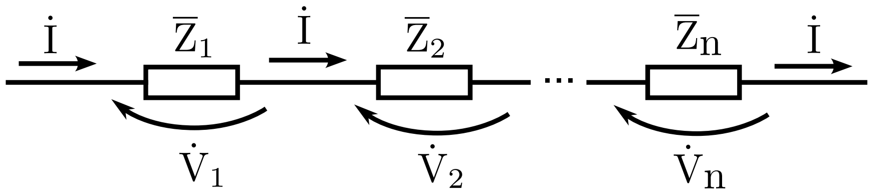
Aula-pea3392-210823

Milana Lima dos Santos, PEA/EPUSP

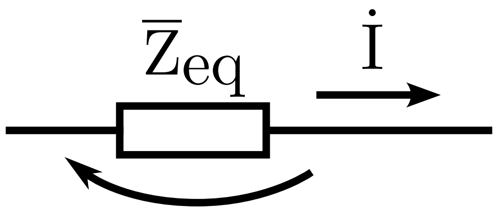
2023-08-20

Associação série e paralelo de impedâncias

Série



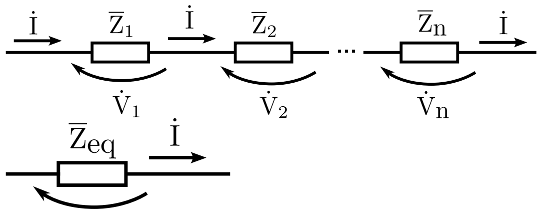
Associação série de impedâncias



$$\dot{V}_{eq} = \dot{V}_1 + \dot{V}_2 + \cdots + \dot{V}_n$$

Impedância equivalente

Série, cont.



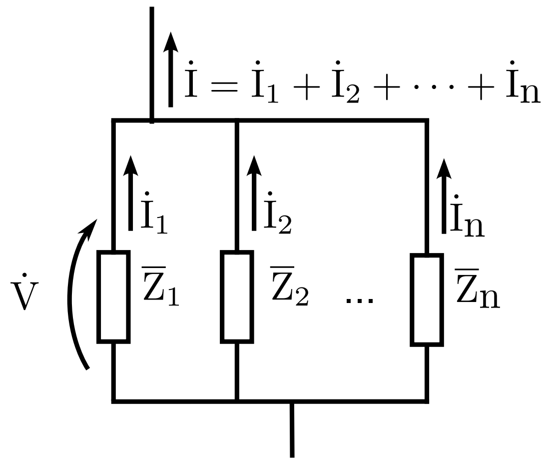
$\dot{V}_{eq} = \dot{V}_1 + \dot{V}_2 + \cdots + \dot{V}_n$

$$\overline{Z}_{eq} = \frac{\dot{V}_{eq}}{\dot{I}} = \frac{\dot{V}_1 + \dot{V}_2 + \cdots + \dot{V}_n}{\dot{I}}$$

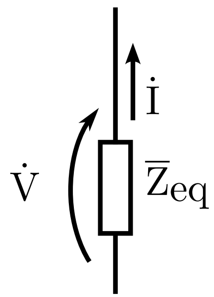
$$= \frac{\dot{V}_1}{\dot{I}} + \frac{\dot{V}_2}{\dot{I}} + \cdots + \frac{\dot{V}_n}{\dot{I}}$$

$$\boxed{\overline{Z}_{eq} = \overline{Z}_1 + \overline{Z}_2 + \cdots + \overline{Z}_n}$$

Paralelo

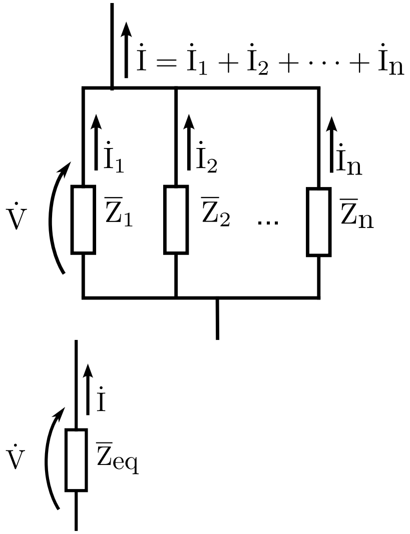


Associação em paralelo de impedâncias



Impedância equivalente

Paralelo, cont.



$$\overline{Z}_{eq} = \frac{\dot{V}}{\dot{I}} = \frac{\dot{V}}{\frac{\dot{V}}{\overline{Z}_1} + \frac{\dot{V}}{\overline{Z}_2} + \cdots + \frac{\dot{V}}{\overline{Z}_n}}$$

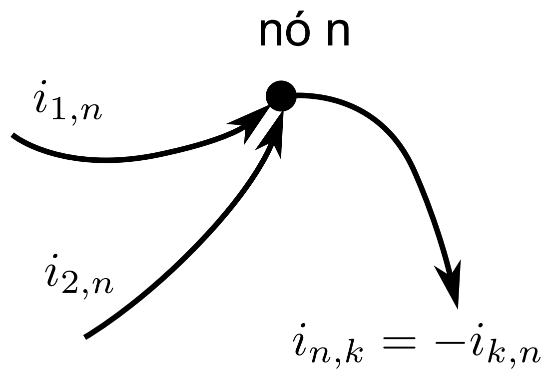
$$\boxed{\overline{Z}_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{Z}_1} + \frac{1}{\overline{Z}_2} + \cdots + \frac{1}{\overline{Z}_n}}}$$

Para duas impedâncias,

$$\boxed{\overline{Z}_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{\overline{Z}_1} + \frac{1}{\overline{Z}_2}} = \frac{\overline{Z}_1 \cdot \overline{Z}_2}{\overline{Z}_1 + \overline{Z}_2}}$$

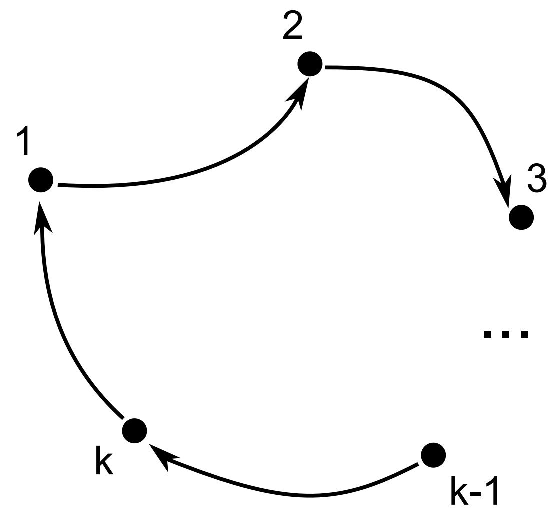
Leis de Kirchoff

Primeira lei, lei dos nós



- $$\sum_{j=1}^{k} i_{j,n} = 0$$
- $$\sum_{j=1}^{k} \dot{I}_{j,n} = 0$$
- Somatório algébrico das correntes que entram e saem (sinal oposto) é zero

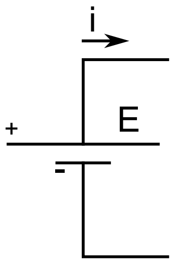
Leis de Kirchoff, cont.



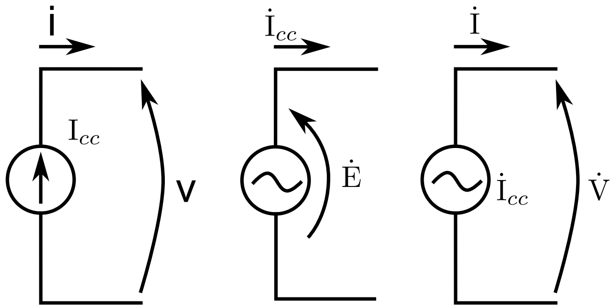
- $$\sum_{j=1}^{k} v_j = 0$$
- $$\sum_{j=1}^{k} \dot{V}_j = 0$$
- Somatório das quedas de tensão ao longo de um caminho fechado é zero

Convenções de sentido das tensões e correntes

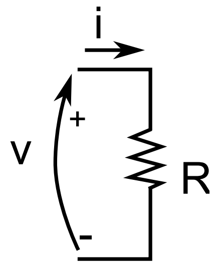
Fonte, gerador, bipolo ativo

- 

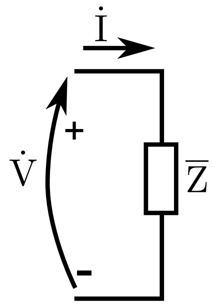
- A corrente <u>sai</u> pelo terminal positivo da tensão.

- 

Carga, receptor, bipolo passivo

- 

- A corrente <u>entra</u> pelo terminal positivo da tensão.

- 

Fontes reais x fontes ideais

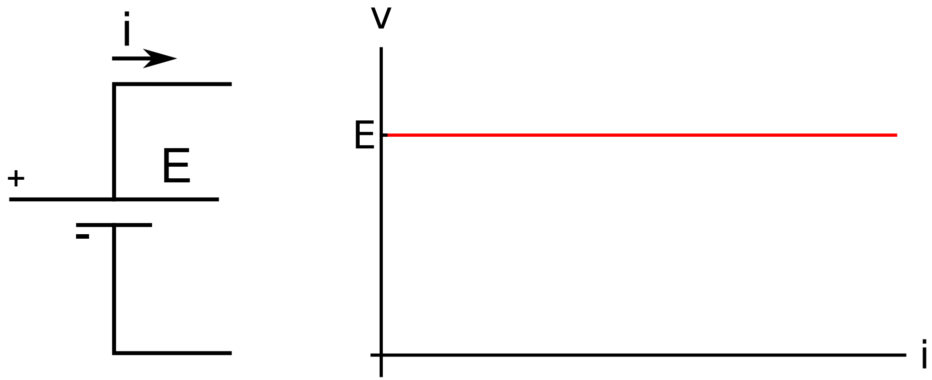
Tensão

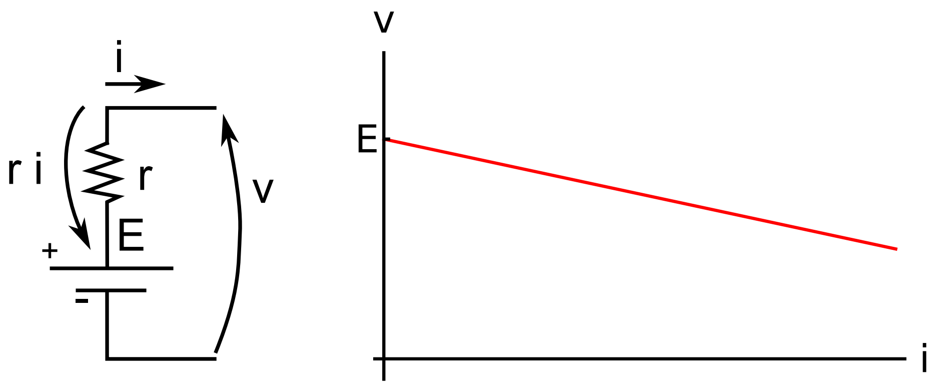
- Na fonte ideal de tensão, a tensão é E [ou $\dot{E}$], independentemente do valor da corrente.

- Na fonte real de tensão, a tensão nos terminais é alterada em relação ao elemento ideal, em função da corrente.

- $$v = E - r \cdot i$$
  $$\dot{V} = \dot{E} - \bar{z} \cdot \dot{I}$$

- E e $\dot{E}$ são chamadas de "tensão de circuito aberto"

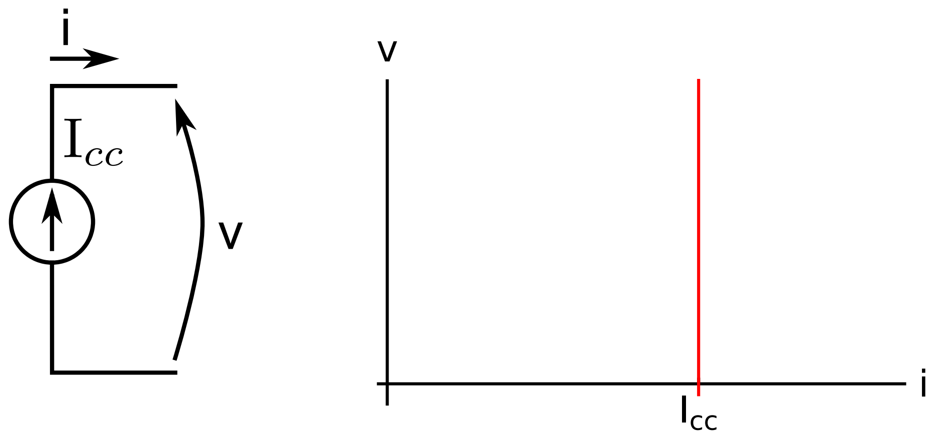


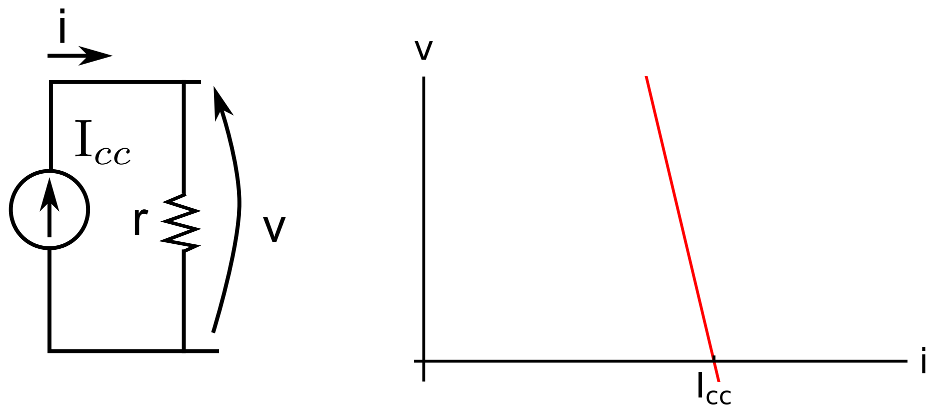


Fontes reais x fontes ideais, cont.

Corrente

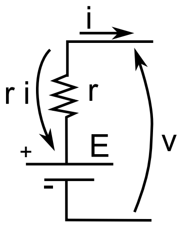
- Na fonte <u>ideal</u> de corrente, a corrente é I_{cc} [ou $\dot{I}_{cc}$], independentemente do valor da tensão.
- Na fonte <u>real</u> de corrente, a corrente fornecida externamente é alterada em relação ao elemento ideal, em função da tensão.
- $$i = I_{cc} - \frac{v}{r}$$
  $$\dot{I} = \dot{I}_{cc} - \frac{\dot{V}}{\bar{z}}$$
- I_{cc} e $\dot{I}_{cc}$ são chamadas de "correntes de curto-circuito" (ocorrem para $v = 0, \dot{V} = 0$).





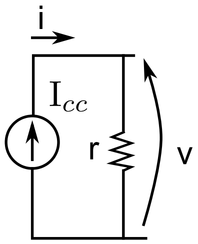
Conversão entre fontes reais

Fonte real de tensão



- $v = E - r \cdot i$

Fonte real de corrente



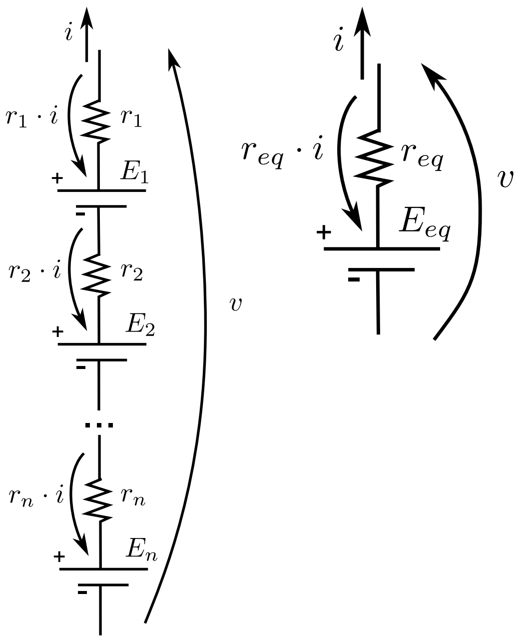
- $i = I_{cc} - \frac{v}{r}$
- $\frac{v}{r} = I_{cc} - i$
- $v = r \cdot I_{cc} - r \cdot i$

- As duas expressões são equivalentes se
- $\boxed{E - r \cdot I_{cc}}$ ou $\boxed{I_{cc} = \frac{E}{r}}$

- Similarmente, fontes reais CA são equivalentes se
- $\boxed{\dot{E} - \bar{z} \cdot \dot{I}_{cc}}$ ou $\boxed{\dot{I}_{cc} = \frac{\dot{E}}{\bar{z}}}$
- Essa é uma aplicação dos equivalentes de Thevenin e Norton.

Associações série de fontes reais

Fontes de tensão



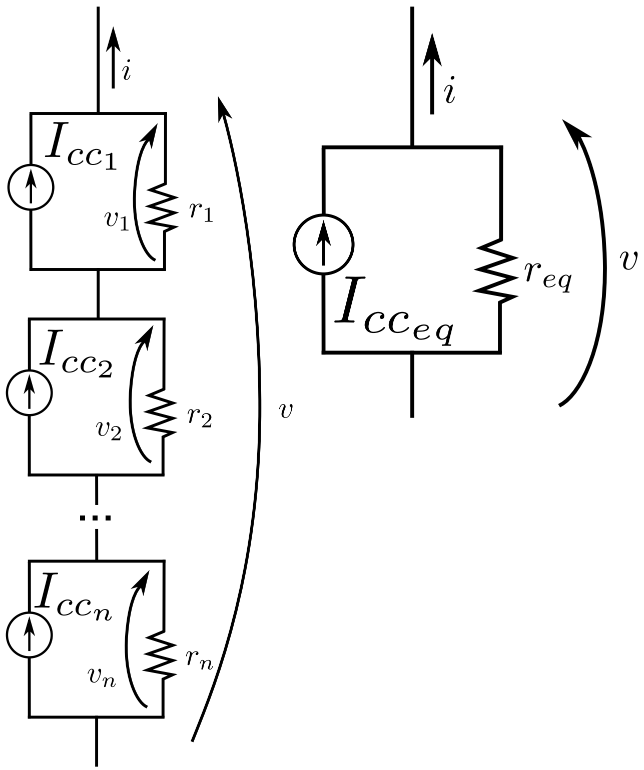
- $v = (E_1 - r_1 \cdot i) + (E_2 - r_2 \cdot i) + \cdots + (E_n - r_n \cdot i)$
- $v = (E_1 + E_2 + \cdots + E_n) - (r_1 + r_2 + \cdots + r_n)i$
- $v = E_{eq} - r_{eq} i$
- $\boxed{E_{eq} = E_1 + E_2 + \cdots + E_n}$

  $\boxed{\dot{E}_{eq} = \dot{E}_1 + \dot{E}_2 + \cdots + \dot{E}_n}$
- $\boxed{r_{eq} = r_1 + r_2 + \cdots + r_n}$

  $\boxed{\bar{z}_{eq} = \bar{z}_1 + \bar{z}_2 + \cdots + \bar{z}_n}$

Associações série de fontes reais, cont.

Fontes de corrente



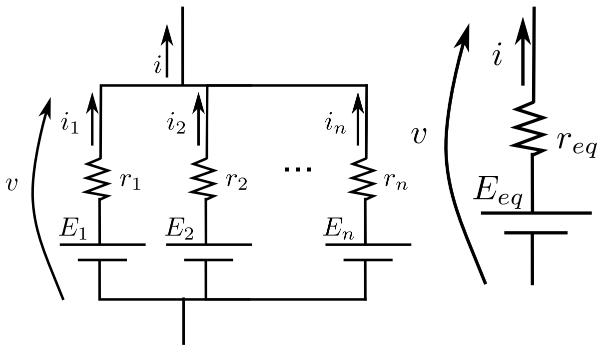
- $\frac{v_n}{r_n} = I_{cc_n} - i$
  $\Rightarrow$ $\boxed{v_n = r_n I_{cc_n} - r_n i}$
- $v = v_1 + v_2 + \cdots + v_n$

- $v = (r_1 I_{cc_1} - r_1 i) +$
  $(r_2 I_{cc_2} - r_2 i) + \ldots$
  $+ (r_n I_{cc_n} - r_n i)$
- $v = r_{eq} I_{cc_{eq}} - r_{eq} i$

- $r_{eq} = r_1 + r_2 + \cdots + r_n$
- $r_{eq} I_{cc_{eq}} = r_1 I_{cc_1} + r_2 I_{cc_2} + \cdots + r_n I_{cc_n}$
- Esta expressão reflete a associação série de fontes de tensão equivalentes.
- $\bar{z}_{eq} = \bar{z}_1 + \bar{z}_2 + \cdots + \bar{z}_n$
- $\bar{z}_{eq} \dot{I}_{cc_{eq}} = \bar{z}_1 \dot{I}_{cc_1} + \bar{z}_2 \dot{I}_{cc_2} + \cdots + \bar{z}_n \dot{I}_{cc_n}$

Associação paralelo de fontes reais

Fontes de tensão



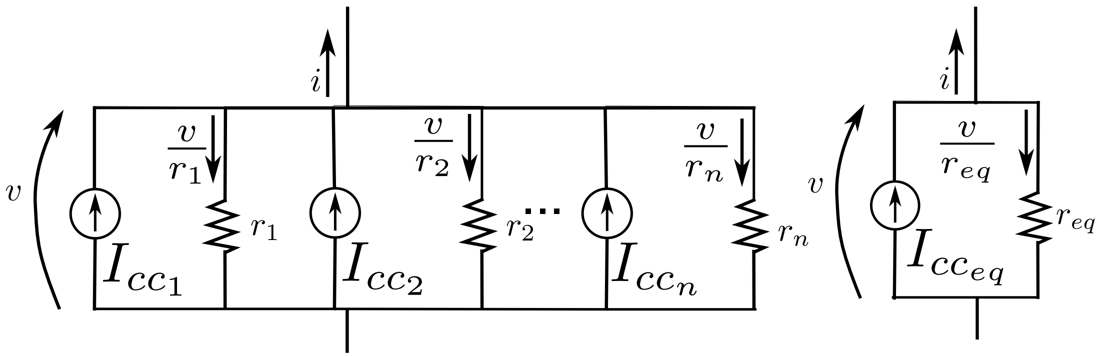
- $v = E_{eq} - r_{eq} i$
- $r_{eq} i = E_{eq} - v$
- $i = \frac{E_{eq}}{r_{eq}} - \frac{v}{r_{eq}}$

- $i = i_1 + i_2 + \cdots + i_n$
- $i = \frac{E_1 - v}{r_1} + \frac{E_2 - v}{r_2} + \cdots + \frac{E_n - v}{r_n}$
- $i = (\frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} + \cdots + \frac{E_n}{r_n}) - v(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_n})$

- $\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_n}$
- $\frac{E_{eq}}{r_{eq}} = \frac{E_1}{r_1} + \frac{E_2}{r_2} + \cdots + \frac{E_n}{r_n}$
- Esta expressão reflete a associação paralela de fontes de corrente equivalentes, a ver…
- $\frac{1}{\bar{z}_{eq}} = \frac{1}{\bar{z}_1} + \frac{1}{\bar{z}_2} + \cdots + \frac{1}{\bar{z}_n}$
- $\frac{\dot{E}_{eq}}{\bar{z}_{eq}} = \frac{\dot{E}_1}{\bar{z}_1} + \frac{\dot{E}_2}{\bar{z}_2} + \cdots + \frac{\dot{E}_n}{\bar{z}_n}$

Associação paralelo de fontes reais, cont.

Fontes de corrente



- $i = I_{cc_{eq}} - \frac{v}{r_{eq}}$
- $i = (I_{cc_1} - \frac{v}{r_1}) + (I_{cc_2} - \frac{v}{r_2}) + \cdots + (I_{cc_n} -$

- $\Rightarrow\ I_{cc_{eq}} = I_{cc_1} + I_{cc_2} + \cdots + I_{cc_n}$
- $\frac{1}{r_{eq}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \cdots + \frac{1}{r_n}$
- $\Rightarrow\ r_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}+\cdots+\frac{1}{r_n}}$

- $\dot{I}_{cc_{eq}} = \dot{I}_{cc_1} + \dot{I}_{cc_2} + \cdots + \dot{I}_{cc_n}$
- $\frac{1}{\bar{z}_{eq}} = \frac{1}{\frac{1}{\bar{z}_1}+\frac{1}{\bar{z}_2}+\cdots+\frac{1}{\bar{z}_n}}$