

نظریه اساسی مدارها و شبکه‌ها

فصل دوم [بخش سوم]

منابع وابسته - المانهای پسیو و اکتیو

مصطفی کشاورز معظم

گروه مهندسی کامپیوتر

ویرایش نیمسال اول ۱۴۰۳ - ۰۴

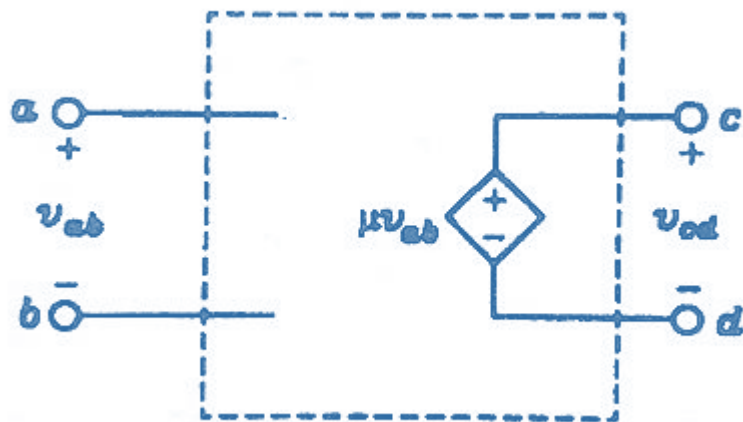
- در مقابل منابع مستقل ولتاژ یا جریان منابع دیگری نیز در اغلب مدارها دیده می شود، که به آنها منابع وابسته یا کنترل شده گویند.
- مقدار این منابع به ولتاژ یا جریان شاخه دیگری در مدار وابسته است یا توسط آن کنترل می شود.
- در تحلیل مدارهایی که شامل ترانزیستورها یا دیگر قطعات الکترونیکی هستند، قطعات الکترونیکی اغلب بوسیله مدارهایی مدل سازی می شوند که شامل یک منبع ولتاژ است که ولتاژ آن ارتباطی به جریان گذرنده از درون آن نداشته، اما تابعی از ولتاژ یا جریان شاخه ای در یک محل دیگر مدار است. به طریق مشابه ممکن است شامل منبع جریانی باشد که جریان آن ارتباطی با ولتاژ دو سر آن منبع ندارد ولی تابعی از ولتاژ یا جریان شاخه ای در محل دیگر مدار باشد.
- چنین منابعی را منابع وابسته یا کنترل شده نامند.

چهار نوع منبع وابسته یا کنترل شده وجود دارد:

1. منبع ولتاژ کنترل شده با ولتاژ VCVS (Voltage-Controlled Voltage Source)
2. منبع جریان کنترل شده با ولتاژ VCCS (Voltage-Controlled Current Source)
3. منبع ولتاژ کنترل شده با جریان CCVS (Current-Controlled Voltage Source)
4. منبع جریان کنترل شده با CCCS (Current-Controlled Current Source)

منبع ولتاژ کنترل شده با ولتاژ VCVS

- منبع ولتاژ کنترل شده با ولتاژ (VCVS) یک عنصر مداری چهارسر است که ولتاژ میان سرهای d و c متناسب با ولتاژ موجود میان سرهای a و b می باشد.



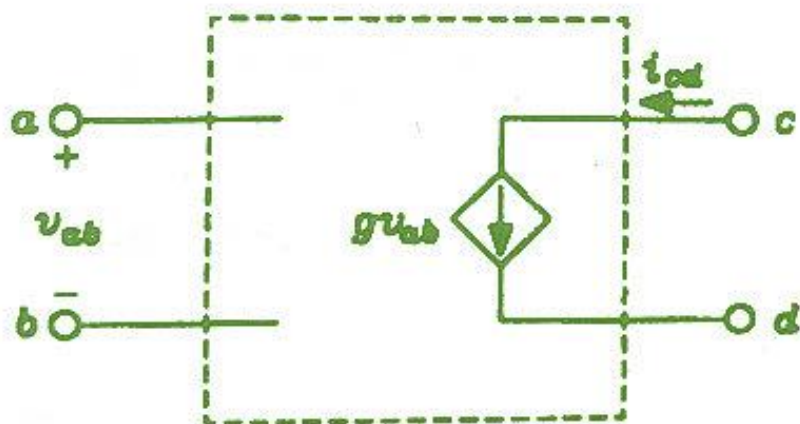
$$v_{cd} = \mu v_{ab}$$

- برای متمایز ساختن منابع وابسته از منابع نایسته از علامت لوزی استفاده می کنیم.
- علامت های + و - موجود در درون آن نشان دهنده جهت فرض شده برای منبع ولتاژ است.
- μ یک ثابت بدون بُعد است و بهره ولتاژ نام دارد.

منبع جریان کنترل شده با ولتاژ VCCS

- در بعضی قطعات، کنترل جریان مستقیماً توسط یک ولتاژ انجام می‌گیرد.
- مثالی از چنین قطعه الکترونیکی ترانزیستور اثر میدانی است.
- یک منبع جریان کنترل شده با ولتاژ (VCCS)، یک عنصر مداری چهارسر است که جریان i_{cd} را در یک شاخه مداری متناسب با یک ولتاژ v_{ab} میان دوسر a و b برقرار می‌کند.

$$i_{cd} = g v_{ab}$$



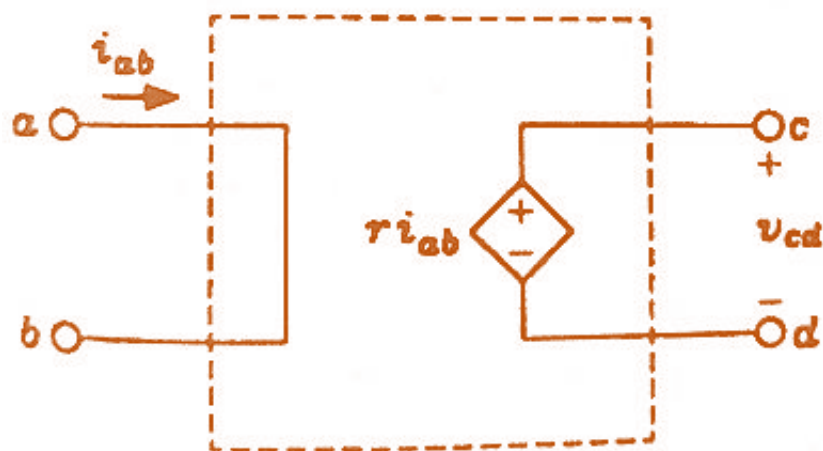
- پیکان درون لوزی نشان می‌دهد که این عنصر یک منبع جریان است.
- ثابت g ترانسانایی یا رسانایی متقابل نامیده می‌شود.

منبع ولتاژ کنترل شده با جریان CCVS

- منبع ولتاژ کنترل شده با جریان (CCVS) یک عنصر مداری چهارسره است که ولتاژ v_{cd} میان نقاط c و d را که متناسب با جریان i_{ab} در یک شاخه‌ای از مدار است بوجود می‌آورد.

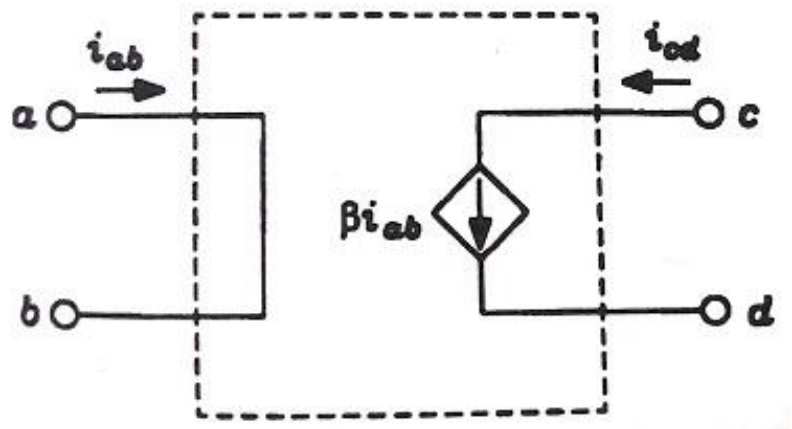
$$v_{cd} = r i_{ab}$$

- ثابت r ترامقاومت یا مقاومت متقابل خوانده می‌شود.



منبع جریان کنترل شده با جریان CCCS

- در بعضی قطعات الکترونیکی، جریان یک قسمت از مدار، توسط یک جریان دیگر کنترل می‌شود.
- مثالی از چنین قطعه‌ای، ترانزیستور بای پولار (BJT) است.
- یک منبع جریان کنترل شده با جریان (CCCS)، یک عنصر مداری چهارسر است که جریان i_{cd} را در یک شاخه مدار متناسب با یک جریان i_{ab} در شاخه دیگر مدار بوجود می‌آورد.

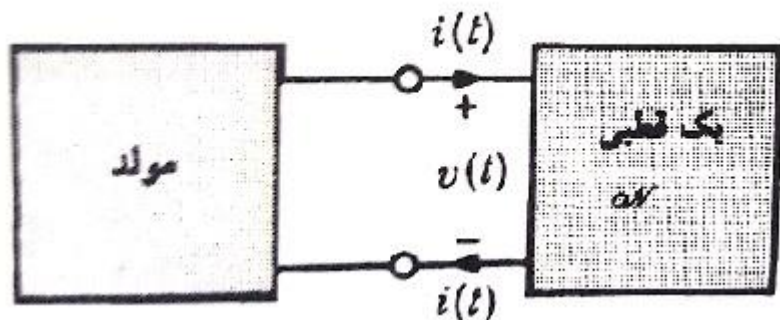


$$i_{cd} = \beta i_{ab}$$

- ثابت بدون بُعد β بهره جریان نامیده می‌شود.

یک قطبی

- یک مدار دوسر را **یک قطبی** گویند.
- منظور از قطب، یک جفت از سرهای یک مدار است که در آن، در هر لحظه از زمان، جریان لحظه‌ای که وارد یکی از این سرها می‌شود مساوی جریان لحظه‌ای است که از سر دیگر خارج می‌شود.



- جریان $i(t)$ را که وارد قطب می‌شود، **جریان قطب** و ولتاژ $v(t)$ دو سر قطب را **ولتاژ قطب** گویند.

- یک مطلب اساسی فیزیک این است که توان لحظه‌ای که وارد یک قطبی می‌شود مساوی حاصلضرب ولتاژ قطب در جریان قطب است، به شرطی که جهت‌های قراردادی رعایت شوند.

$$P(t) = v(t)i(t)$$

- طبق تعریف، انرژی انتگرال توان می‌باشد، که در نتیجه، انرژی تحویل داده شده مولد به یک قطبی از زمان t_0 تا زمان t عبارت خواهد بود از :

$$W(t_0, t) \triangleq \int_{t_0}^t p(t')dt' = \int_{t_0}^t v(t')i(t')dt'$$

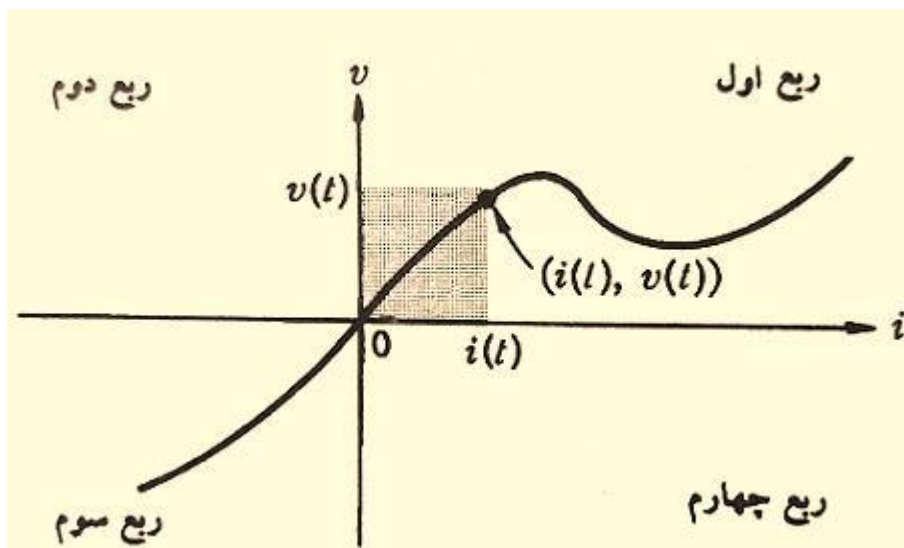
- در این رابطه، انرژی بر حسب ژول و توان بر حسب وات است.

توان ورودی به یک المان، پسیو بودن

- یک مقاومت بوسیله یک منحنی در صفحه $v-i$ مشخص می‌شود.

- توان لحظه‌ای مساوی مساحت مستطیلی است که توسط نقطه کار و محورهای صفحه $v-i$ مطابق شکل تشکیل می‌شود.

- در هر لحظه از زمان، صرفنظر از شکل موج جریانی که از داخل آن می‌گذرد $p(t) \geq 0$ می‌باشد.



این خاصیت اساسی مقاومت های پسیو است.

- یک مقاومت پسیو هیچ وقت به دنیای خارج توانی تحویل نمی‌دهد.

- مثال‌هایی از مقاومت پسیو:

دیود ژرمانیوم، دیود تونل، یک مدار باز، یک مدار اتصال کوتاه، یک مقاومت خطی تغییر ناپذیر با زمان با $R > 0$

- مقاومتی را که پسیو نباشد **اکتیو** گویند.
- برای یک مقاومت خطی (تغییر پذیر با زمان یا تغییر ناپذیر با زمان) اگر و تنها اگر، برای بعضی از زمانهای t رابطه $R(t) < 0$ برقرار باشد، اکتیو است.

- مثال‌هایی از مقاومت اکتیو:

هر منبع ولتاژ (که در آن v_s متحد با صفر نباشد)

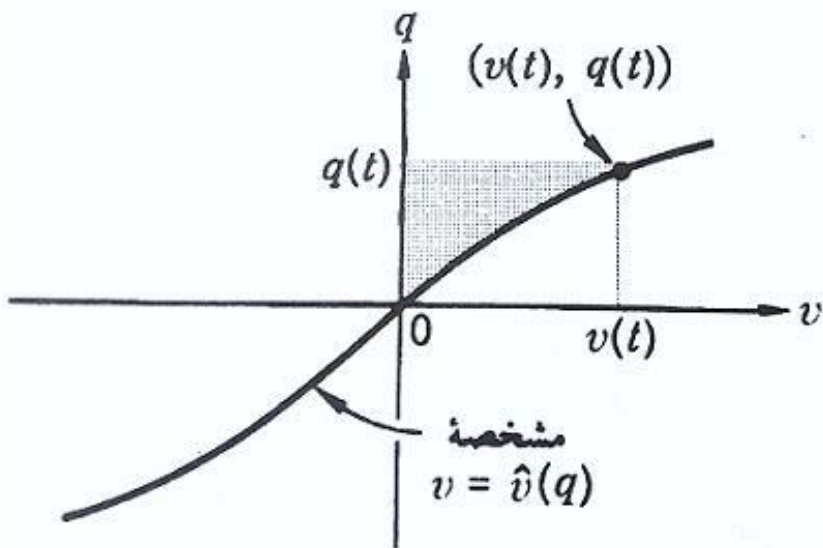
هر منبع جریان (که در آن i_s متحد با صفر نباشد)

انرژی ذخیره شده در خازن‌های تغییرناپذیر با زمان

- انرژی ذخیره شده در خازن عبارت است از :

$$\mathcal{E}_E(t) = \int_0^{q(t)} \hat{v}(q_1) dq_1$$

- مساحت هاشورخورده در شکل انرژی ذخیره شده در خازن را بر حسب مشخصه آن در صفحه vq نشان می‌دهد.



- هرگاه انرژی ذخیره شده در یک خازن همیشه نامنفی باشد خازن را **پسیو** گویند.

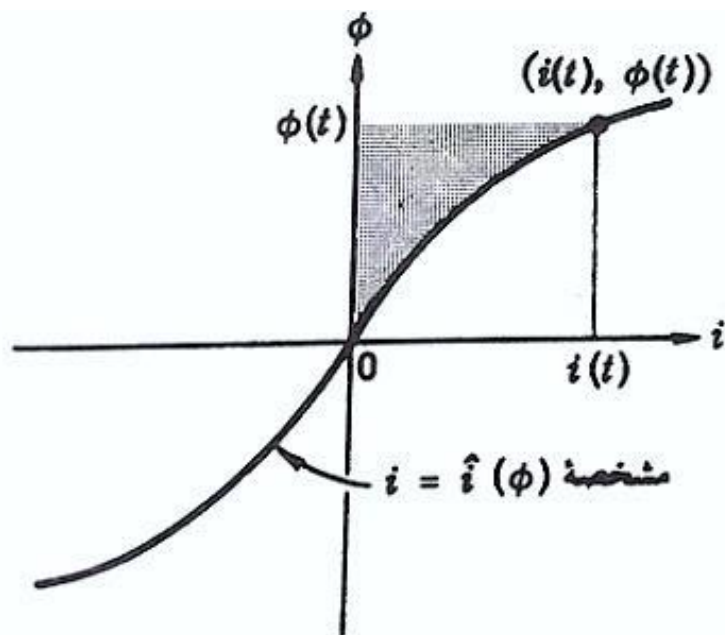
- برای یک خازن خطی تغییرناپذیر با زمان:

$$\mathcal{E}_E(t) = \int_0^{q(t)} \frac{q_1}{C} dq_1 = \frac{1}{2} \frac{q^2(t)}{C} = \frac{1}{2} C v^2(t)$$

انرژی ذخیره شده در سلف‌های تغییرناپذیر با زمان

$$\mathcal{E}_M(t) = \int_0^{\phi(t)} \hat{i}(\phi_1) d\phi_1$$

• انرژی ذخیره شده در سلف عبارت است از:



• مساحت هاشورخورده در شکل انرژی ذخیره شده در سلف را بر حسب مشخصه $i\phi$ نشان می‌دهد.

• هرگاه انرژی ذخیره شده در یک سلف همیشه نامنفی باشد آن را **پسیو** گویند.

• برای یک سلف خطی تغییرناپذیر با زمان:

$$\mathcal{E}_M(t) = \int_0^{\phi(t)} \frac{\phi_1}{L} d\phi_1 = \frac{1}{2} \frac{\phi^2(t)}{L} = \frac{1}{2} L i^2(t)$$

[فصل دوم - بخش سوم]

■ تمرین های تحویلی : تمرین شماره (پنج تمرین)

[از کتاب نظریه اساسی مدارها و شبکه ها - جبه دار (جلد اول)]

تاریخ نهایی تحویل : یک هفته پس از ارائه این اسلاید

■ تمرین های تکمیلی (*) - تمرین شماره