# آنتن‌های آرایه‌ای

***هدف :***

در این آزمایش، دانشجویان با طراحی و نحوه عملکرد آرایه‌های خطی و صفحه‌ای آشنا می‌گردند. همچنین scanning beam واینکه چه موقع grating lobs رخ خواهند داد و نیز مطالبی در مورد پرتوهای خاص نظیر fan & pencil beam خواهند آموخت.

***مقدمه :***

در موقع استفاده از آرایه بجای یک آنتن، مشخصات پرتو بهبود قابل ملاحظه‌ای می‌یابد، مانند آنتن یاگی که در آن عناصر پارازیتی وجود داشتند. اما در آرایه‌ها المانها توسط شبکهٔ تغذیه با هم ترکیب می‌شوند. در این آزمایش ابتدا یک مورد آرایه خطی که بصورت شکافی روی دیواره موجبر طراحی شده مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس آرایه صفحه‌ای از نوع microstrip مورد بررسی قرار می‌گیرد.
در شکل ۱ یک آرایه صفحه‌ای نشان داده شده است. پترن این آرایه با استفاده از اصل حاصلضرب پترن یک المان منفرد با ضریب آرایه (array factor) بدست می‌آید.

$$\left|\frac{A}{A_0}\right| = 2\times\left|\sin\theta\right|\times\left|\frac{\sin\left(m\pi b\cos\theta/\lambda_0\right)}{\sin\left(\pi b\cos\theta/\lambda_0\right)}\right|\times\left|\frac{\sin\left(n\pi a\sin\varphi\sin\theta/\lambda_0\right)}{\sin\left(\pi a\sin\varphi\sin\theta/\lambda_0\right)}\right|\times\left|\cos\left(\pi/2-2\pi h\cos\varphi/\lambda_0\right)\right|$$

با فرض اینکه آرایه در فاصله h از سطح زمین قرار دارد رابطه فوق را بدست آورید.(المانها دایپل هستند)

***آرایه های خطی :***

آنتنهای شکافی در آرایه‌های خطی کاربرد بسیار دارد. این آنتنها دارای پرتو پهن و تضعیف زیاد سطح لوبهای فرعی هستند. با اعمال شکافهای مناسب در روی دیواره موجبر، عملا" یک آرایه شکافی تولید می‌گردد. شکافها با موجهای هدایت شونده تغذیه می‌شوند. شکل ۲ و ۳ بطور شماتیک یک آرایه شکافی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۲، تشعشع در کدام شکافها بهتر انجام می‌گیرد؟ چرا؟
با توجه به شکل ۳ مقادیری را به $l, d_0, d_1$ برحسب طول موج نسبت دهید. دلیل خود را ذکر کنید. دلیل وجود فاصله 2X را شرح دهید.

نکته : امپدانس نرمالیزه شکاف : $\underline{z_s} = \frac{Z_s}{Z_L} = 2{,}1\left(\frac{\lambda_G}{\lambda_0}\right)\left(\frac{a}{b}\right)\sin^2\left(\frac{\pi x}{a}\right)\cos^2\left(\frac{\pi\lambda_0}{2\lambda_G}\right)$ که $Z_L$ امپدانس موج است.

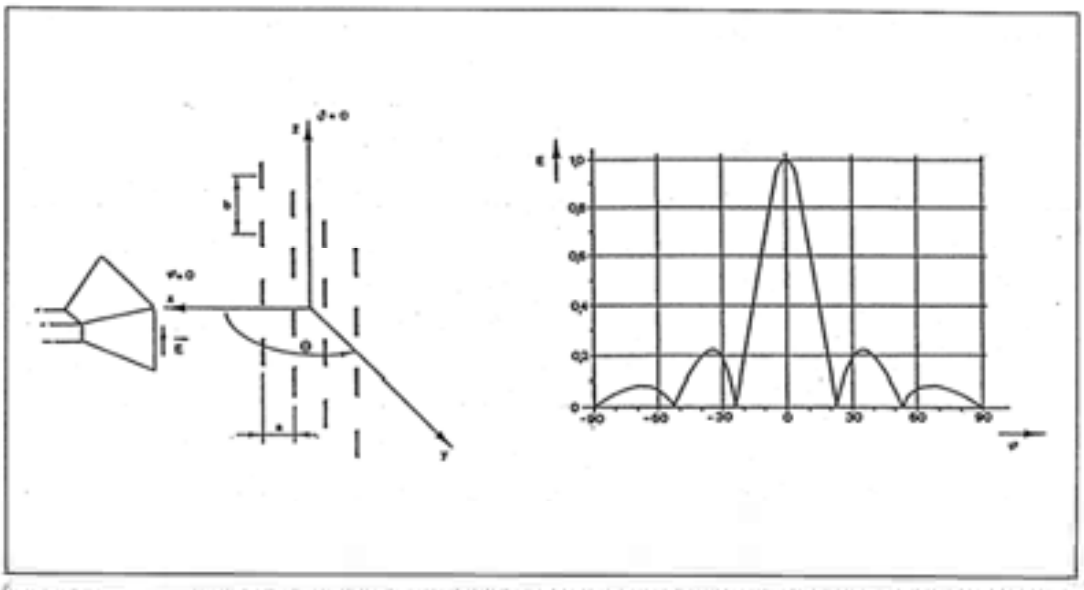

Fig. 1a: Dipole planar configuration consisting of n · m vertically arranged dipoles
m: number of the dipole rows arranged on top of each other at distance b
n: Number of dipole columns arranged with the horizontal spacing a
1b: Directional diagram according to Eq. 1 for the $\vartheta = 90°$ plane

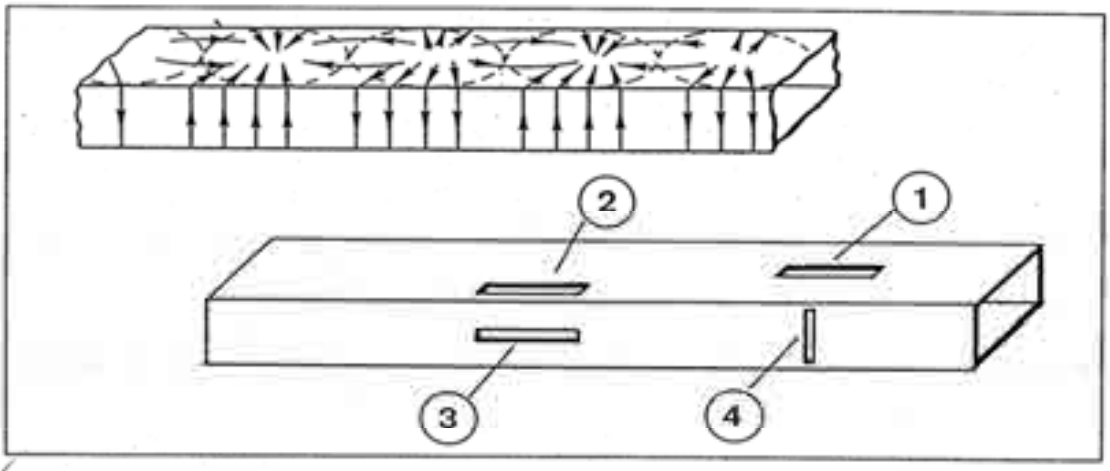


Fig. 2: Rectangular waveguide with slots carrying the fundamental mode
(1) symmetrical longitude slot on the broad side, non-radiating
(2) radiating slot on the broad side
(3) radiating slot on the narrow side
(4) non-radiating slot on the narrow side

www.myjozve.com

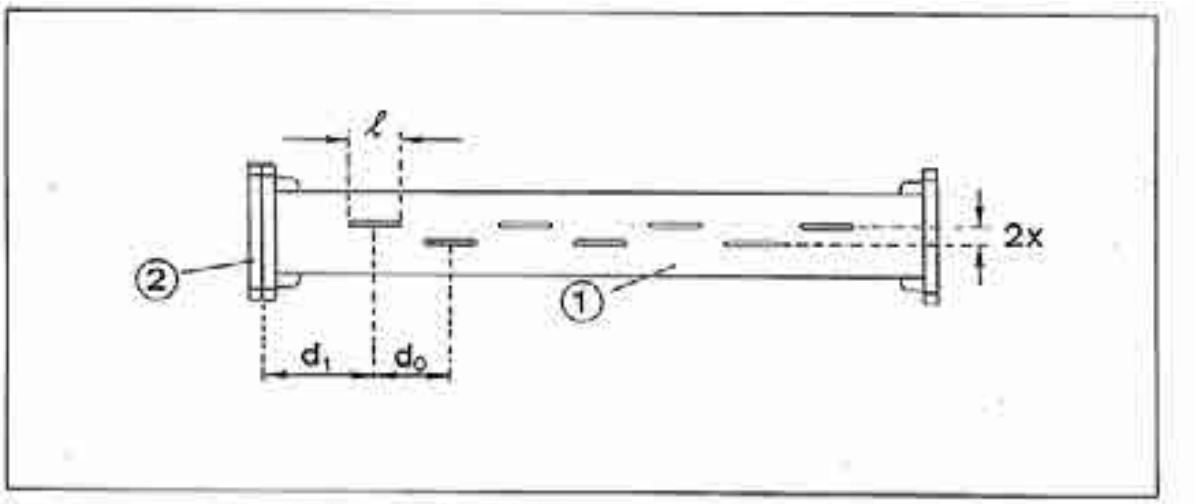


Fig. 3: Assembly of a slot antenna
(1) slotted waveguide (2) Short-circuit panel

***<u>طراحی:</u>***

۱. ابتدا فرکانس کار و $\lambda_G$ را انتخاب می‌کنیم که بدینوسیله فاصله بین المانها مشخص می‌گردد. مقدار مناسب $l, d_0$ را تعیین کنید.

۲. تعداد شکافها N بر اساس جهت دهی(directivity) انتخاب می‌گردد.

۳. با استفاده از این و شرط تطبیق امپدانس $\underline{Z_s}$ معلوم می‌گردد.

۴. مقدار x را تعیین کنید.

تغذیه را می‌توان با موج ایستا انجام داد که باعث همفاز تغذیه شدن شکافها می‌شود و یا با استفاده از موج رونده این کار را انجام داد. تغییردر فرکانس باعث تغییردر فاز تحریک شکافها می‌گردد که باعث چرخش پرتو می‌شود.

## آنتنهای آرایه ای صفحه ای

شکل و مدل یک آنتن مایکرواستریپ در شکل ۴ نشان داده شده است. مقادیر $R_R, \Delta l, E_{reff}$ و $Z_m$ را با استفاده از روابط تقریبی ارایه شده در مراجع بصورت گزارش ارایه دهید.

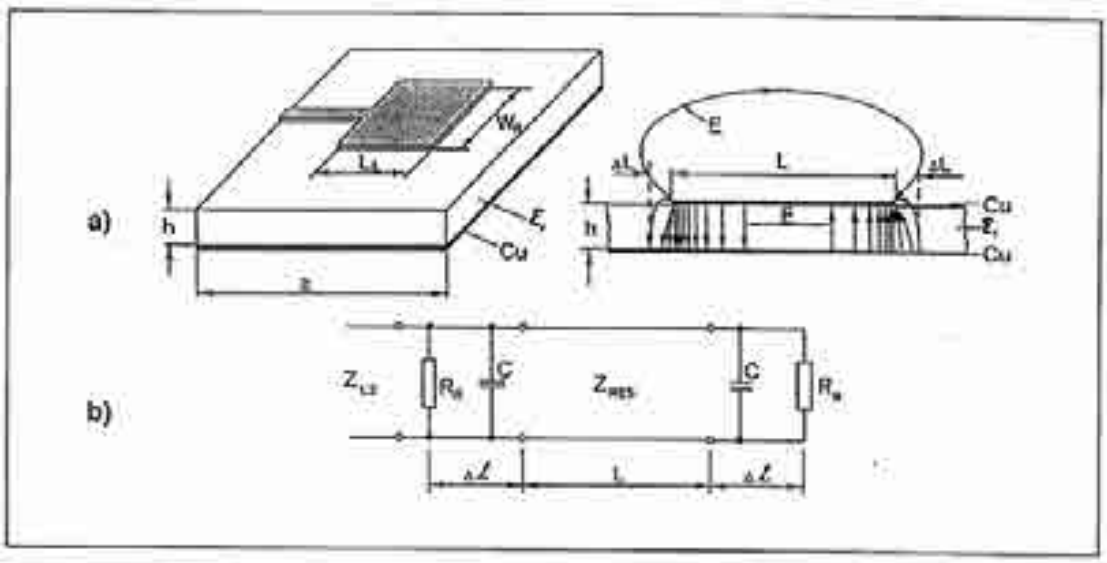


Fig. 4: Rectangular radiator with related field distribution (7a) and equivalent circuit diagram (7b)

## وسایل مورد نیازآزمایش:

| | | |
|---|---|---|
| ۱.Waveguide slot antenna | 737424 | (1) |
| ۲.Microstrip antenna | 737427 | (1) |
| ۳. Transition waveguide/coax | 737035 | (1) |
| ۴.Coax detector | 73703 | (1) |
| ۵.Moveable short | 73710 | (1) |
| ۶.Waveguide termination | 73714 | (1) |
| ۷.Supports for waveguide components | 73715 | (2) |
| ۸.Stand base MF | 30121 | (2) |
| ۹.Stand rod L=25cm, D=10mm | 30041 | (1) |
| ۱۰. BNC cable, L=1m | 50102 | (1) |
| ۱۱.roll of aluminium foil | | |
| ۱۲.Frequency meter | 73716 | (1) |

## آزمایش:

### ۱- پترن آنتن (slot) شکافی

۱-۱ ) up set آزمایش را نظیر شکل ۵ و۶ ببندید. (آنتن منبع، موجی با پلاریزاسیون عمودی ایجاد می‌کند!)

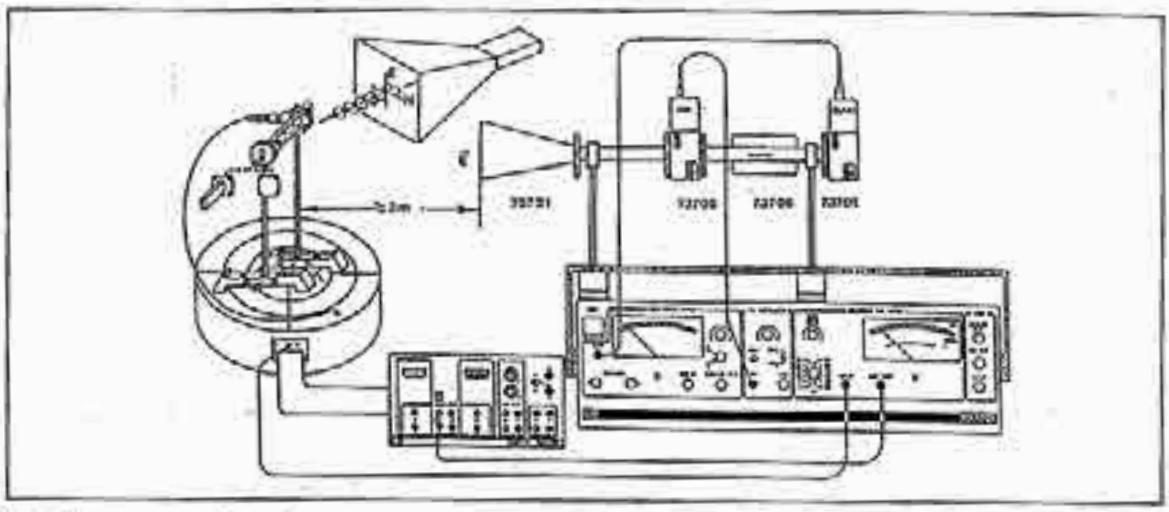

Fig. 5 : Experiment set-up. The polarization of the exciting field is positioned perpendicular to the longitudinal direction of the slots.

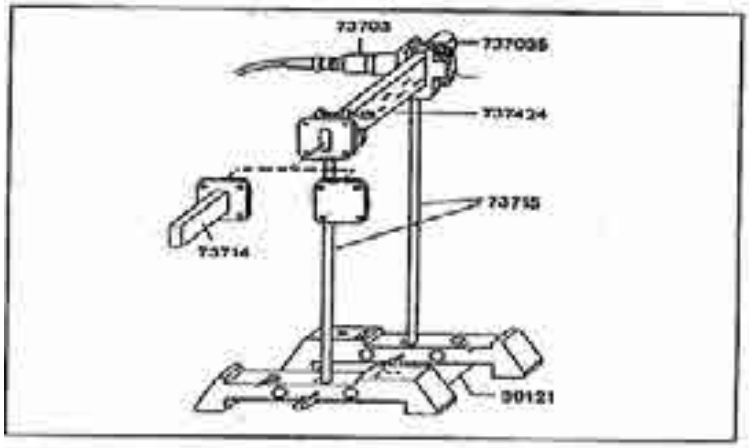


Fig. 6 : Assembly of the waveguide slot antenna for the measurement of the horizontal directional diagram

۱-۲) بررسی کنید آیا فاصله بین آنتن منبع و آنتن تست به اندازه فاصله میدان دوراست؟

۱-۳) پترن آنتن را در مختصات قطبی رسم کنید. با تغییر مود به مختصات کارتزین عرض پرتو را ثبت کنید. همچنین مقدارfront to back ratio را مشخص کنید.

۱-۴) پترن آنتن شکافی با N=5, N=3 را نیز رسم کنید و پارامترهای قطبی را بدست بیاورید(با استفاده از فویل آلومینیومی شکافها را مسدود کنید).

Table 1 ✓

| Primary radiator | 3 dB-width [°] vertical | 3 dB-width [°] horizontal | Side lobe - level [dB] | Front-to-back ratio absolute value 1/A (180°) | Front-to-back ratio [dB] -a (180°) |
|---|---|---|---|---|---|
| Slot antenna N = 7 | | | | | |
| Slot antenna N = 5 | | | | | |
| Slot antenna N = 3 | | | | | |

۲) آزمایش را برای حالتی که آنتن بصورت عمودی قرار دارد انجام دهید(شکل۷).

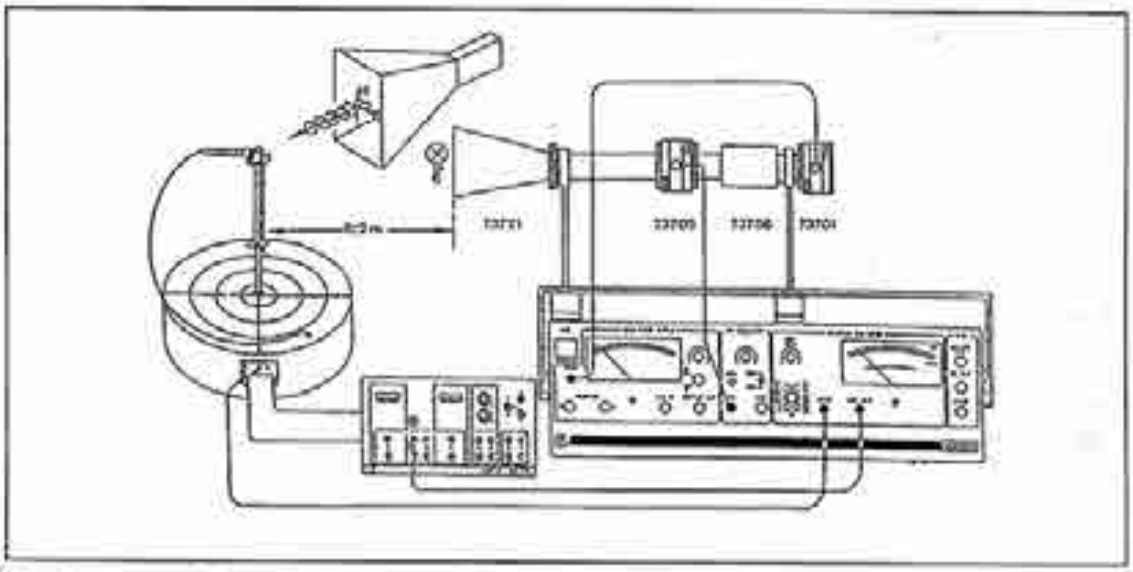

Fig. 7 : Experimental set-up for the recording of the vertical directional diagram

## ۳- *grating lobs*

۳-۱) از set up قبل اسیلاتور Gunn را به فرم قابل تنظیم (شکل ۸) تبدیل کنید. دیافراگم بین Gunn وایزولاتور را جدا کنیدو پترن را برای فرکانسهای زیر رسم کنید:

| | | | |
|---|---|---|---|
| محل اتصال کوتاه( mm ): | ۲۱,۷ | ۱۶,۳۰ | ۱۲,۵ |
| فرکانس Gunn (GHz) : | ۸,۹ | ۹,۹ | ۱۰,۹ |

۳-۲) صفحه اتصال کوتاه را از انتهای آنتن شکافی با یک جاذب جایگزین کنید و پترن را در فرکانسهای فوق ثبت کنید. درمورد دو حالت بحث کنید.

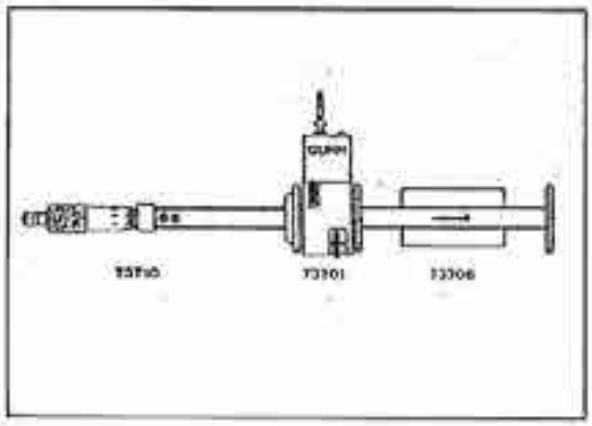


Fig. 8 : The mechanically tuneable Gunn oscillator

## ۴- آنتن *microstrip*

اسیلاتور Gunn را به حالت اولیه برگردانید. (با فرکانس ثابت 9.5GHz)
پترن H-Plane وE-Plane آرایه مایکرواستریپ را رسم کنید.