1.目的

　二端子対回路の入出力伝達特性を測定し、挿入損、低域・高域フィルタ特性等、二端子対回路の各種動作特性を理解する。

2.理論

2-1

　二端子対回路の内容は二端子回路の組み合わせである。電気回路ではいわゆる端子特性というものを強調する。二端子対回路の場合、回路変数は、電圧、V1、V2、電流、I1、I2であって、これらの間の関係が二端子対回路の特性によって定まる。例えば、一つの表わし方は、



図１　二端子対回路

　　　　　　　　(1)

等がこのパラメータである。

　　　　　　　　　　(2)

の様な表わし方もある。可逆回路ではであり、独立のパラメータは三つとなる。さらに対称な回路では独立のパラメータは二つとなる。二端子対回路の周波数特性とは、これらのパラメータ及びその他の回路網関数の周波数特性のことである。



図２　定K型低域ろ波器

図２はいわゆる定K型低域ろ波器として用いる二端子対回路である。この回路は可逆対称であるから、特性は二つのパラメータで完全に表わし得る。例えば、インピーダンスパラメータを使えば、の二つが分かればよい。

　この様な回路は通常、電源と負荷の間に挿入して使うものであり、又いくつかの回路を従属につないで使うので、実際は、解析に便利な映像パラメータ、動作パラメータ等がもちいられ、夫々の理論が発展している、

　図２のような回路は出力端を解放として用いれば単なる共振回路であって二端子対回路の特性を示す。負荷抵抗Rを用いて始めて、共振現象をおさえ、低周波を通し、高周波を通さないという低域ろ波器の特性を示す。

　図２の様な回路について実際に測定する量は次に述べる挿入損である。これについて簡単に説明する。図２の場合、電源と負荷を直接つなげれば、負荷抵抗中の電流は、

　　　　　　　　　　(3)

ここで、二端子対回路を挿入したときの電流をとすれば、を基準として

　[dB] (4)

で、挿入損を定義する（dBは減衰を表わす単位）。そのものは挿入比である。図３は定K型低域ろ波器の半区間と称するものであるが、

　　　　　　　　　　　　　 (5)

を計算するには次のようにする（これは電子回路計算の常套手段）。

まず、を1アンペアと仮定すると

=

=

=

=

=

従って、

域は

　　　　　　　　　　　　(6)

の比は容易に求められ、実際に観測し得る周波数に対する応答は、とおけばよい。は伝達インピーダンスである。二端子対回路研究は伝達インピーダンスの研究と考えてもよい。伝達インピーダンスのみを考えると、図３の様な二端子対回路（非対称）が三つの独立なパラメータによって特徴づけられるという点がはっきりしないが、この場合はで、端子対への伝達インピーダンスは異なり、又、この際の伝達インピーダンスは電源及び負荷のインピーダンスを考えて計算しているから、は二端子対回路のみの性質とは考えられない。

　域は電源及び負荷インピーダンス（この場合は両者が等しい）を条件として与えた場合の伝達インピーダンスを考えると、結局、三つのパラメータが与えられているものとも考えられる。

　詳しいことは省略するが、要するに二端子回路の理論は駆動点インピーダンスに関する理論であり、二端子対回路の理論は伝達インピーダンスに関する理論であることを説明したにすぎない。実験で求めるのは二端子対回路の挿入比、或は挿入損の周波数特性である。



図３

2-2抵抗減衰気について

二端子対回路の実験に使用する抵抗減衰器は、周波数が変化しても減衰する割合が一定になるように、抵抗素子だけで構成される。

図４抵抗減衰器

　抵抗減衰器の2対の端子対のうちどちらかを入力端子にしても良いように、可逆な対称回路網（例えばパラメータ）として構成されている。さらに、減衰量を変えても端子対、端子対から見たインピーダンスが変わらないように工夫してある。（常に入出力端子でインピーダンス整合がとれている。）抵抗減衰器は、対称二端子対回路であって電圧比と電流比が等しいことから、減衰定数αは

　[dB] (7)

となる。

2-3　インピーダンス整合について

　直流回路で、負荷抵抗Rに最大電力を供給するための条件はR=r（電流の内部抵抗）である。交流回路では、負荷インピーダンスZはもっとも有効におこなわれる。

　このように、電力伝送を有効に行うため、回路網の接続点で左右を見たインピーダンスを調節することをインピーダンス整合という。

3.実験

3-1実験手順

1. 図５の測定回路において、抵抗減衰器[dB]を測定する。抵抗減衰器の入力を150mV一定として、周波数を変化させて出力電圧を読む。

測定周波数範囲100Hz~8000Hz

1. 低域フィルタの測定を（１）と同様の方法で行う。測定周波数範囲100Hz~20kHz

3-2測定回路



図５

4結果

実験１、実験２の各周波数と減衰比αの関係を以下の図に示した。

考察

実験(1)における減衰量αの理論値は(8)式により示される。

 (8)

この式を用いてだした理論値を結果のグラフにプロットした。

αの値は実験値と理論値が完全に一致した。

２．

実験(2)における減衰量αの理論値は式(10)により示される。また、遮断周波数の理論値は式(11)により示される。

 (9)

　　　　　　　　(10)

遮断周波数は共振状態を考えて、式(9)において虚数部=0として(、は二端子対回路の入力端から見た入力インピーダンス)



　　　　　　　　　　　　　　　　　　　(11)

今回の実験ではL=0.06[H]、C=なので(11)式から導いた=3249となる。また、低域フィルタの特性曲線から3dB減衰する点はグラフから=3250と読み取れた。

3. 、を入出力電圧比とを用いて表わす式を導出する。なお、式の導出には(2)式,,を用いる。

　　　　　　　　　　　(12)

これを(8)式に代入して、



を得る。これを整理し



これを(13)式に代入



よって示された。

4結論

本実験の結果から判断すると二端子対回路の周波数特性は、理論値と実験値の値が非常に良く一致することが分かった。