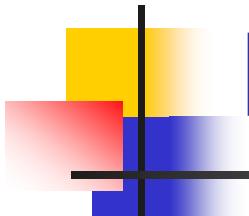




Patch Antenna Design

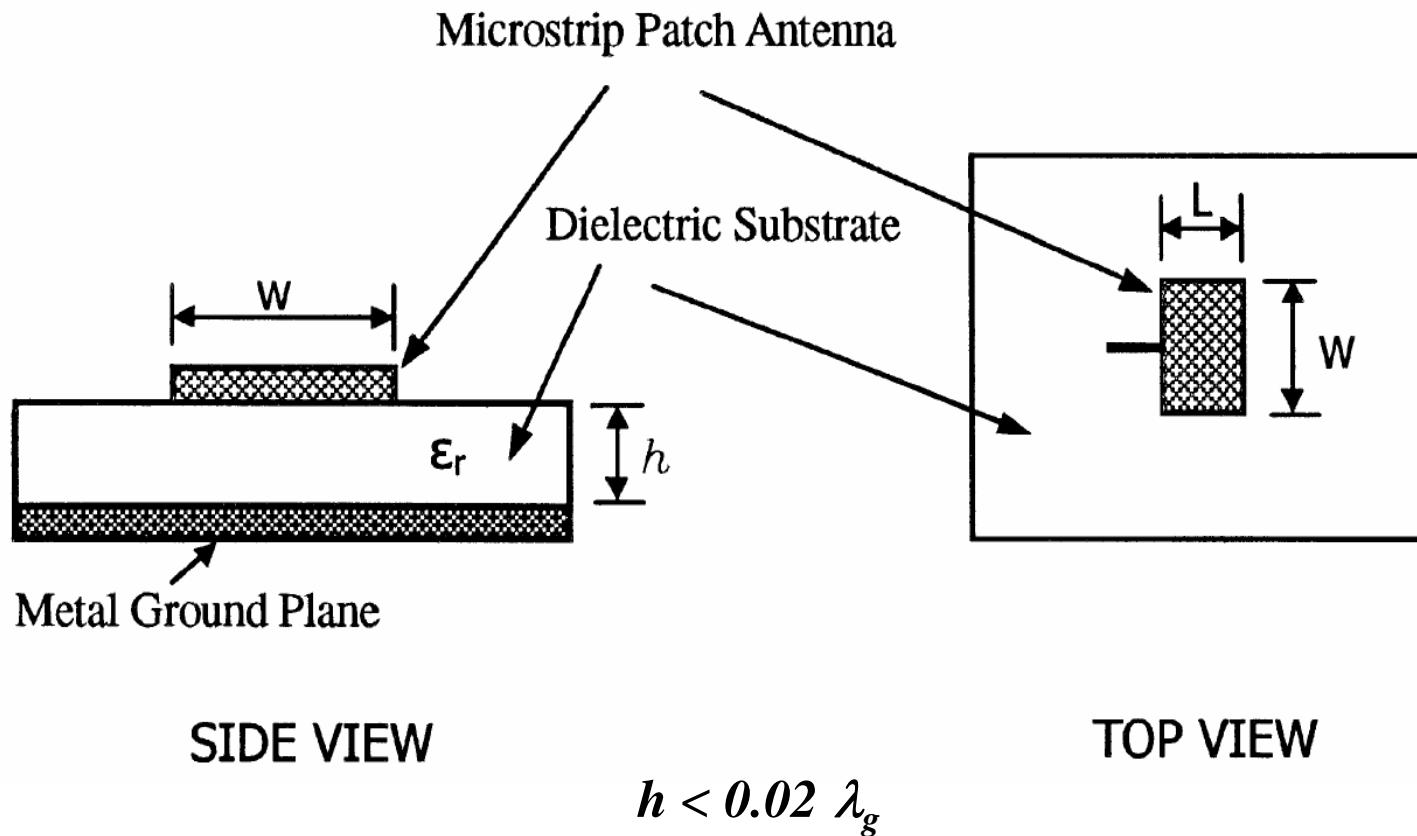
EE144/245 Spring 2007
H. Miranda



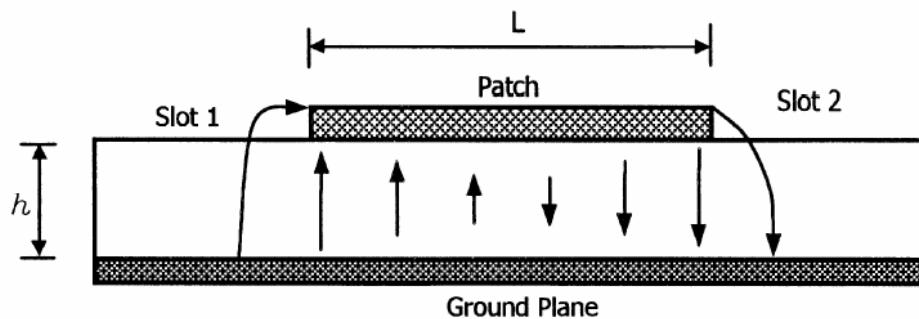
Patch Antenna Characteristics

- Advantages
 - Compact
 - Conformal
 - Good efficiency
 - Easy to produce arrays
- Disadvantages
 - Very narrow band
 - Non omnidirectional patterns

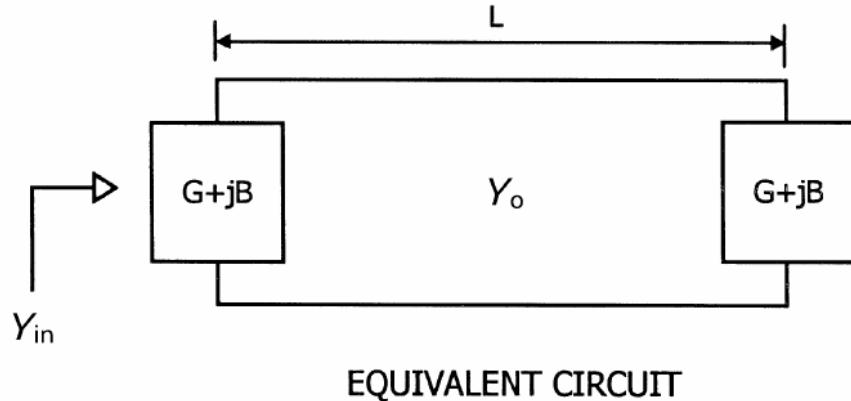
Antenna Layout



Equivalent Circuit



RADIATING PATCH ANTENNA

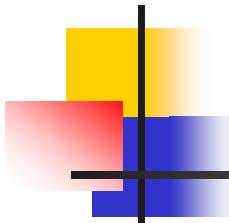


$$G = \frac{W^2}{90\lambda_0^2} \quad \text{for } W < \lambda_0$$

$$G = \frac{W}{120\lambda_0} \quad \text{for } W > \lambda_0$$

$$B = \frac{k_0 \Delta l \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}}{Z_0}$$

$$Y_{\text{in}} = Y_{\text{slot}} + Y_0 \frac{Y_{\text{slot}} + jY_0 \tan \beta(L + 2 \Delta l)}{Y_0 + jY_{\text{slot}} \tan \beta(L + 2 \Delta l)}$$



Design Equations

$$Z_0 = \frac{120\pi h}{W\sqrt{\varepsilon_{\text{eff}}}}$$

$$\varepsilon_{\text{eff}} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W}\right)^{-1/2}$$

$$\Delta l = 0.412h \left(\frac{\varepsilon_{\text{eff}} + 0.3}{\varepsilon_{\text{eff}} - 0.258} \right) \frac{(W/h) + 0.264}{(W/h) + 0.8}$$

$$f_r = \frac{c}{2\sqrt{\varepsilon_{\text{eff}}}(L + 2 \Delta l)} \quad (L + 2 \Delta l) = \frac{\lambda_g}{2} = \frac{\lambda_0}{2\sqrt{\varepsilon_{\text{eff}}}}$$

$$W = \frac{c}{2f_r} \left(\frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right)^{-1/2} \quad (\text{not critical})$$

Example: 3 GHz Antenna

- Substrate: Duroid 5880 ($\epsilon_r = 2.2$, $h=30$ mils)

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_r} = 10 \text{ cm}$$

$$W = \frac{c}{2f_r} \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right)^{-1/2} = 3.95 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{12h}{W} \right]^{-1/2} = 2.14$$

$$\Delta l = 0.412h \left(\frac{\epsilon_{\text{eff}} + 0.3}{\epsilon_{\text{eff}} - 0.258} \right) \left(\frac{W/h + 0.264}{W/h + 0.8} \right) = 0.04 \text{ cm}$$

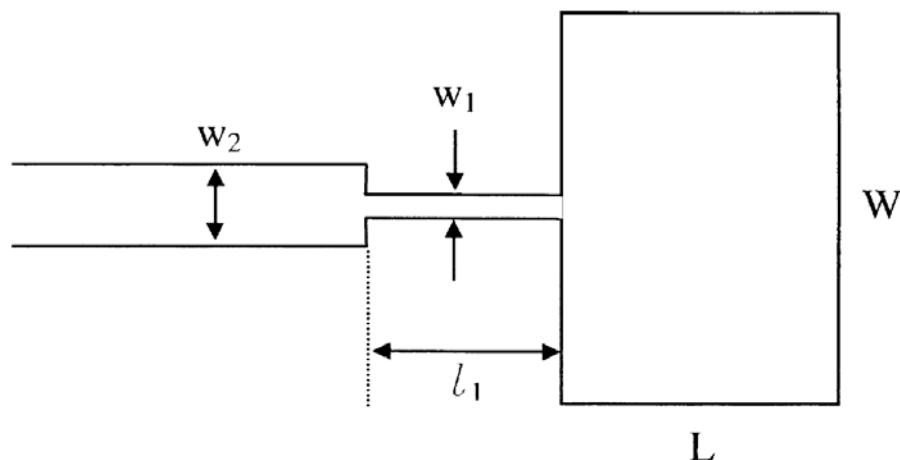
$$L = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{eff}}}} - 2 \Delta l = 3.34 \text{ cm}$$

Example

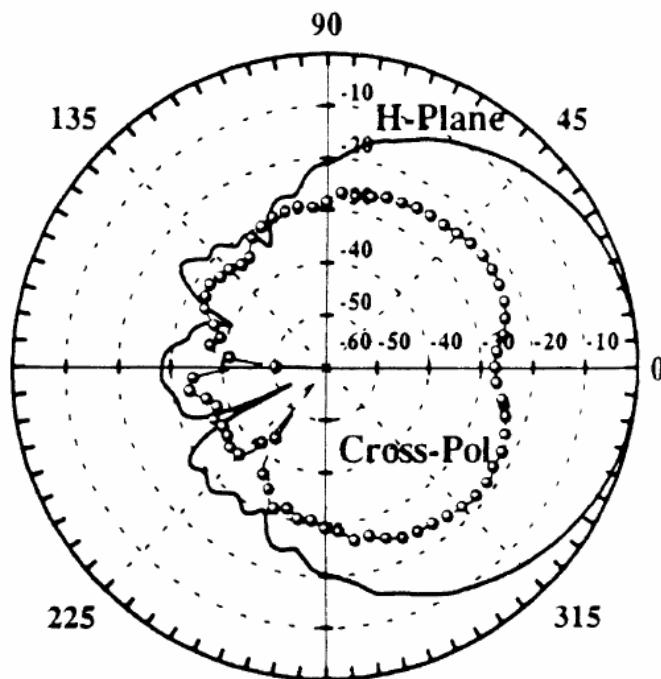
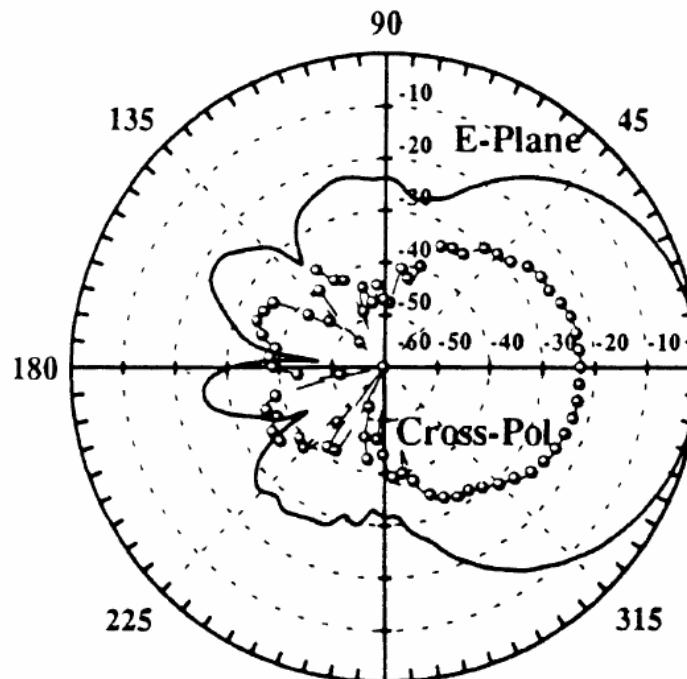
$$Y_{\text{in}} = 2G = \frac{1}{45} \frac{W^2}{\lambda_0^2} = \frac{1}{R_{\text{in}}} \quad Z_{0T} = \sqrt{R_{\text{in}} \times 50} = 120 \Omega$$

$R_{\text{in}} = 288 \Omega$ = input impedance

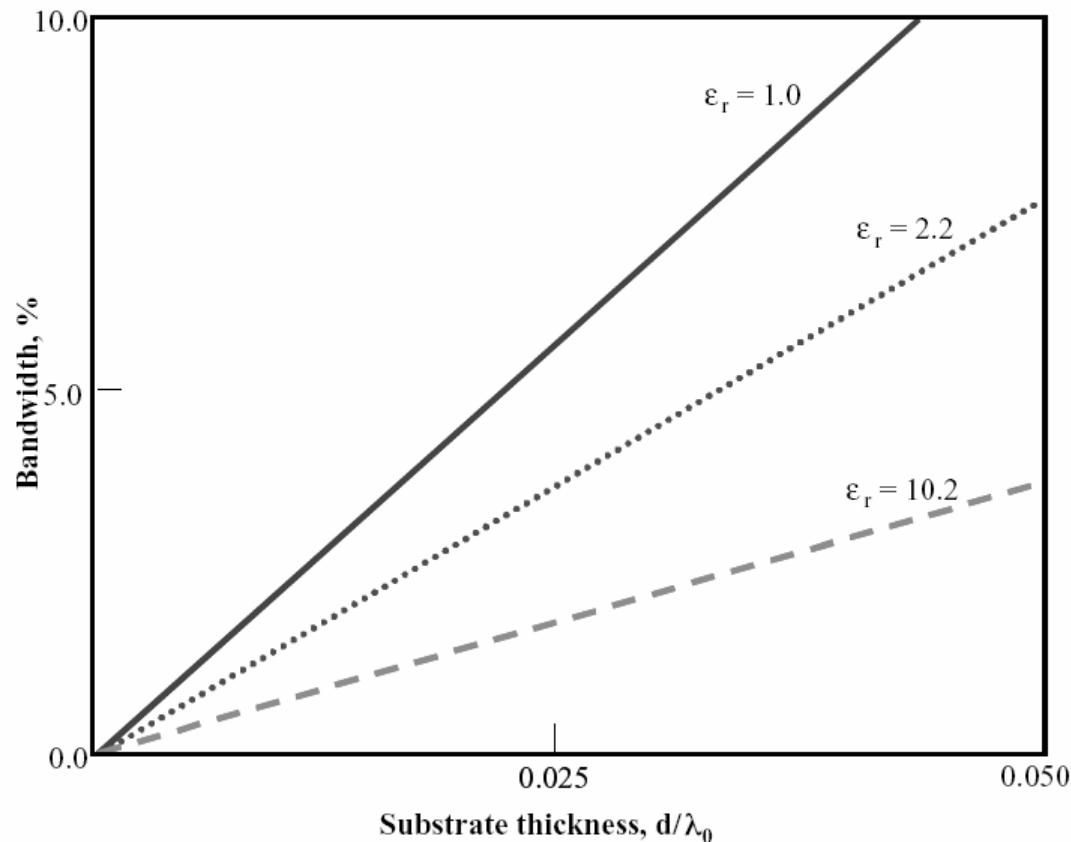
$$w_1 = 0.0442 \text{ cm} \quad l_1 = \frac{1}{4} \lambda_{g1} = 1.90 \text{ cm}$$



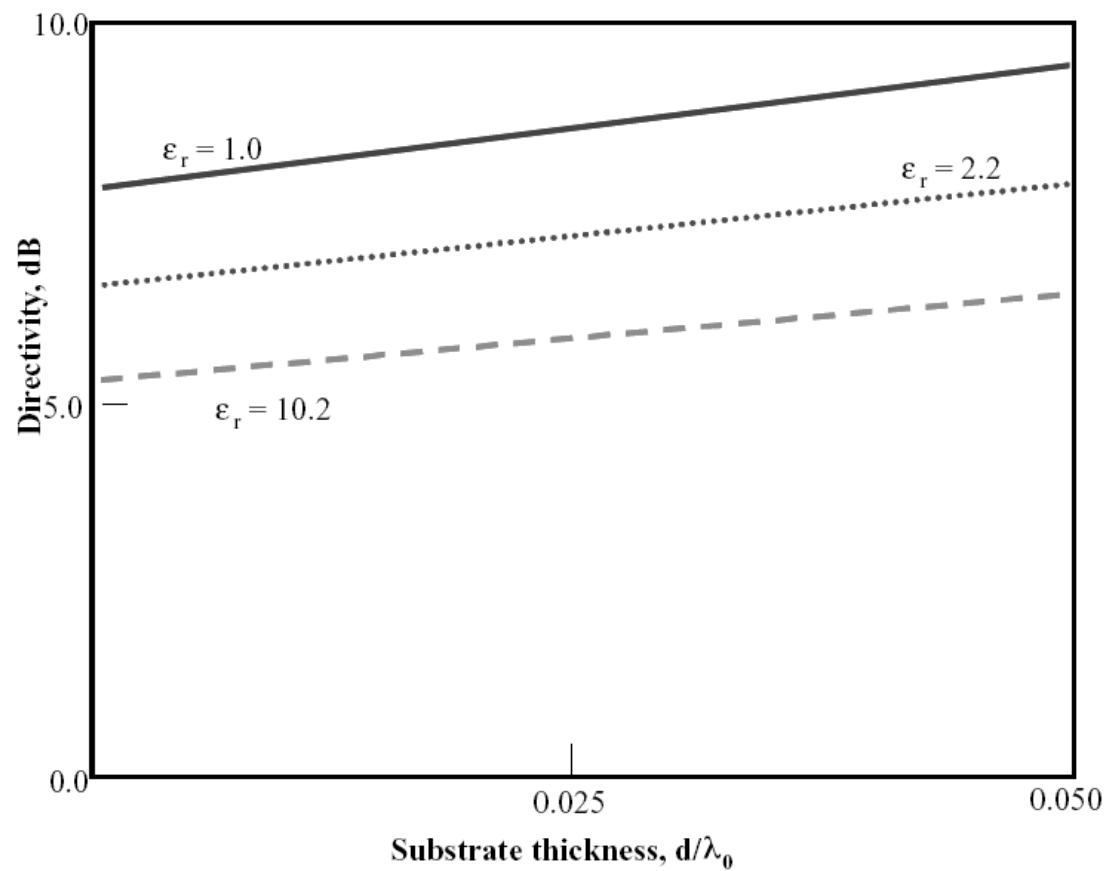
Radiation Patterns



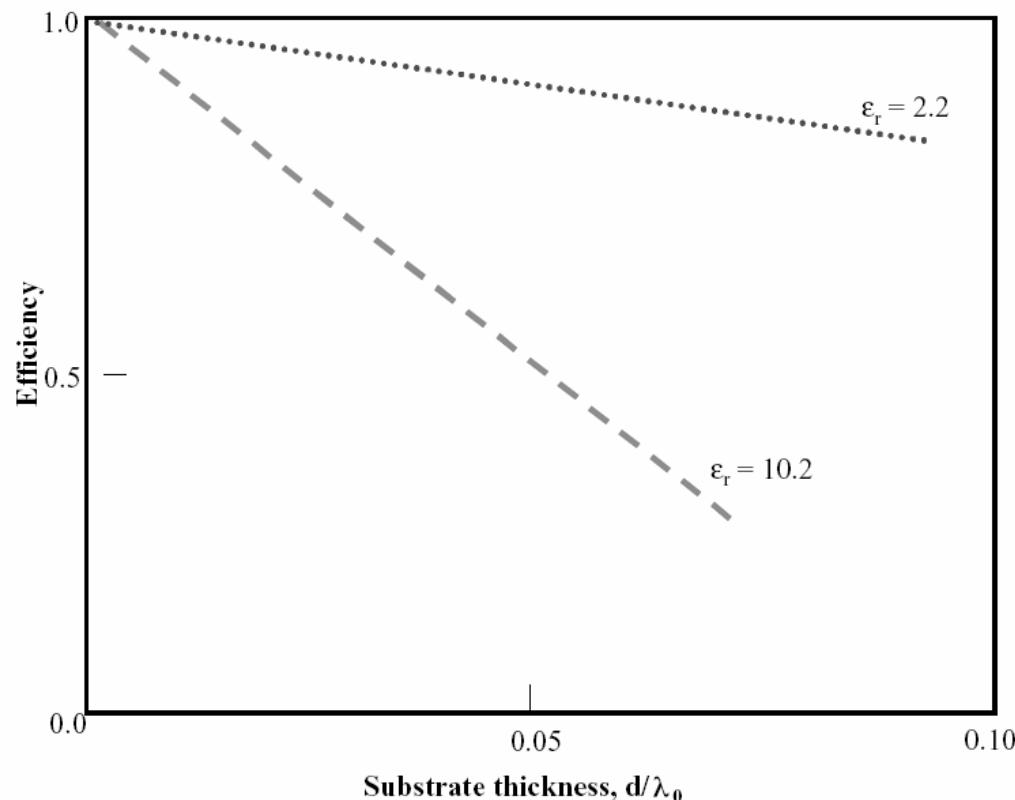
Bandwidth performance



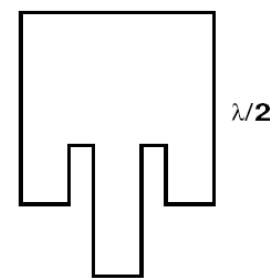
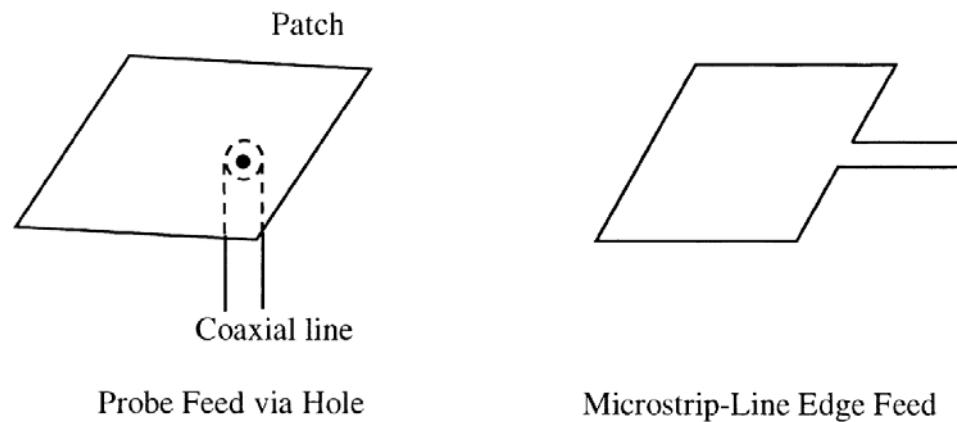
Directivity performance



Efficiency performance

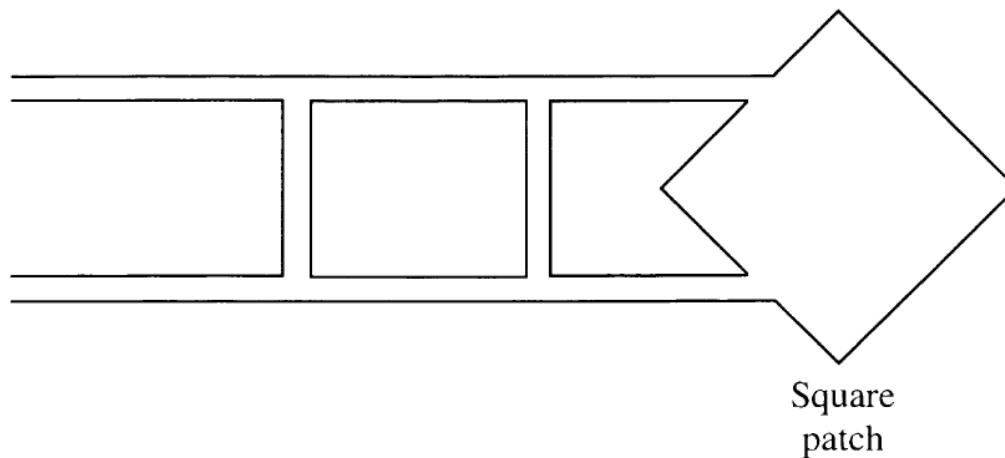


Other Feeding Methods

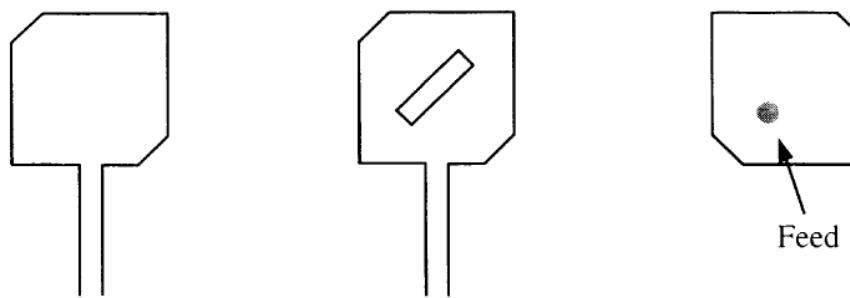


Circular Polarization

(a)



(b)



Phased arrays

Far Field Amplitude Variations

$$r_1 = r_2 = r_3 = \dots = r_N = r$$

Far Field Phase Variations

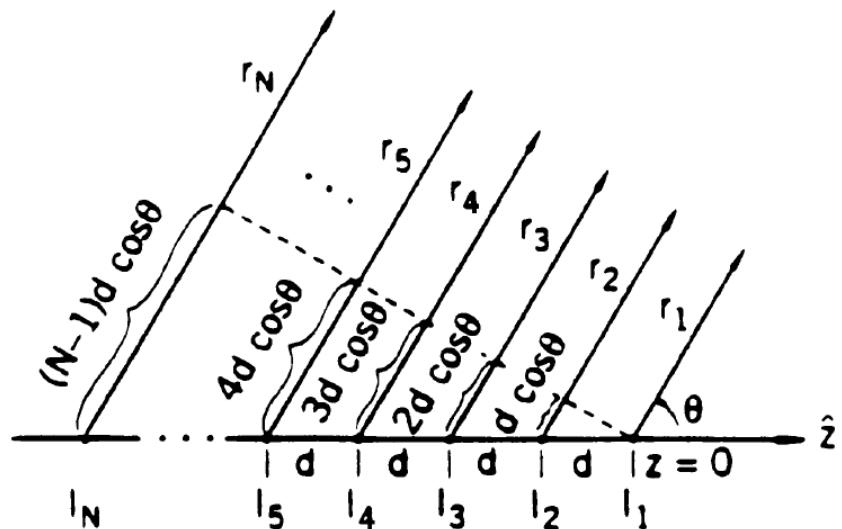
$$r_1 = r$$

$$r_2 = r + d \cos\theta$$

$$r_3 = r + 2d \cos\theta$$

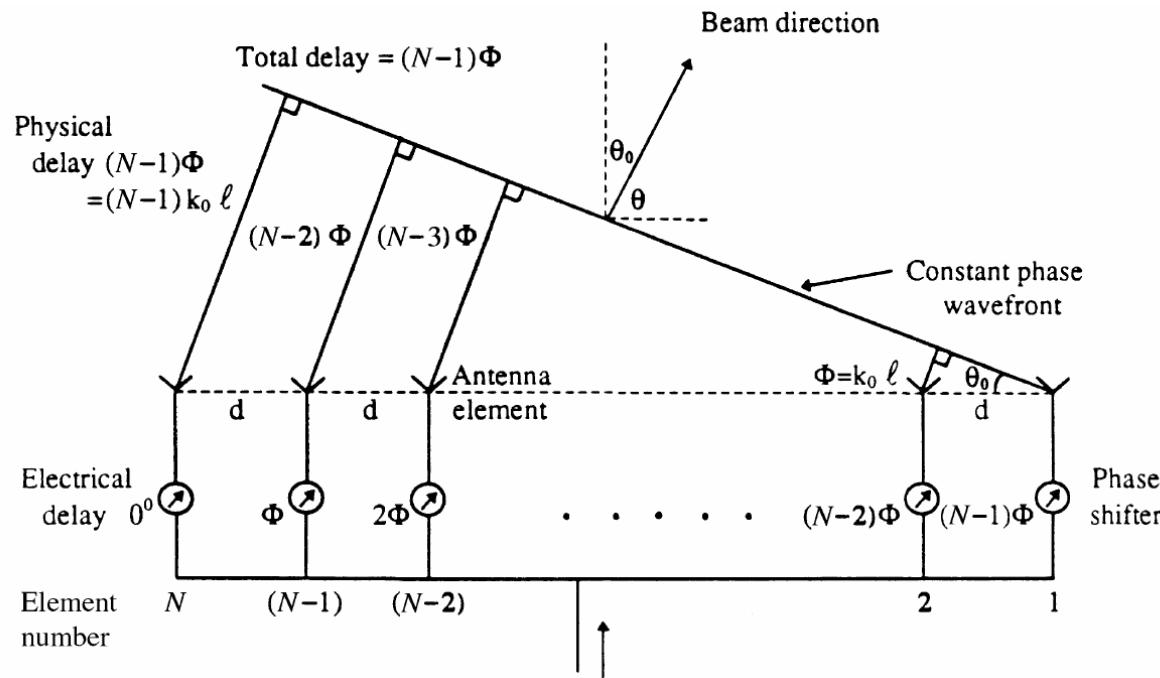
 \vdots

$$r_N = r + (N-1)d \cos\theta$$



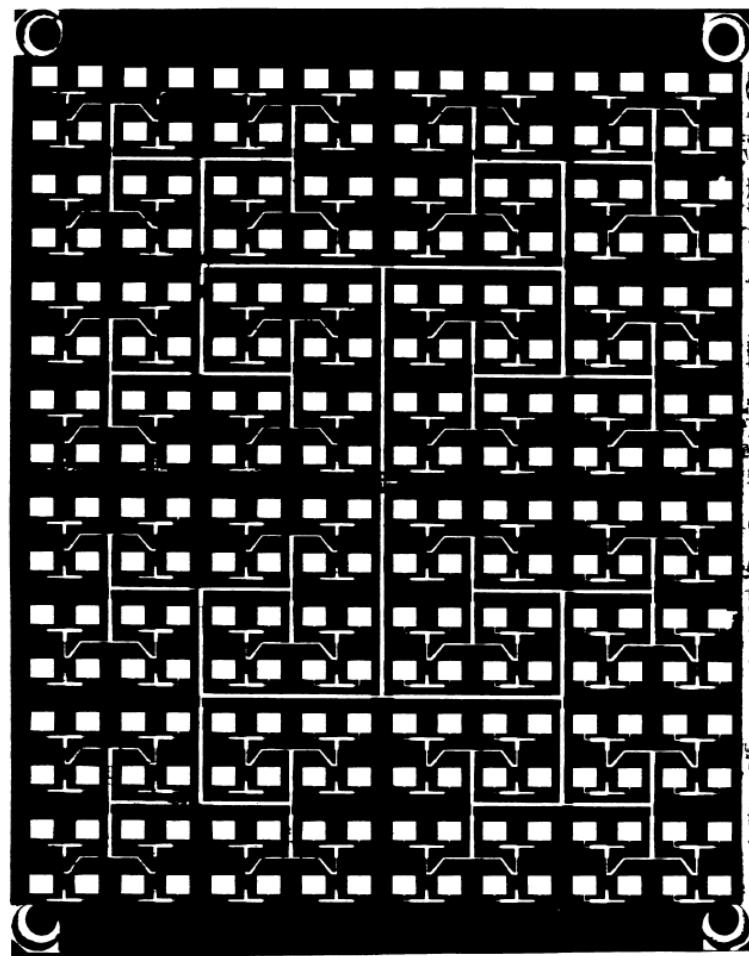
$$\text{Array Factor} = \sum_{i=1}^N I_i e^{j(i-1)(kd \cos\theta - \Phi)}$$

Phased Array Design



$$\Phi = k_0 d \sin(\theta_0)$$

Phased array example (16x16)



$$\theta_{\text{BW}} \approx \frac{100}{\sqrt{N}}$$

$$G \approx \eta\pi N$$

HFSS 视频培训课程推荐

HFSS 软件是当前最流行的微波无源器件和天线设计软件，易迪拓培训(www.edatop.com)是国内最专业的微波、射频和天线设计培训机构。

为帮助工程师能够更好、更快地学习掌握 HFSS 的设计应用，易迪拓培训特邀李明洋老师主讲了多套 HFSS 视频培训课程。李明洋老师具有丰富的工程设计经验，曾编著出版了《HFSS 电磁仿真设计应用详解》、《HFSS 天线设计》等多本 HFSS 专业图书。视频课程，专家讲解，直观易学，是您学习 HFSS 的最佳选择。



HFSS 学习培训课程套装

该套课程套装包含了本站全部 HFSS 培训课程，是迄今国内最全面、最专业的 HFSS 培训教程套装，可以帮助您从零开始，全面深入学习 HFSS 的各项功能和在多个方面的工程应用。购买套装，更可超值赠送 3 个月免费学习答疑，随时解答您学习过程中遇到的棘手问题，让您的 HFSS 学习更加轻松顺畅…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/11.html>

HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书，课程从基础讲起，内容由浅入深，理论介绍和实际操作讲解相结合，全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程，可以帮助您快速学习掌握如何使用 HFSS 设计天线，让天线设计不再难…

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>



更多 HFSS 视频培训课程:

- **两周学会 HFSS —— 中文视频培训课程**

课程从零讲起，通过两周的课程学习，可以帮助您快速入门、自学掌握 HFSS，是 HFSS 初学者的最好课程，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/1.html>

- **HFSS 微波器件仿真设计实例 —— 中文视频教程**

HFSS 进阶培训课程，通过十个 HFSS 仿真设计实例，带您更深入学习 HFSS 的实际应用，掌握 HFSS 高级设置和应用技巧，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/3.html>

- **HFSS 天线设计入门 —— 中文视频教程**

HFSS 是天线设计的王者，该教程全面解析了天线的基础知识、HFSS 天线设计流程和详细操作设置，让 HFSS 天线设计不再难，网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/4.html>

- **更多 HFSS 培训课程**，敬请浏览: <http://www.edatop.com/peixun/hfss>

关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立，一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养；后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com)，现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地，成功推出多套微波射频以及天线设计相关培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程，广受客户好评；并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书，帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司，以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年，10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养，更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到现场培训的效果，又能免除您舟车劳顿的辛苦，学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师讲授，结合实际工程案例，直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>