

## Sistemas Irradiantes - Laboratório

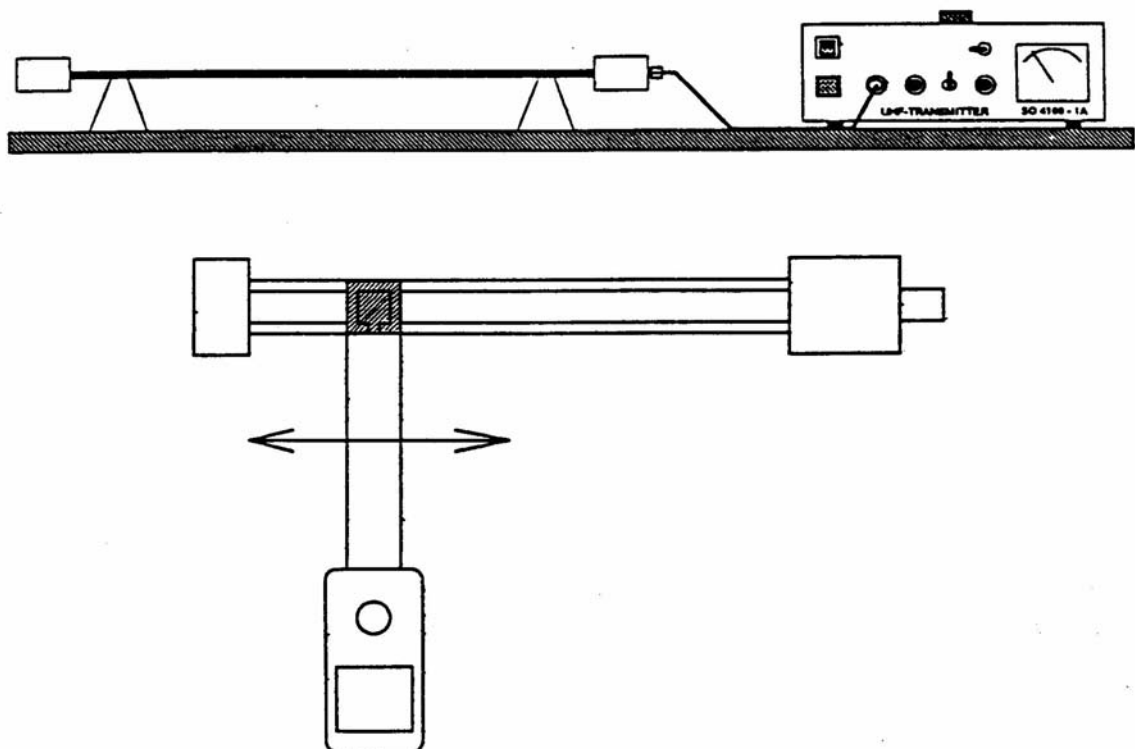
### Técnicas de Antenas - *Linhas Físicas*

#### Descrição da Montagem da Experiência - TAN 1

##### 1. Montagem dos Equipamentos:

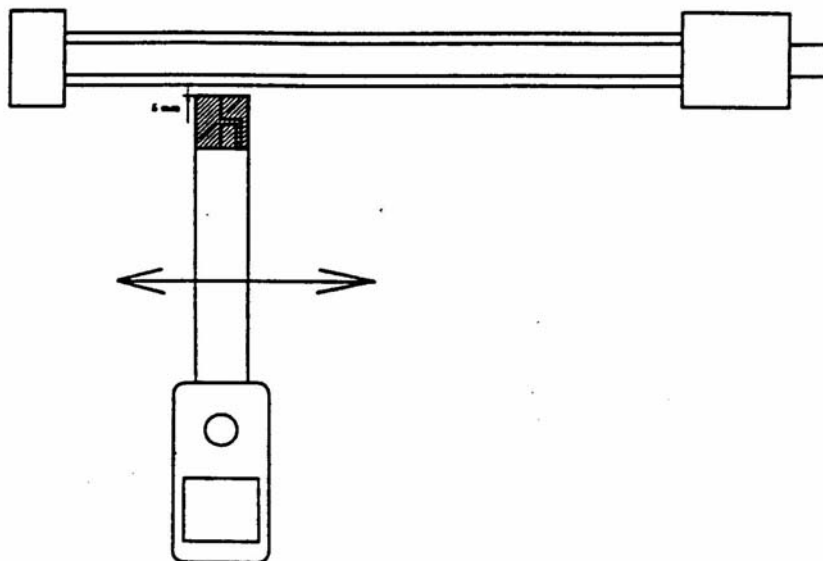
A mesa a ser utilizada, deve ser livre de partes metálicas. Se isto é impraticável, devemos ter a certeza que não haja metal acima ou abaixo da estrutura da mesa que possa atravessar o plano da linha física em teste. O transmissor SO 4100-1A, deve ser colocado ao lado da linha física (paralela), de forma que operando o transmissor, não haja perigo de tocarmos ou esbarrarmos na linha em teste.

Esquema 1



Para detectarmos a corrente máxima, movemos a “sonda” ao longo da linha física, a uma distância de aproximadamente 5 mm, acima ou abaixo da linha (esquema 1). Encontrar a corrente e nesta posição da “sonda”, ajustar a potência de saída do transmissor para uma deflexão máxima do medidor (1 mA).

Esquema 2



O mesmo se aplica quando usamos a “sonda de tensão” para detectarmos a tensão máxima, porém com a diferença que esta sonda é movida lateralmente ao longo de toda extensão da linha (esquema 2).

**Nota:** Para medições de melhor precisão (ambos casos) , as sondas devem ser seguras com a mão. Entretanto, quando medimos o VSWR (voltage standing wave ratio), devemos manter o dielétrico, de tal modo que a separação entre a sonda e linha física seja constante enquanto a sonda é movida ao longo de toda a extensão da linha.

Sempre que possível o controle de sensibilidade da sonda deverá ser calibrado (deflexão máxima e no sentido horário); uma vez calibrado para as medições, não haverá necessidade de se mudar a potência do transmissor após o seu ajuste inicial.

Notar também que a magnitude da variável em medição é dependente da separação entre a sonda e a linha.

Quanto mais próxima a “sonda” estiver da linha, mais precisos serão os resultados dos valores medidos e menor potência do transmissor será necessária.

**ATENÇÃO:** Nunca toque a linha física com a sonda de corrente ou tensão.

## 1. Experiências e exercícios propostos

Esta experiência habilitará a:

- 1.1 ... calcular os relacionamentos entre a corrente e tensão nas linhas;
- 1.2 ... interpretar o termo “impedância característica” e determinar o seu valor;
- 1.3 ... calcular e medir, o comprimento de onda eletromagnética na linha;
- 1.4 ... contabilizar os efeitos dieléticos na linha;
- 1.5 ... explicar a existência de reflexões de ondas na linha e o resultado destas reflexões, medir a razão de onda estacionária (SWR);
- 1.6 ... definir o termo VSWR (voltage standing wave ratio) e determinar seu valor através de medições;
- 1.7 ... medir o grau de casamento de várias terminações, tais como: curto-circuito, circuito aberto, resistor casado e qualquer rede de resistência complexa;
- 1.8 ... medir a distribuição da corrente e tensão ao longo da linha física de transmissão simulada.

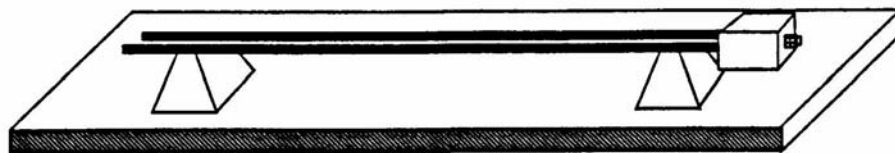
## 2. Diagramas dos equipamentos usados

### 2.1 Transmissor com recursos para indicação das tensões direta e refletida.

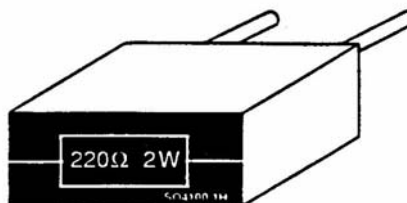


$f = 434 \text{ MHz}$

### 2.2 Linha Física (de testes) com apoio e elemento simétrico (balanceado)



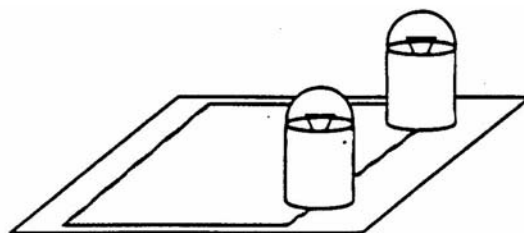
### 2.3 Resistor de terminação de 220 ohms.



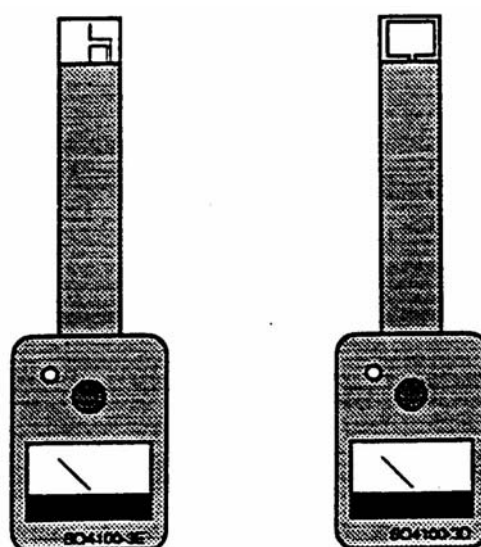
### 2.4 Dispositivo para curto circuito



## 2.5 Lâmpada indicadora



## 2.6 Sondas manuais para medição de corrente e tensão



## 2.7 Instrumentos e componentes

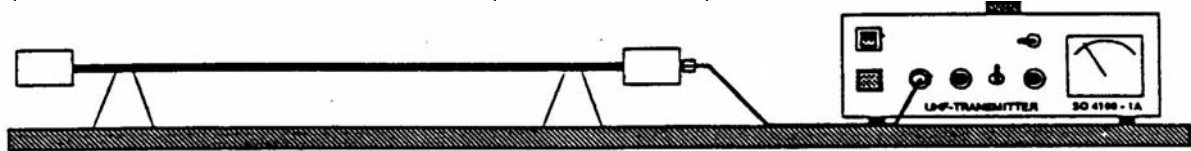
- um transmissor de UHF (SO 4100-1A)
- uma linha física de testes (SO 4100-1C)
- dois dispositivos para curto-circuitar (SO 4100-1D)
- uma lâmpada indicadora
- um elemento casador (linha/cabo coaxial - SO 4100-1F)
- um resistor casador (SO 4100-1G)
- um resistor casador (SO 4100-1H)
- um resistor casador (SO 4100-1J)
- uma de barra de alinhamento (SO 4100-1L)
- uma sonda manual para indicação de corrente (SO 4100-3D)
- uma sonda manual para indicação de tensão (SO 4100-3E)
- um cabo de teste, BNC/BNC (LM 9034)

## 5. Experiência/Exercício

### 5.1 Montando os componentes

impedância de 220 ohms

dispositivo casador de impedância



*Gerador conectado a linha de Lecher*

Para desenvolver a experiência, a linha física é conectada ao gerador através de um elemento casador da linha de Lecher o cabo coaxial de 50 ohms.

A potência de saída do gerador, a tensão direta  $U_F$  e tensão refletida  $U_R$ , podem ser medidas no medidor do gerador (vide notas do transmissor).

### 5.2 Execução das medidas

#### 5.2.1 Examinando a onda direta, quando a linha está casada

De suas dimensões, determina se a impedância característica da linha. Conectar o resistor de carga/terminação casada de 220 ohms no fim da linha física.

Aplicar uma potência direta de aproximadamente 1 watt (30 dBm) na linha.

Com a sonda manual detectar a tensão e corrente distribuída ao longo da linha e esboçar a distribuição em relação ao comprimento da linha, na planilha de trabalho\_1.

Verificar a magnitude da tensão refletida,  $u_r$

Determinar o fator de reflexão,  $r$  quando a linha é casada:

$$r = \frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}$$

Qual é o valor do VSWR?

Com essa disposição dos componentes, por quê o fator de reflexão não é igual a zero ?

### 5.2.2 Medições com a linha em aberto

Reduzir a potência de saída do transmissor para 0,5 W (27 dBm).

Com a sonda de tensão, detectar a distribuição de tensão ao longo da linha e esboçar a distribuição na planilha de trabalho 2.

Calcule o fator de reflexão.

Qual é o VSWR?

Qual é o relacionamento entre a separação de duas tensões consecutivas e o comprimento de onda?

Qual a diferença entre a tensão máxima e mínima?

### 5.2.3 Medições com a linha em “curto”

Repetir todas as medições como em 5.2.2, com a linha em “curto”.

Quais diferenças na distribuição de tensão podem ser estabelecidas, quando comparadas com as da linha em aberto?

Das medições realizadas, pode a frequência do gerador ser calculada?

### 5.2.4 Linha física terminada com uma carga qualquer

Terminando então com um resistor de 200 ohms (a fio) o qual possui um grande componente indutivo.

Determinar o seguinte:

- a tensão distribuída ao longo da linha;
- o coeficiente de reflexão,  $r$ ;
- o VSWR produzido pela carga;
- Que potência ativa é consumida pelo resistor de terminação, comparada com uma terminação casada?

5. Experiência (planilha de trabalho 1 - ref. 5.2.1)

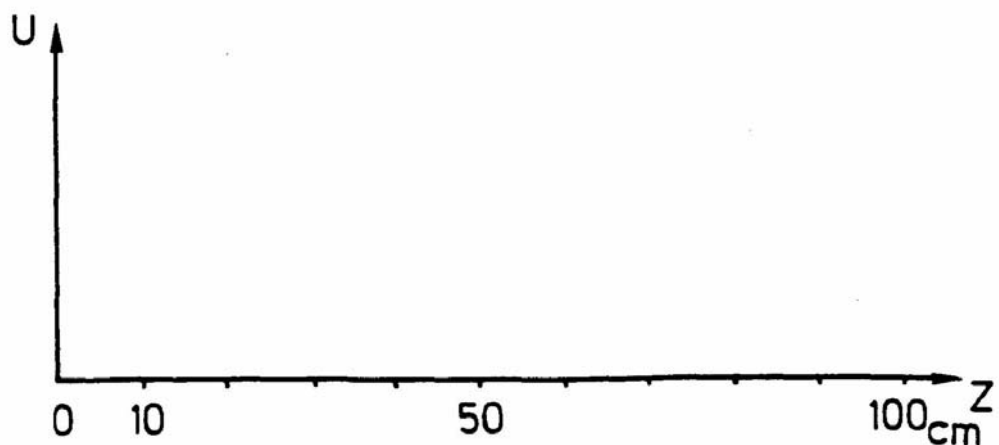
Pesquisando a onda direta, quando a linha esta casada

$$Z_L = 120 \operatorname{arcosh} \frac{D}{d}$$

$$D = \quad \text{mm}$$

$$d = \quad \text{mm}$$

$$Z_L = \quad \Omega$$



Distribuição de corrente e tensão ao longo de uma linha física casada.

$$\text{VSWR} = \frac{1+r}{1-r}$$

$$r = \quad \% \quad \quad \quad \text{VSWR} =$$

Medições com a linha física em .....



Valores obtidos com a sonda de tensão:

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50

52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76

78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102

Valores obtidos com a sonda de corrente:

0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24

26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50

52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76

78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102

Obs: Reproduzir esta folha de registro de dados quantas vezes forem necessárias.

## Planilha de trabalho 2

Explicação:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

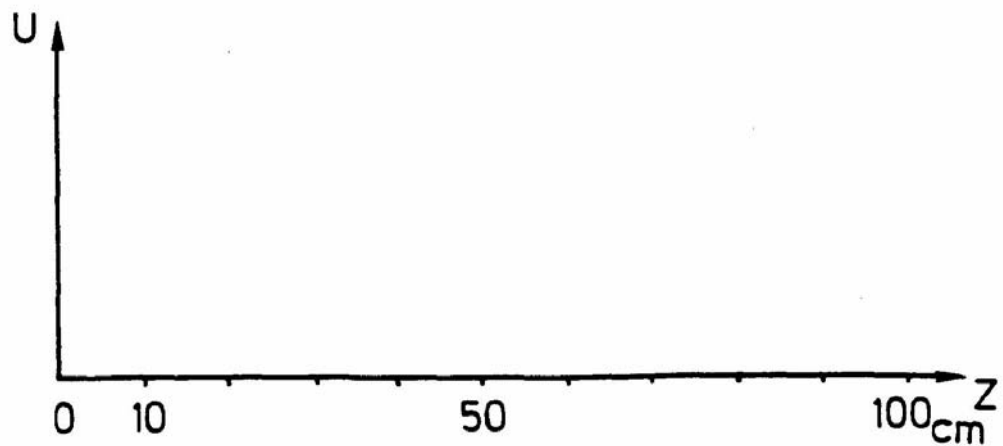
.....

.....

.....

Para o item 5.2.2

Medições com a linha física aberta



Distribuição da corrente e tensão em uma linha física aberta

## Planilha de Trabalho 3

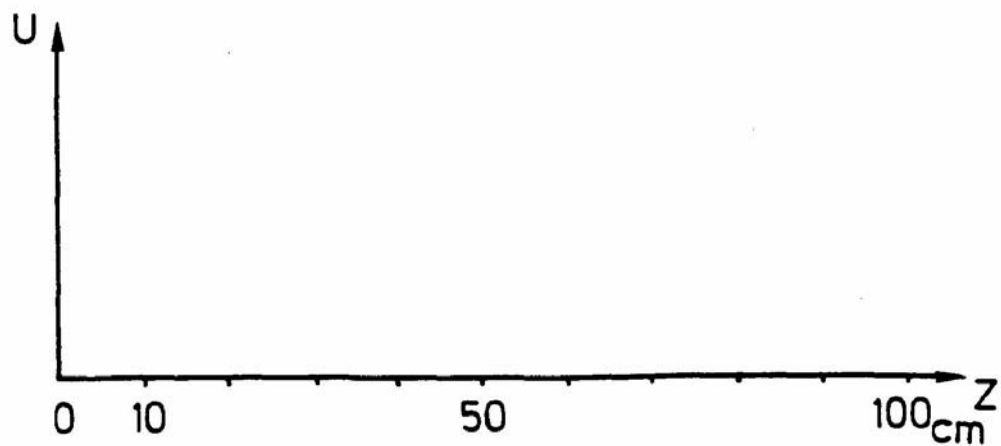
$r =$                       %                      VSWR =

$Z_{\min-\min} =$                       cm =

$Z_{\max-\max} =$                       cm =

Para o item 5.2.3

Medições com a linha física em "curto"



Distribuição da corrente e tensão em uma linha física em "curto"

$r =$                       %                      VSWR =

Diferenças:

.....  
.....

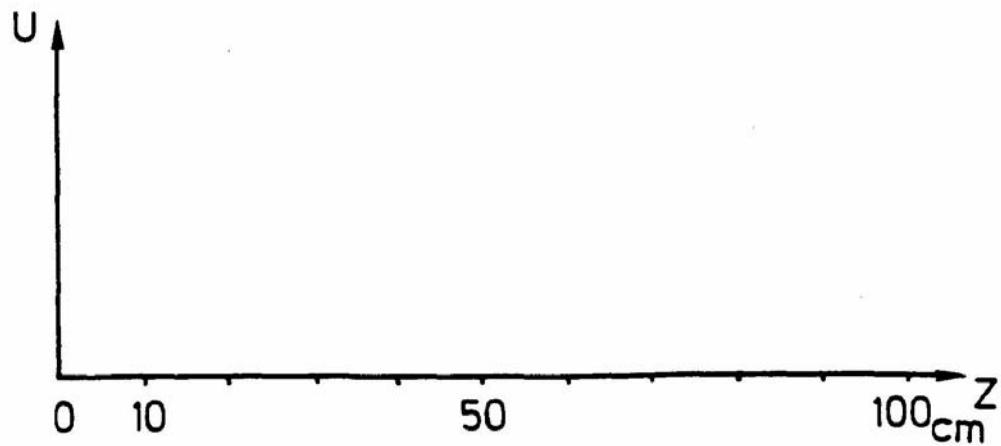
Planilha de Trabalho 4

Gerador de frequência:

f =                      =                      MHz

Para o item 5.2.4

Medições com a linha física com terminada com qualquer carga



Distribuição da corrente e tensão em uma linha física com qualquer terminação

r =                      %                      VSWR =

$$u_r = r \cdot u_f \qquad p_r = r^2 \cdot p_{out}$$

$$p_{load} = p_{out} - p_r = p_{out} (1 - r^2)$$

$$p_{load} = \dots\dots\dots \text{mW}$$