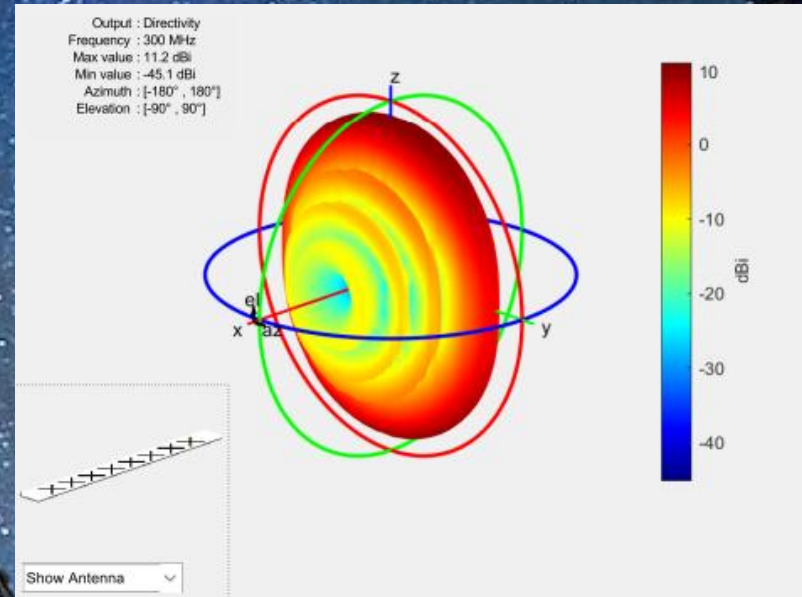
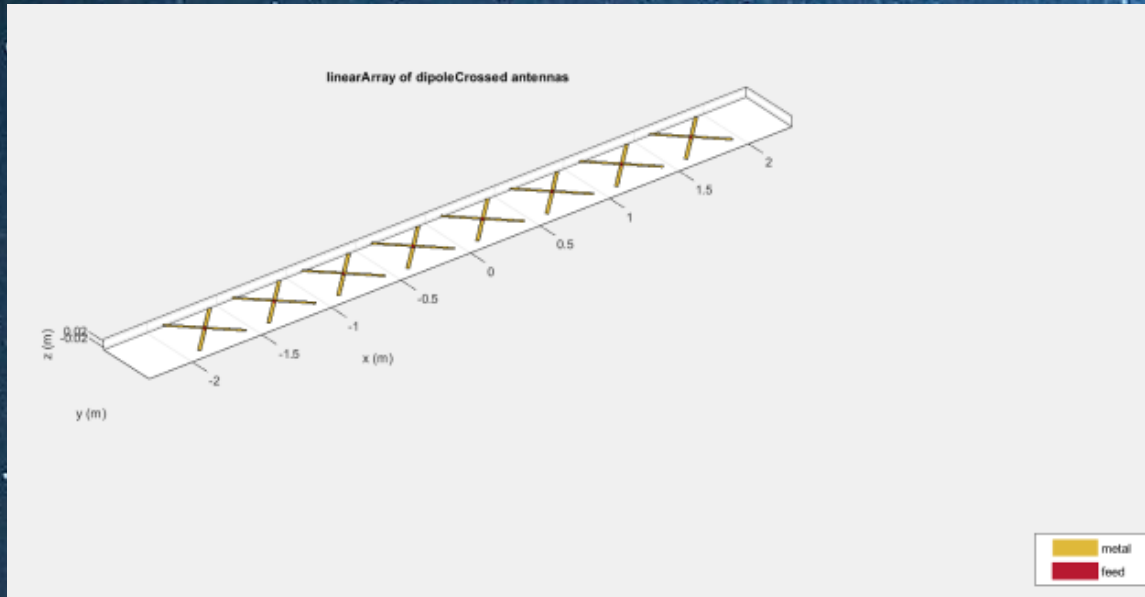


# کنجکاوی



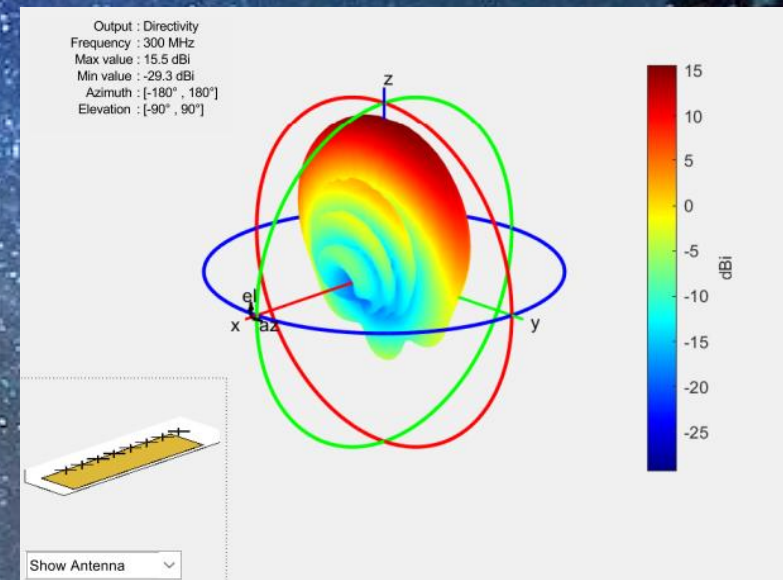
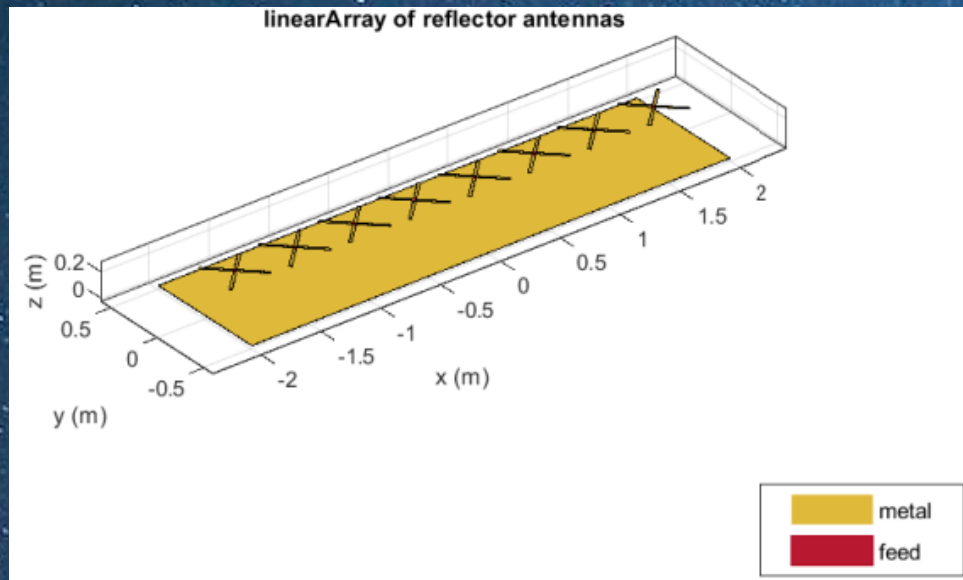


# کنجکاوی



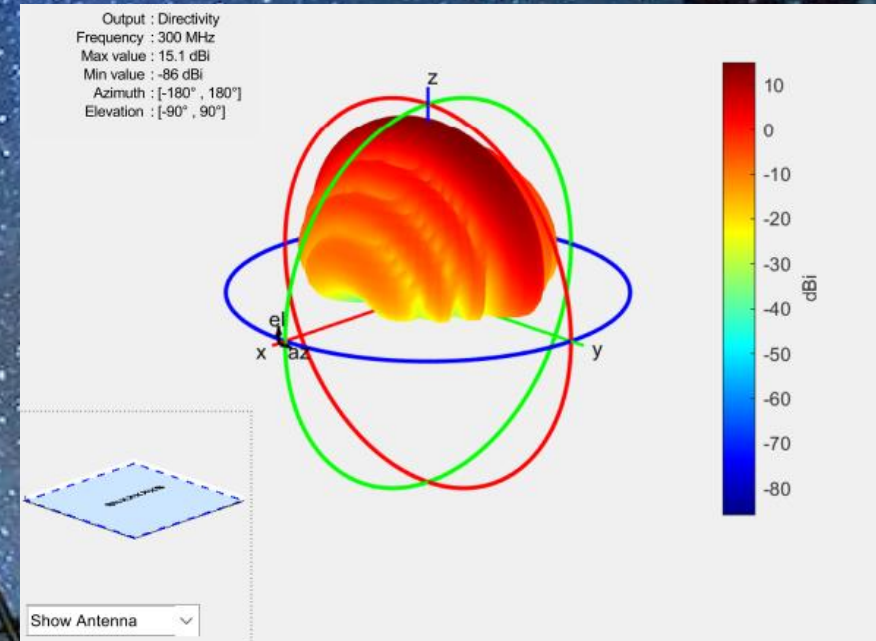
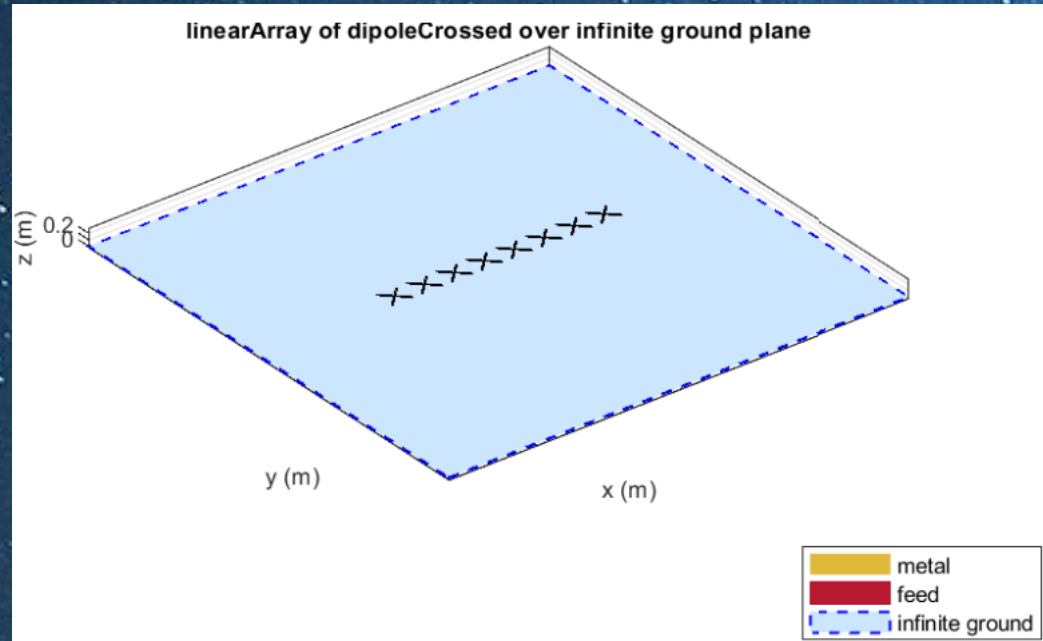


# کنجکاوی



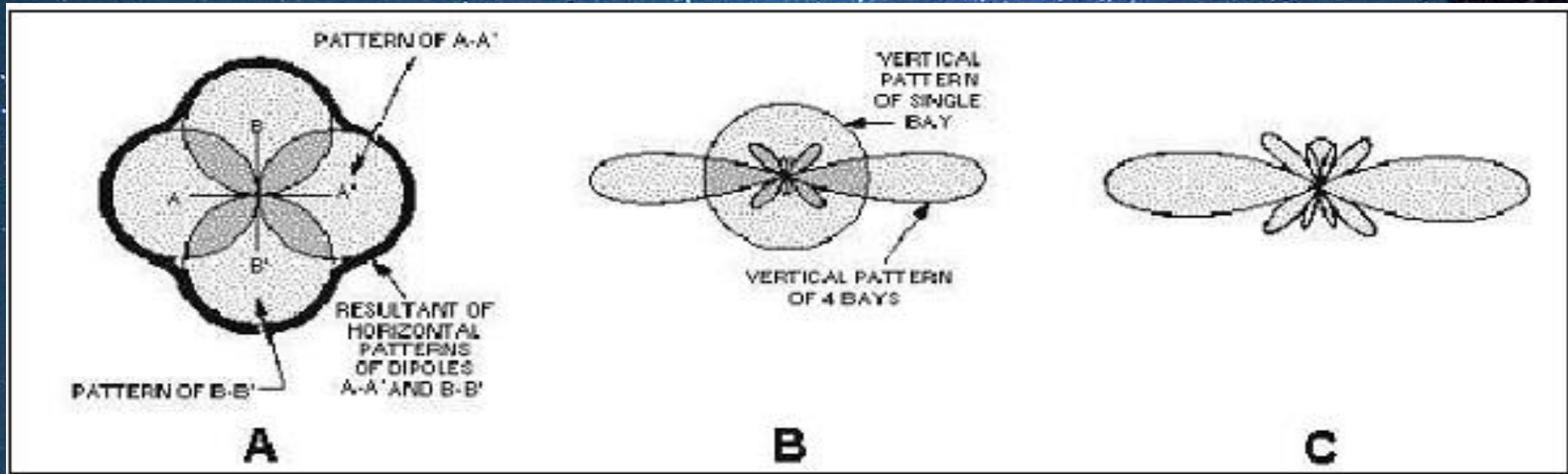


# کنجکاوی





# مقایسه شبیه سازی با مراجع





از توجه شما سپاسگزارم