

### Теоритична част

Дециметровите електромагнитни вълни удобно се изследват при разпространението им по двупроводна линия, образувана от успоредни проводници с дължина  $l > \lambda$ , където  $\lambda$  е дължината на вълните. До началото на линията е разположена антена А на генератор Г на електромагнитни трептения, който ги индуцира на това място в линията. От там електромагнитните трептения се разпространяват към края на линията, където има товарно съпротивление  $Z_T$ . Когато електромагнитните вълни стигнат края на линията, те може изцяло да се погълнат от товарното съпротивление или да се отразят от него напълно или частично. Взаимодействието на вълните със  $Z_T$  се определя от неговия вид и от характерното за линията вълново съпротивление  $Z_w$

. Разглежданата двупроводна линия има активно вълново съпротивление, където  $L$  и  $C$  са капацитетът и индуктивността и на единица дължина, а  $a$  и  $b$  са размерите на линията (съответно диаметър на проводника и разстояние между проводниците). Линията изобщо може да работи в следните режими:

1. в режим на бягащи вълни при  $Z_T = R_w$
2. в режим на стоящи вълни при  $Z_T = 0$ , при  $Z_T = \infty$  или при чисто реактивно  $Z_T$
3. в смесен режим при останалите случаи за  $Z_T$

При режим на бягащи вълни електромагнитните вълни се разпространяват само в посока от началото на линията към нейния край, където изцяло се поглъщат в  $Z_T = R_w$ . Бягащите електромагнитни вълни са свързани с разпространяващи се по линията бързи изменения на тока  $I$  и напрежението  $U$ , на които само осредненият ефект може да се измери с обикновени средства. По-интересни картини се наблюдават при режим на стоящи вълни, когато от интерферирането на срещуположно разпространяващите се падащи и отразени вълни се получава независимо от времето, неравномерно пространствено изменение на тока  $I$  и напрежението  $U$ . Ако разгледаме двупроводна линия с  $Z_w$

$Z_T = 0$  стоящите вълни ще имат връх на тока и възел на напрежението в края на линията. На разстояние  $\lambda/4$  от края на линията обаче фазовото съотношение между интерфериращите падащи и отразени вълни става обратното, поради което тук токът има възел, а напрежението връх. При дължина на линията генераторът я възбужда най-добре. Казваме, че линията е в резонанс с генератора. При  $Z_T$

$Z_T = \infty$  измененията на тока и напрежението са обратни на предишните, поради което линията е в резонанс с генератора при  $Z_T = \infty$ . При смесен режим амплитудите на върховете

на стоящите вълни намаляват, а във възелите им остават забележими осреднени ефекти и на еднопосочно разпространяващите се бягащи вълни.

Описаните картини на стоящи и бягащи вълни могат да се наблюдават посредством индикатор на високочестотните токове или напрежения, когато той се движи край двупроводната линия. На фиг.1 са показани антени, с които определя наличието на ток и съответна на напрежение по интензитета на светенето на лампичка с нажежаема жичка. Затвореният правоъгълен контур на антената за ток на фиг.1а има дължина около  $\lambda/4$ , а дължината на антената за напрежение фиг.1б е около  $\lambda/8$ .

Ако разстоянията между два възела е  $d$  и между тях има  $m$  на брой върха, дължината на вълната се определя по формулата . Електромагнитните вълни се разпространяват по двупроводната линия със скорост , където  $\epsilon$  и  $\mu$  са електричната и съответната магнитна проницаемост на средата. Магнитните проницаемости на въздуха и на водата сса почти еднакви с магнитната проницаемост на вакуума, от където следва, че относителната електрична проницаемост на водата може да се определи по формулата , където  $\epsilon_1$  и  $\epsilon_2$  са дължините на вълната съответно във въздух и във вода. Относителната неточност на  $\epsilon$  и се намира по формулата .

При измерена с индикатор на ток дължина на вълните  $\lambda_1$  и измерена с идикатор на напрежение дължина на вълните  $\lambda_2$ , неточността на средноаритметичното е

, където  $\epsilon$  и  $\mu$

$S$  и  $m$  е означен съответно броя на върховете между засечените възли, а неточностите  $\delta\lambda_1$  и  $\delta\lambda_2$  на измерените разстояния се оценяват от измерващия. При еднократно измерена дължина  $\lambda_2$  на вълните във вода аналогичната формула е:

Резултатът за относителната електрична проницаемост  $\epsilon_r$  на водата се записва с доверителен интервал по двата начина.

