



Patch Antenna Design

EE144/245 Spring 2007

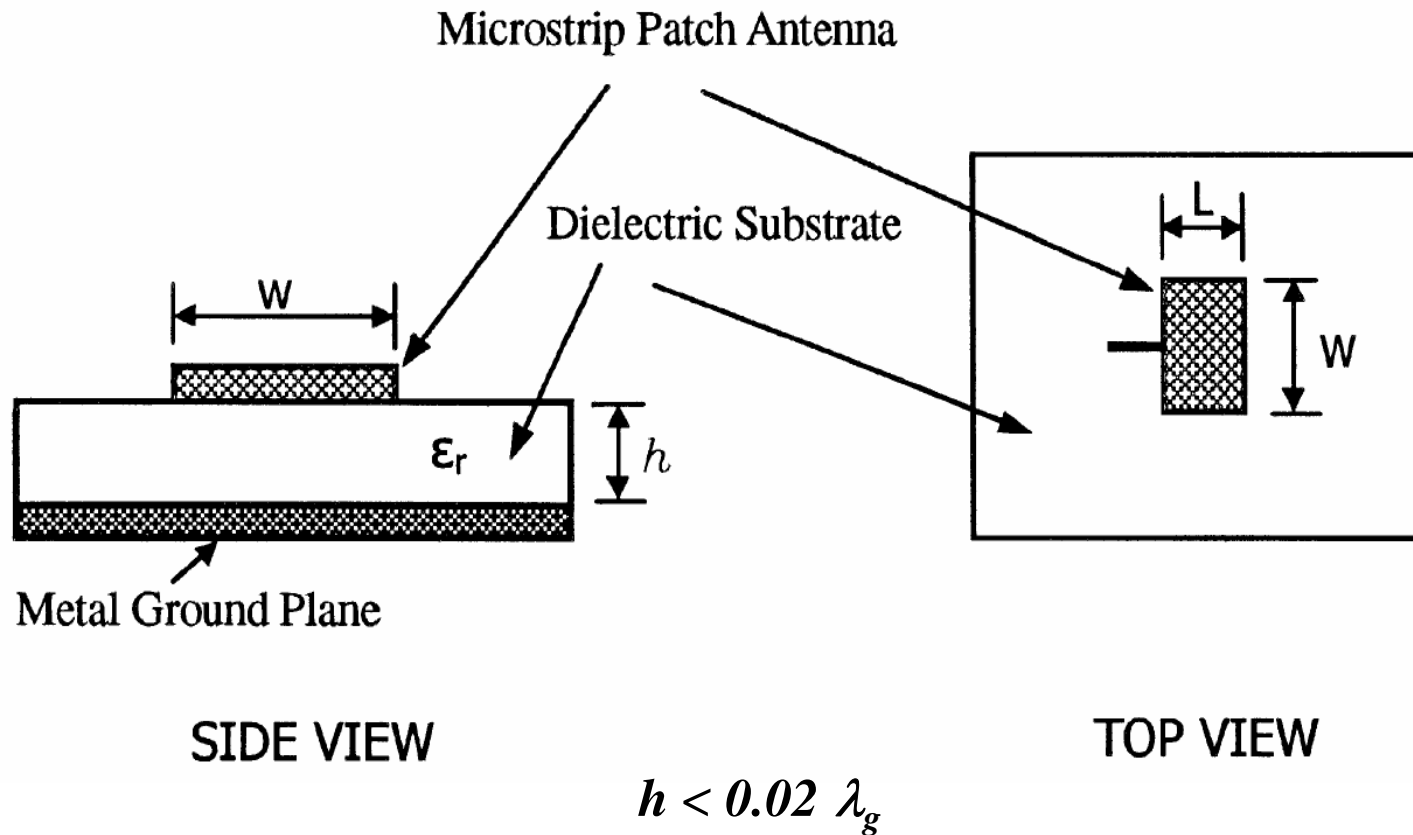
H. Miranda



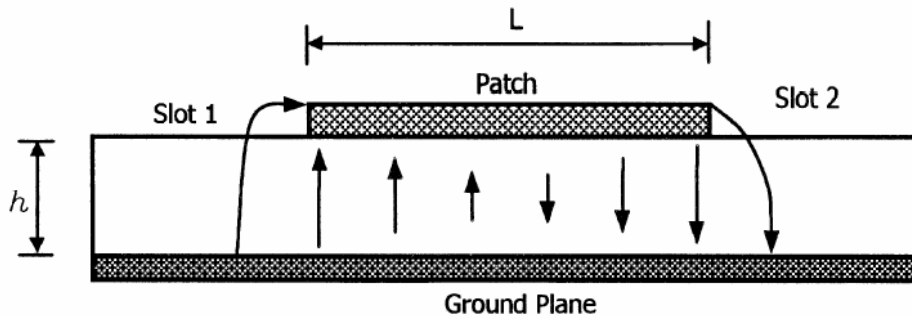
Patch Antenna Characteristics

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

Antenna Layout



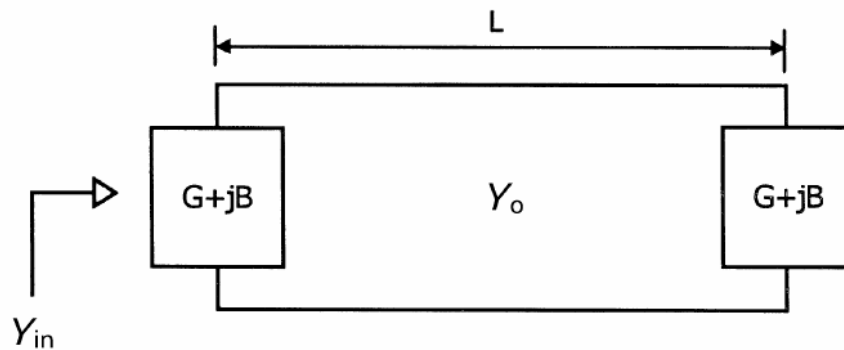
Equivalent Circuit



RADIATING PATCH ANTENNA

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

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



EQUIVALENT CIRCUIT

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

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



Design Equations

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

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

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

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

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



Example: 3 GHz Antenna

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

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

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

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

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

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

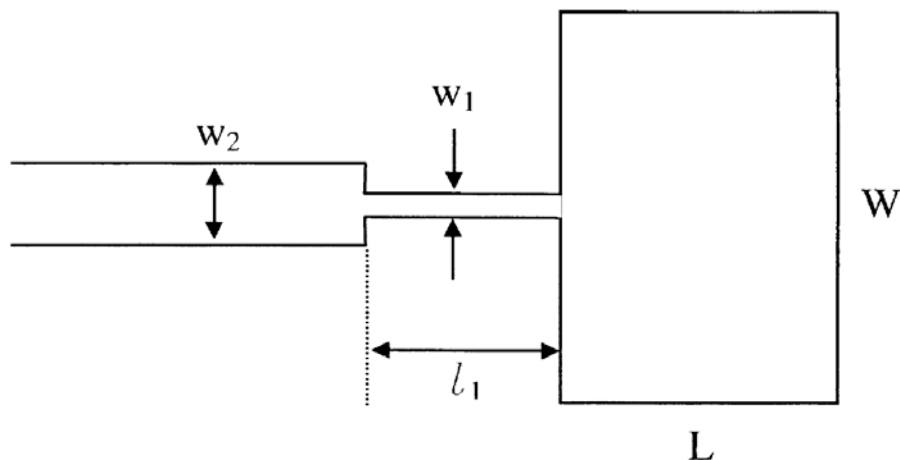
Example

$$Y_{\text{in}} = 2G = \frac{1}{45} \frac{W^2}{\lambda_0^2} = \frac{1}{R_{\text{in}}}$$

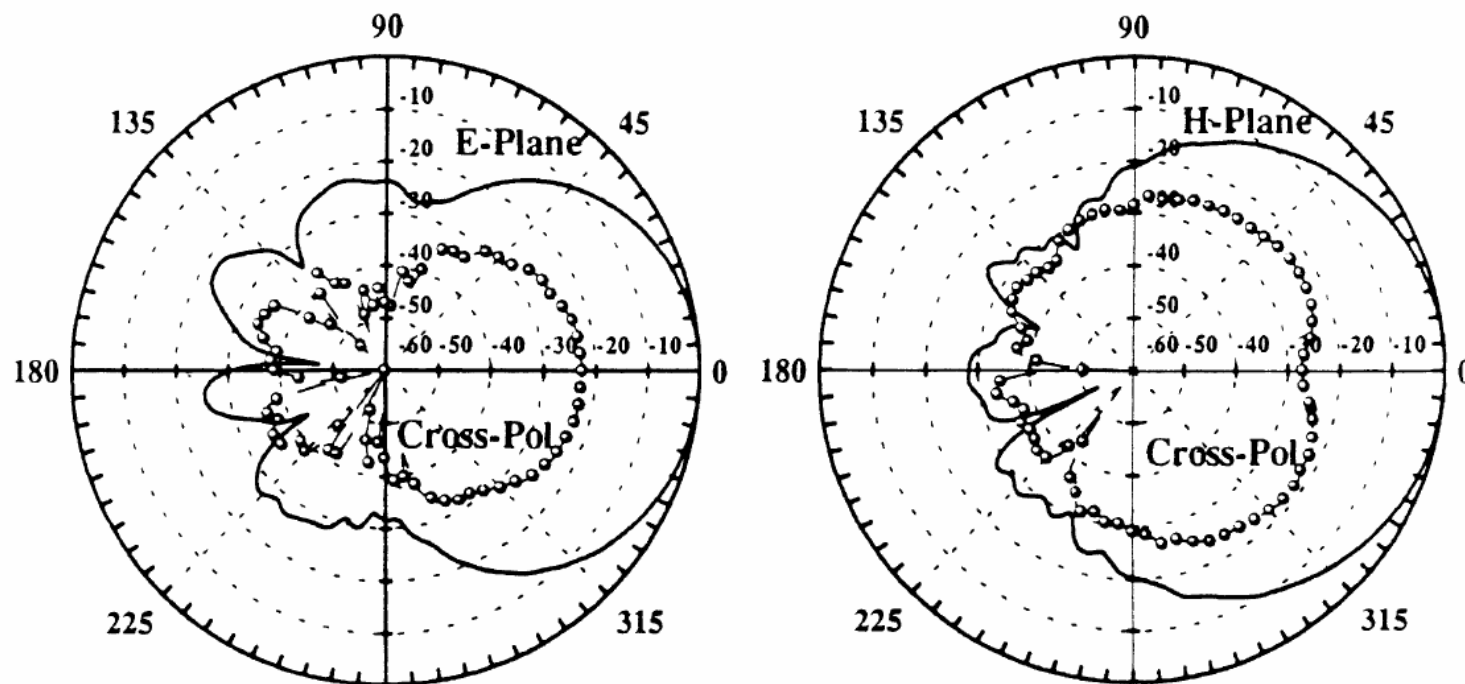
$$Z_{0T} = \sqrt{R_{\text{in}} \times 50} = 120 \, \Omega$$

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

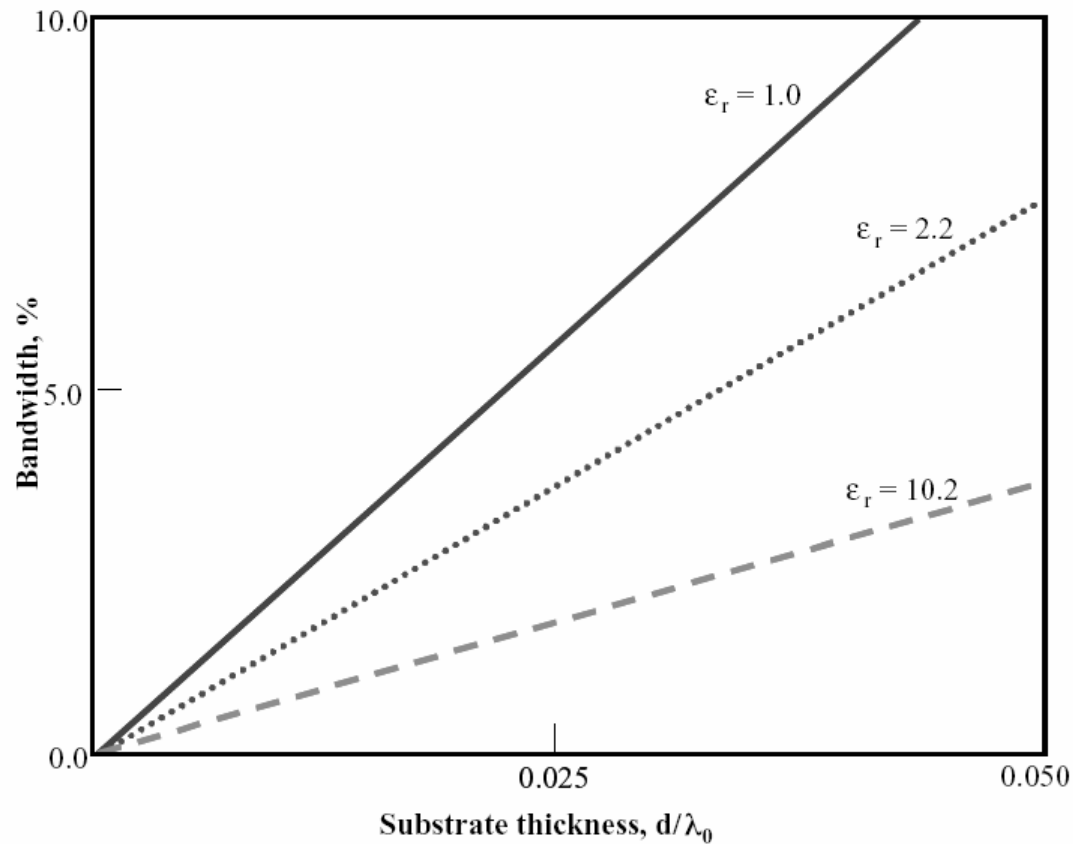
$$w_1 = 0.0442 \, \text{cm} \quad l_1 = \frac{1}{4} \lambda_{g1} = 1.90 \, \text{cm}$$



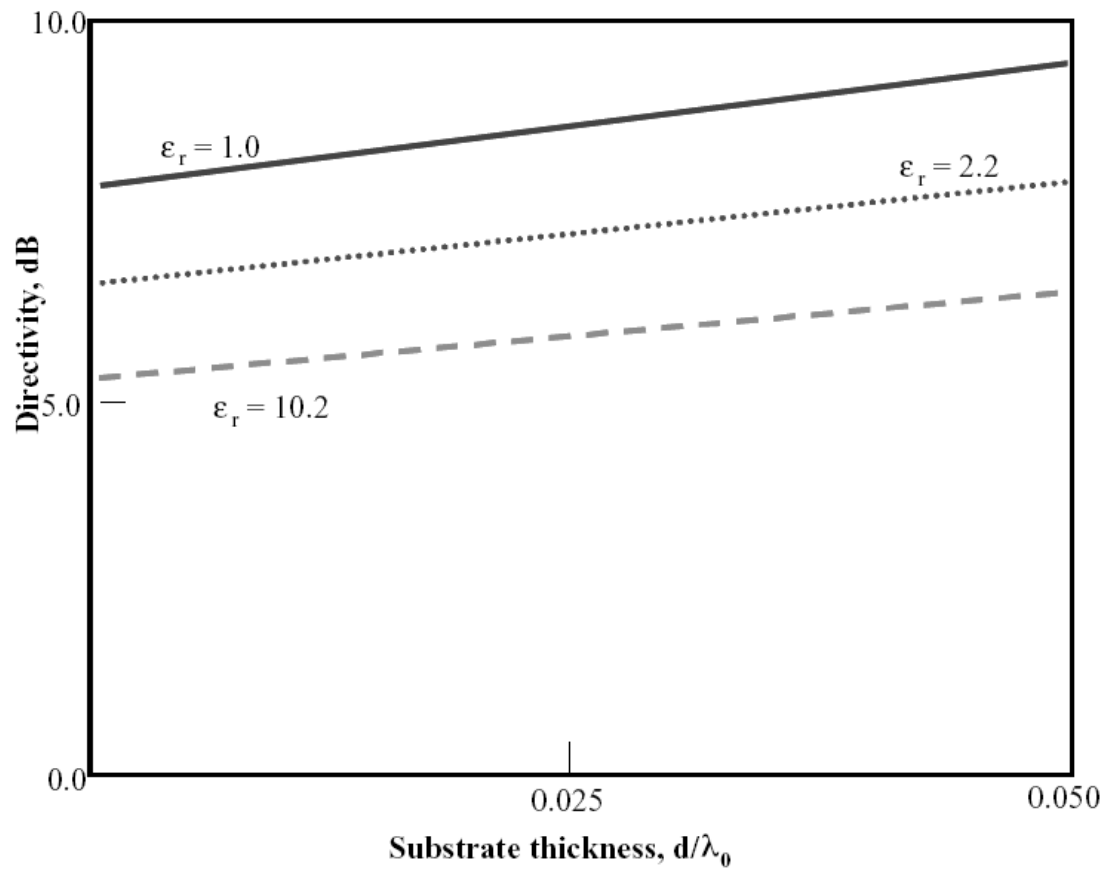
Radiation Patterns



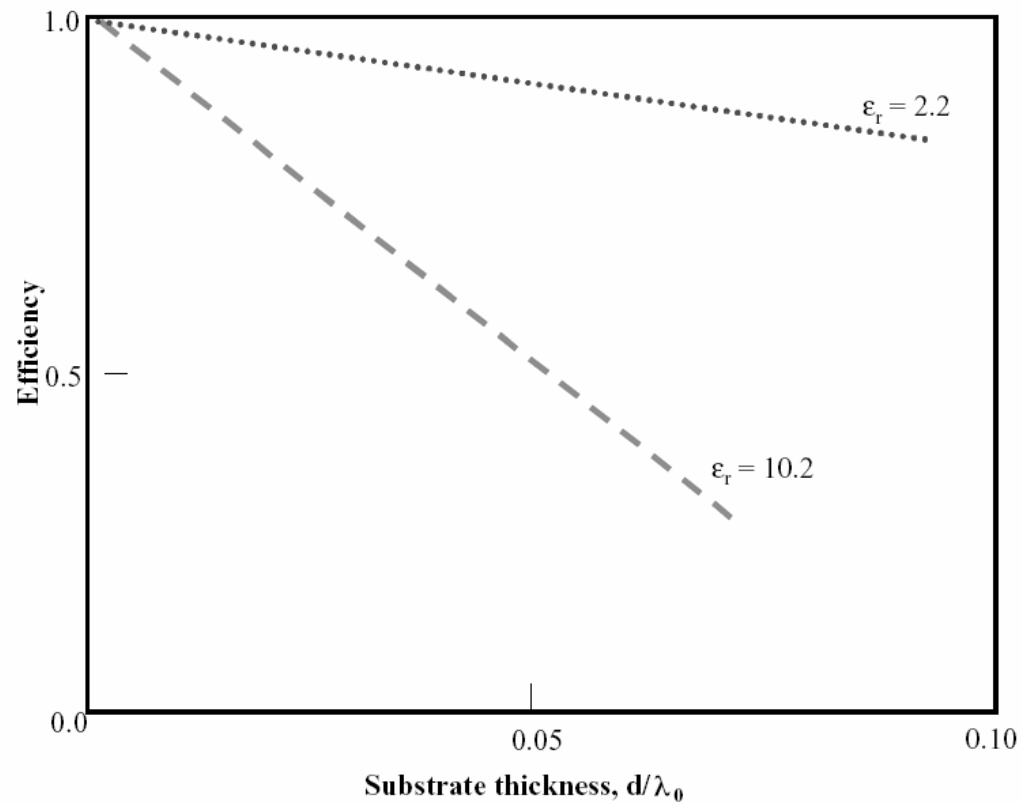
Bandwidth performance



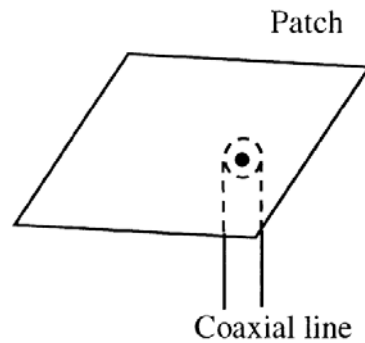
Directivity performance



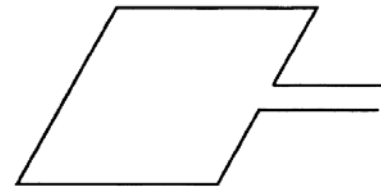
Efficiency performance



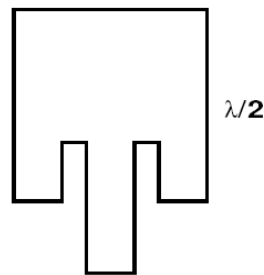
Other Feeding Methods



Probe Feed via Hole

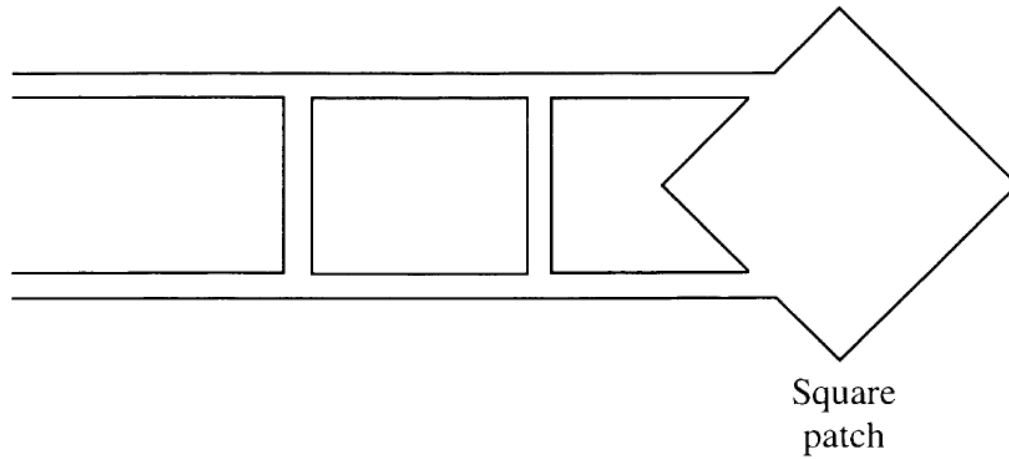


Microstrip-Line Edge Feed

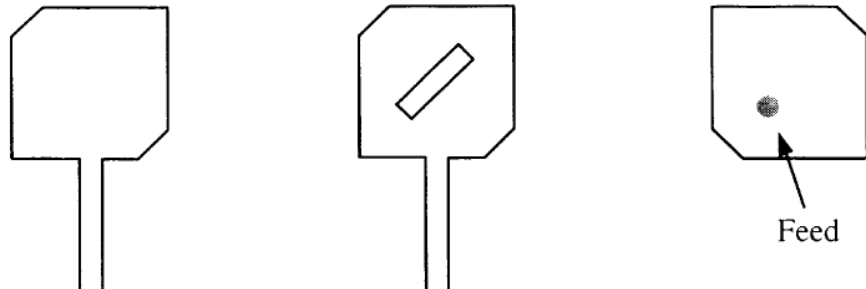


Circular Polarization

(a)



(b)



Phased arrays

Far Field Amplitude Variations

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

Far Field Phase Variations

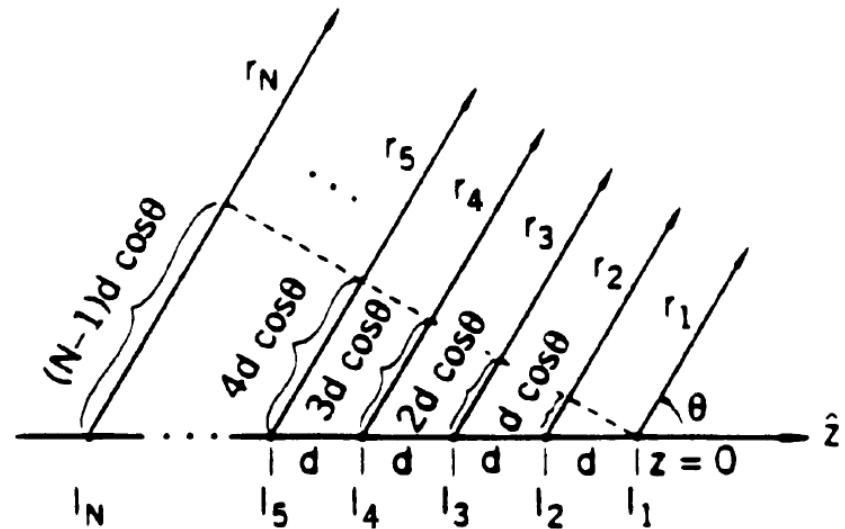
$$r_1 = r$$

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

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

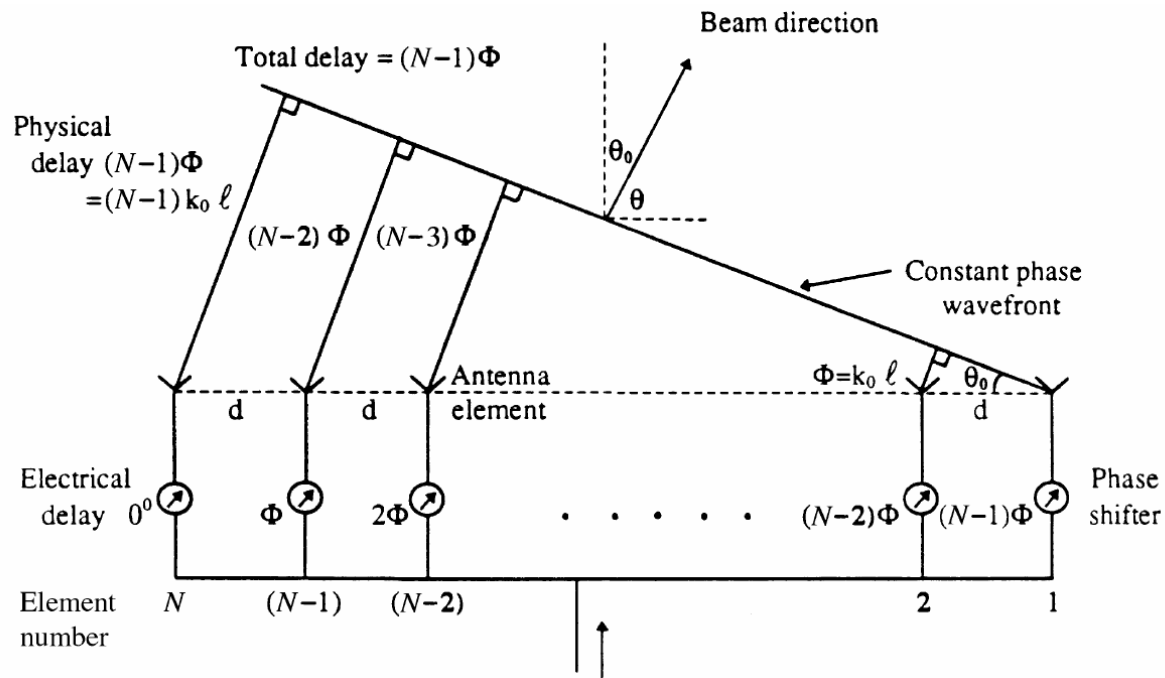
$$\vdots$$

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



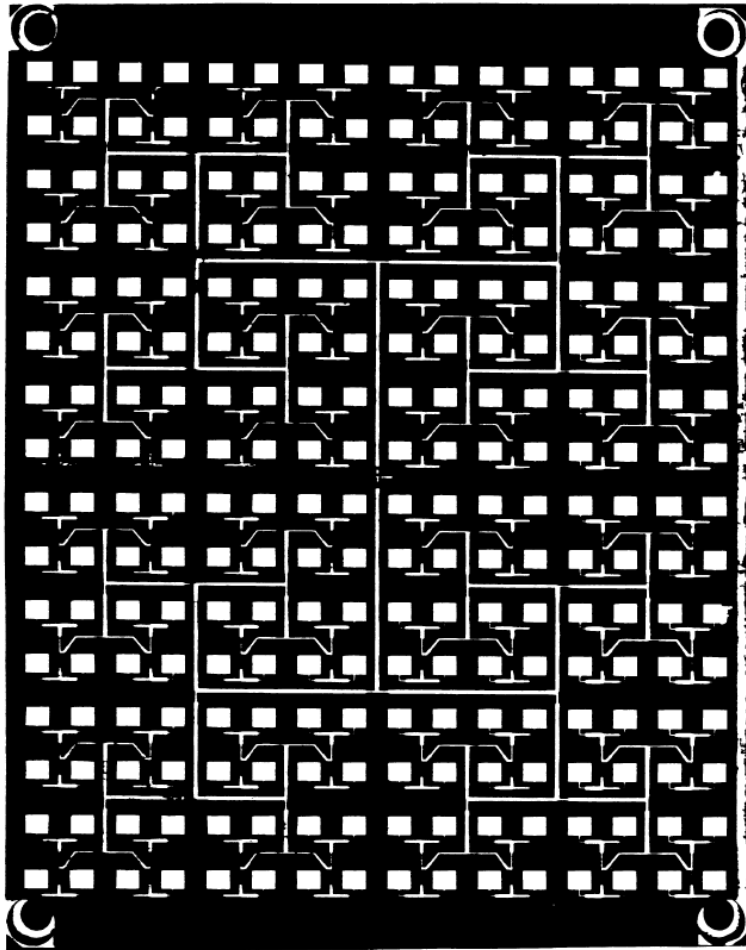
$$\text{Array Factor} = \sum_{i=1}^N I_i e^{j(i-1)(kd \cos \theta - \Phi)}$$

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>