

電気電子工学I

石原尚

機械工学専攻 講師 (アンドロイド工学)

5/20, 27, 6/3, 10, 17の5回で交流回路を学びます

- 2 交流回路
 - 2.1 正弦波電圧・電流
 - 2.2 正弦波電圧・電流の複素数表示
 - 2.3 交流回路の複素数領域における解析法
 - 2.4 簡単な回路の正弦波定常解析
 - 2.5 複素インピーダンスと複素アドミタンス
 - 2.6 フェーザ図
 - 2.7 共振回路
 - 2.8 交流回路における電力
 - 3 回路の諸定理
 - 3.1 回路の基本的性質
 - 3.2 重ね合わせの理
 - 3.3 テブナン等価回路とノートン等価回路
 - 3.6 **ブリッジ回路**
 - 3.7 **整合**
 - 3.8 **電力と重ね合わせの理**
- 交流回路解析に必要な基礎知識 (5/20)
- 直流回路解析と類似した交流回路の基礎解析 (5/27)
- 交流回路ならではの特性の解析 (6/3)
- 交流回路の解析を簡単にする定理 (6/10)
- 定理の応用例 (6/17)**

前回学んでももらったこと

- ① これまでに扱ってきた交流回路の性質と解析法のおさらい。
電圧・電流の振動状態を複素数領域で計算後、時間領域に戻す
- ② 複数の電源がある場合の解析はどうすればよいか。
電源毎にわけて解析してもよいという「重ね合わせの理」を活用する。
 - (1) 各電源毎に、他の電圧源を短絡除去・電流源を開放除去して解析
 - (2) 各素子ごとに電圧あるいは電流を「時間領域で加算」する
- ③ 複数の電源や素子を含む回路はどこまで単純に置き換えられるか。
直流回路と同様に、テブナン等価回路（電圧源と複素インピーダンス素子の直列回路）にもノートン等価回路（電流源と複素アドミタンス素子の並列回路）にも、好きな方に置き換えられる

本日学ぶこと

- ① 重ね合わせの理を用いた解析において電力の計算はどうか。
- ② テブナン（ノートン）等価回路への置き換えの計算
- ③ ブリッジ回路とはどんな回路か。なぜ便利なのか。
- ④ 整合とはどのような状態か。なぜその状態が望ましいのか。

重ね合わせの理の
練習をします

等価回路の計算の
練習をします

交流回路の応用例
の紹介です

交流回路を使いこな
す手法の紹介です

※講義中に練習問題を実施しますので、筆記用具と紙の準備をお願いします

重ね合わせの理を利用した解析のステップ

電力も複素領域で計算
しておくことが必須

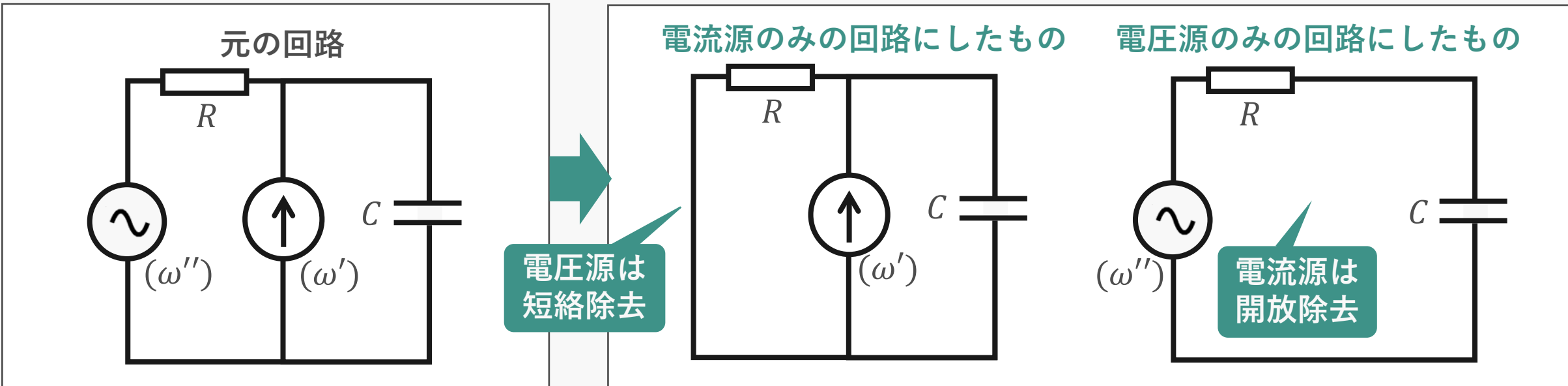
- Step① 電源毎に他電圧源・電流源を短絡・開放除去
- Step② 上記の各回路で電圧/電流/電力を解析
- Step③ 各部の電圧/電流/電力を「時間領域で」合算

重ね合わせの理を利用した解析のステップ

直流の重ね合わせの理と同じ

- Step① 電源毎に他電圧源・電流源を短絡・開放除去
- Step② 上記の各回路で電圧/電流/電力を解析
- Step③ 各部の電圧/電流/電力を「時間領域で」合算

Step①の例



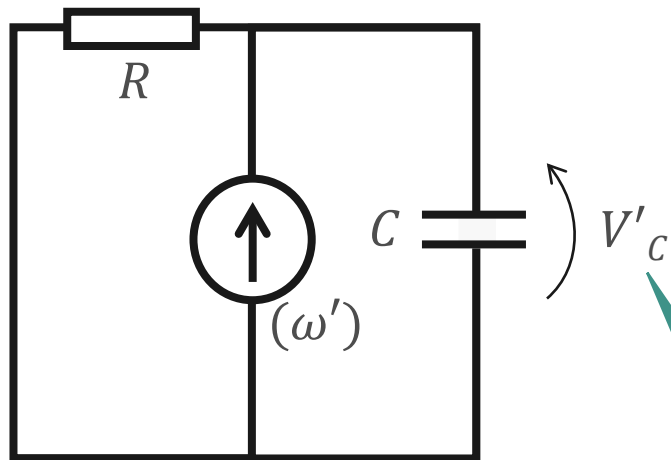
重ね合わせの理を利用した解析のステップ

- Step① 電源毎に他電圧源・電流源を短絡・開放除く
- Step② 上記の各回路で電圧/電流/電力を解析
- Step③ 各部の電圧/電流/電力を「時間領域で」合算

これまでに習ってきた方法で解析

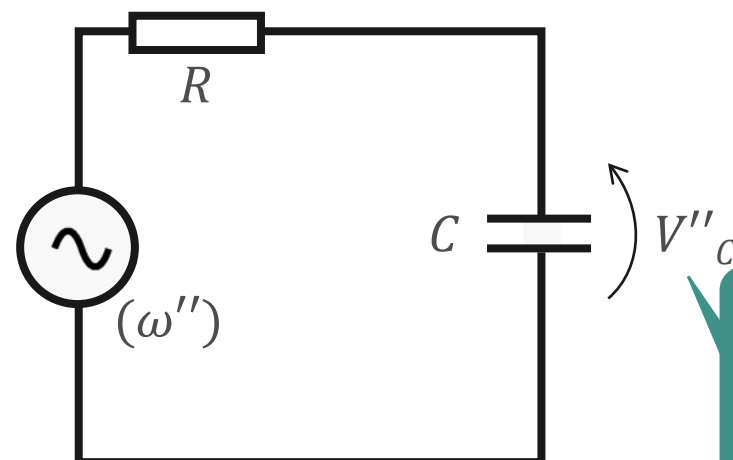
Step②の例

電流源のみの回路にしたもの



この電圧・電流で電力を計算

電圧源のみの回路にしたもの



この電圧・電流で電力を計算

重ね合わせの理を利用した解析のステップ

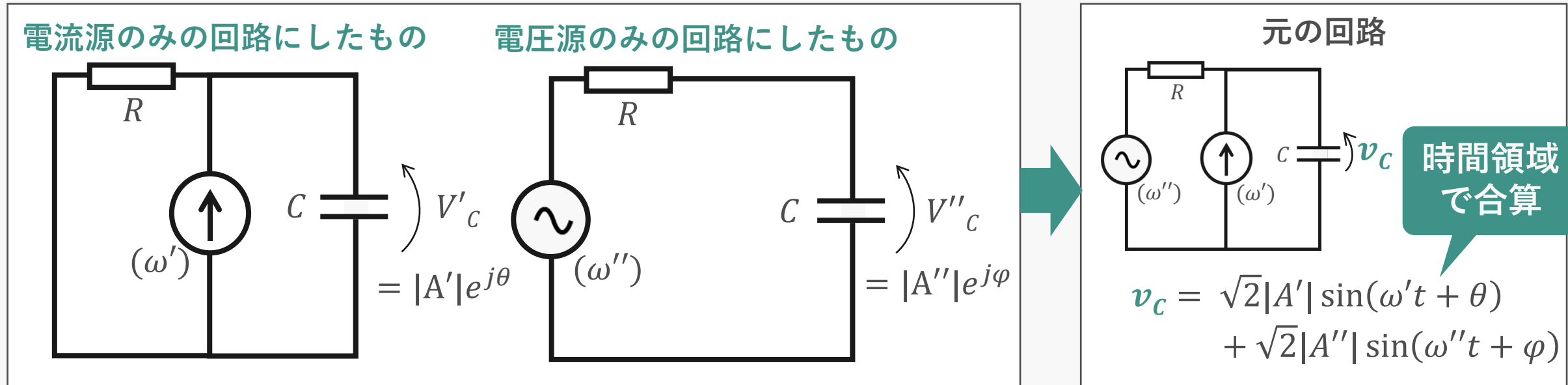
Step① 電源毎に他電圧源・電流源を短

Step② 上記の各回路で電圧/電流/電力を解析

Step③ 各部の電圧/電流/電力を「時間領域で」合算

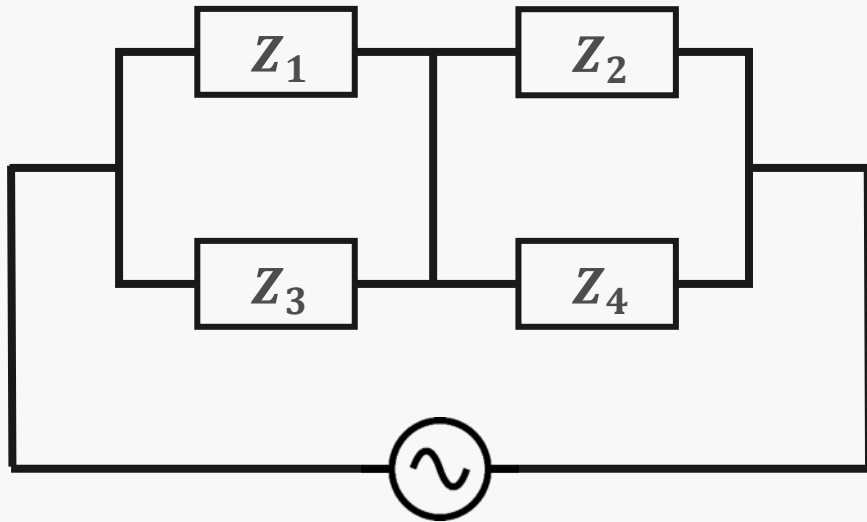
周波数が違う場合
複素数領域では合算不可

Step③の例

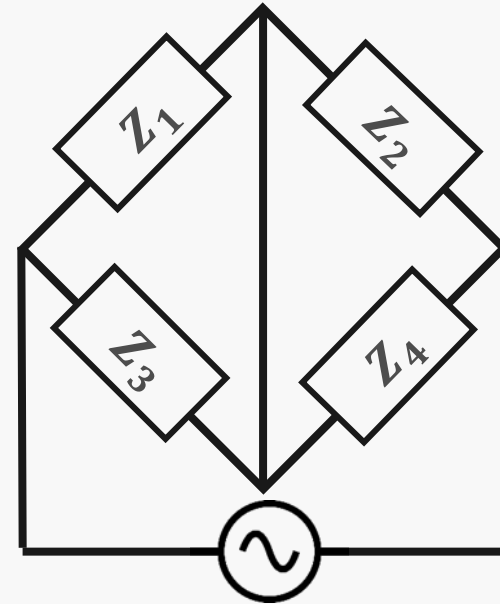


知識

4つの複素インピーダンス素子が互いに橋渡しされるように結合された回路のことをブリッジ回路と呼ぶ

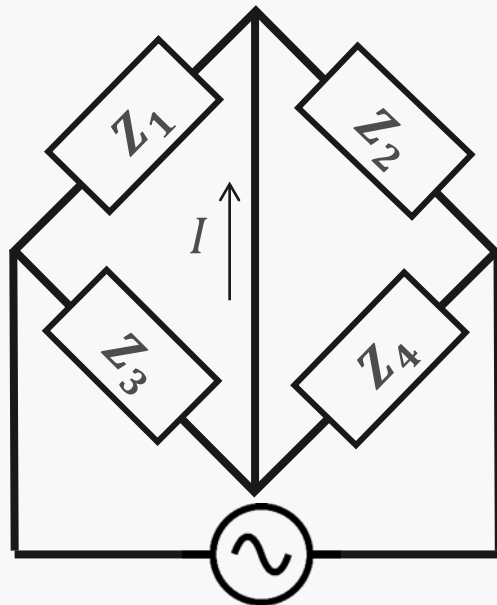


⇔
同じ意味



知識

各複素インピーダンスあるいは電源の周波数を変えると、中央の橋部分の電圧・電流が0になる場合があり、これを「ブリッジ回路の平衡」と呼ぶ。



なぜブリッジ回路の平衡は重要なのか

「ブリッジ回路の平衡」を利用すれば，未知の回路の複素インピーダンスを調べることができる。

平衡状態となるのは，

$\frac{Z_2 E}{Z_1 + Z_2} = \frac{Z_4 E}{Z_3 + Z_4}$ が成立するとき，
すなわち， $Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$ のときである。

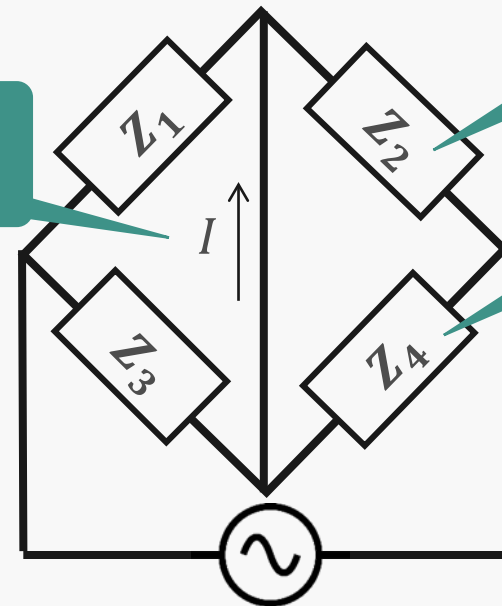
平衡条件

電流計などで測る

対角の積が等しい

例えばここに未知の回路を挟んで調べる

Z_2 以外は複素インピーダンスを調整できるように設計する



なので，平衡状態になったときに
4つのインピーダンスのうち3つが
既知であれば，残り1つは計算で求まる。

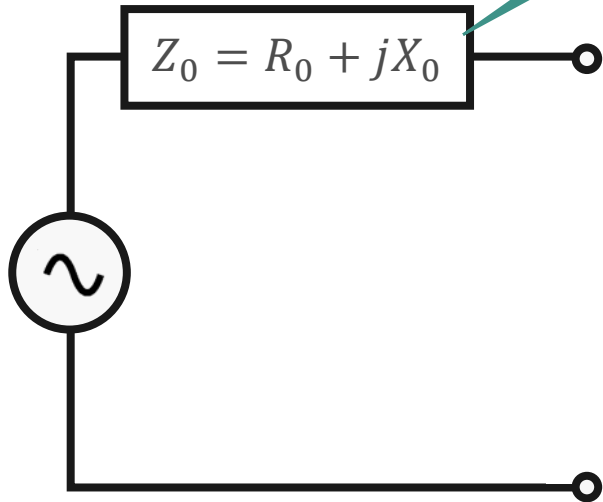
定義と知識

モータやスピーカなど、電力を消費して仕事をする回路を負荷と呼ぶ

虚部の正負のみ逆

電源側と負荷側の複素インピーダンスが互いに共役になっているとき、「電源側に負荷が整合している」といい、このとき負荷側で得られる電力が最大になる。

様々な素子から構成される電源回路のテブナン等価

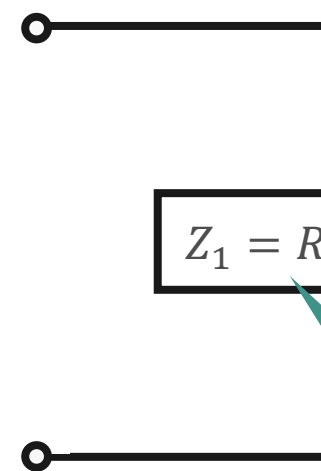


内部インピーダンスと呼ばれ、現実の電源には必ず存在

負荷に電源を与えて利用する



様々な素子から構成される負荷の複素インピーダンス



できるだけ多くの電力を取り出したい

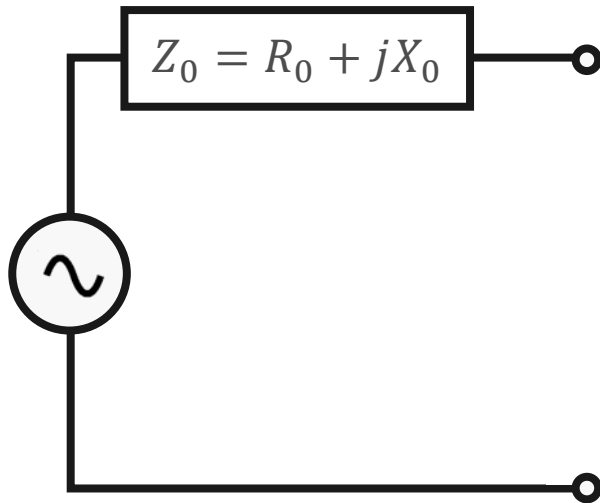
Z_0の共役になるように設計すればよい!

位相差が φ のとき $|V||I| \cos \varphi$
になることを習いました

おさらい

交流回路では、電圧と電流の位相差に応じた電力の損失が発生する＝同相にすることができれば最大電力を取り出せる

様々な素子から構成される電源装置
のテブナン等価

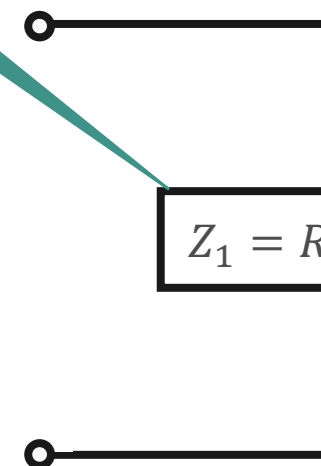


Z_0 の共役になっていれ
ば、回路全体の複素イン
ピーダンスの虚部が
0になる

負荷に電源を与えて
利用する



様々な素子から構成される
負荷の複素インピーダンス



回路全体の複素イン
ピーダンスの虚部が
0なら、電圧と電流
は同相になる！

本日学んだこと

- ① **重ね合わせの理を用いた解析において電力の計算はどうか**
角周波数の異なる回路毎に電力を計算してから合計する
- ② **等価回路の計算法**
端子対に注目するところがポイント
- ③ **ブリッジ回路とはどんな回路か. なぜ便利なのか**
4つの複素インピーダンス素子が互いに橋渡しになるように連結された回路
未知の回路の複素インピーダンスを調べるのに使えるから
- ④ **整合とはどのような状態か. なぜその状態が望ましいのか**
電源側と負荷側の複素インピーダンスが互いに共役になった状態
負荷側で取り出せる電力が最大になるから