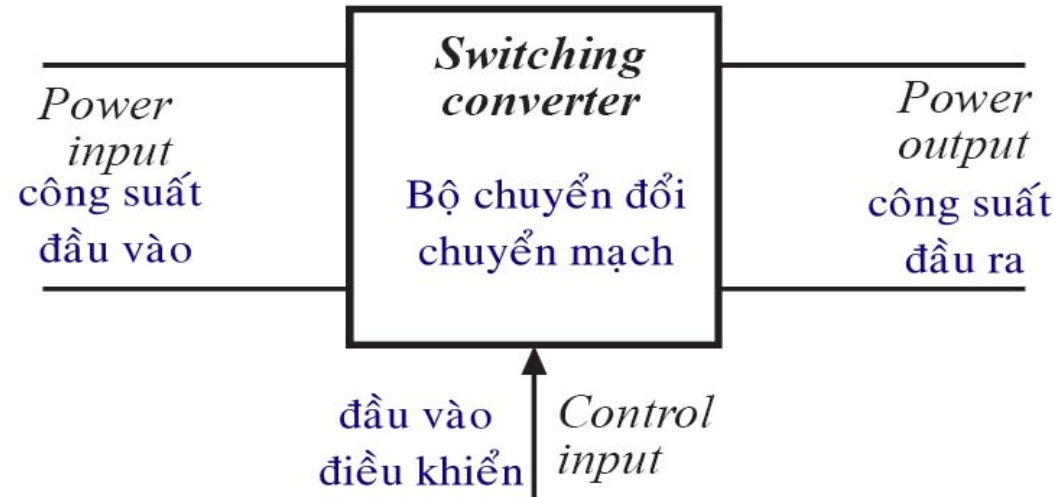


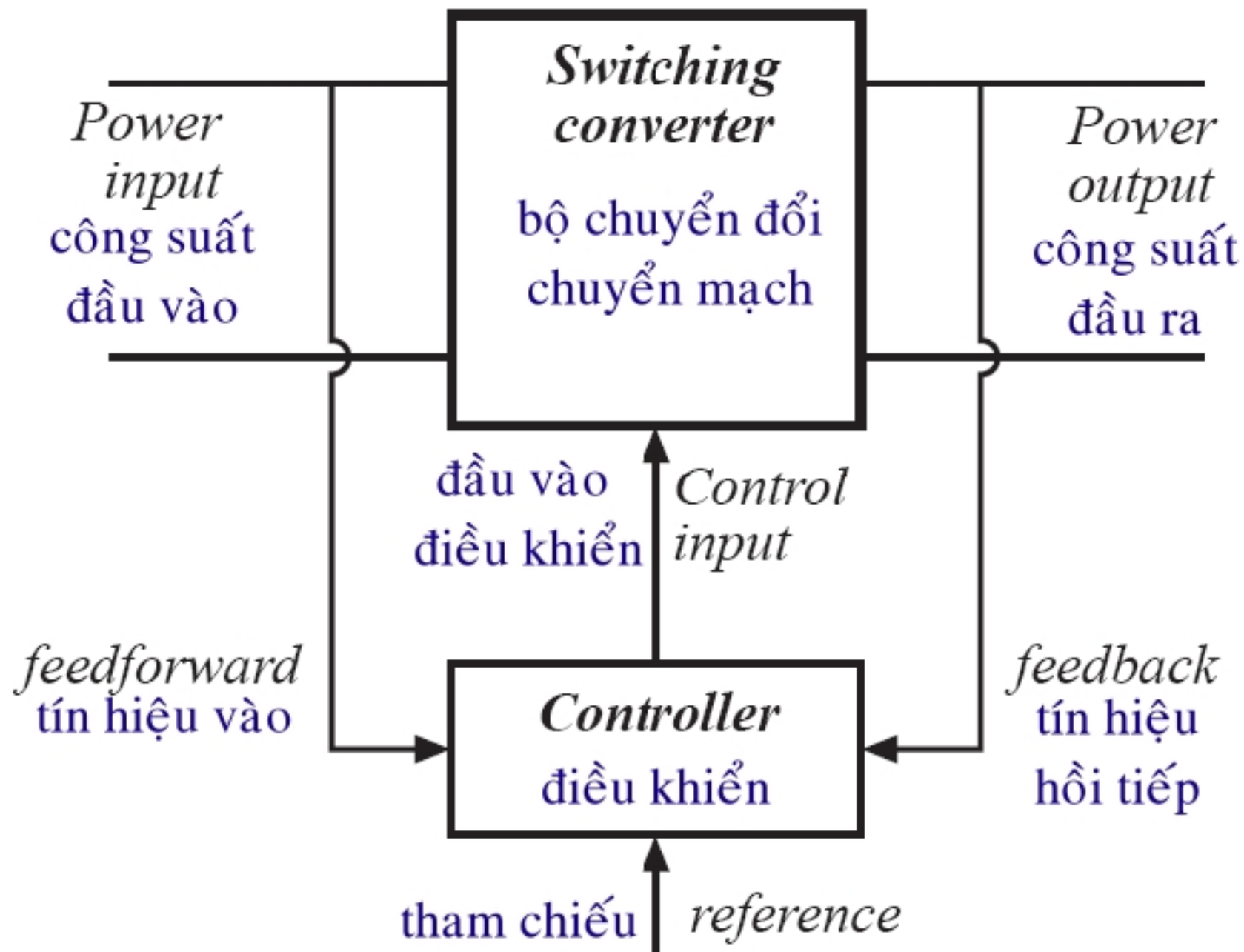
Chương 1 : Giới thiệu

1.1. CÁC KHÁI NIỆM:

- Các tên gọi của môn học: Điện tử công suất (Power Electronics) Điện tử công suất lớn. Kỹ thuật biến đổi điện năng.
- ĐTCS là một bộ phận của Điện tử ứng dụng hay Điện tử công nghiệp.
- Phân loại các bộ Biến Đổi (BBĐ - Converter) theo mục đích:
 - AC --> DC: chỉnh lưu.
 - AC --> AC: BBĐ áp AC, Biến tần.
 - DC --> DC: BBĐ áp DC.
 - DC --> AC: Nghịch lưu.



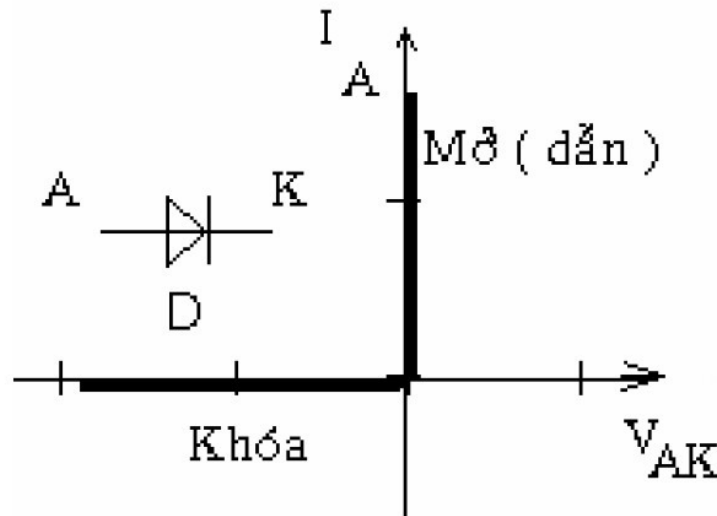
- **Bộ Biến Đổi = Mạch ĐTCS + bộ ĐIỀU KHIỂN**
- Mạch ĐTCS giới hạn ở các sơ đồ sử dụng linh kiện điện tử làm việc ở chế độ đóng ngắt, gọi là Ngắt Điện Điện Tử (NĐĐT) hay Bán Dẫn dùng cho biến đổi năng lượng điện.



- Mạch ĐTCS giới hạn ở các sơ đồ sử dụng linh kiện điện tử làm việc ở chế độ đóng ngắt, gọi là Ngắt Điện Điện Tử (NĐBD) hay Bán Dẫn dùng cho biến đổi năng lượng điện.
- **BỘ ĐIỀU KHIỂN = Mạch điều khiển vòng kín (nếu có) + Mạch phát xung.**
- Mạch phát xung cung cấp dòng, áp điều khiển các NĐBD để chúng có thể đóng ngắt theo trình tự mong muốn. Ví dụ Ngắt Điện Bán Dẫn: Diod, Transistor, SCR ...
- BĐĐ còn có thể phân loại theo phương thức hoạt động của NĐBD.

1.2 NGẮT ĐIỆN BÁN DẪN

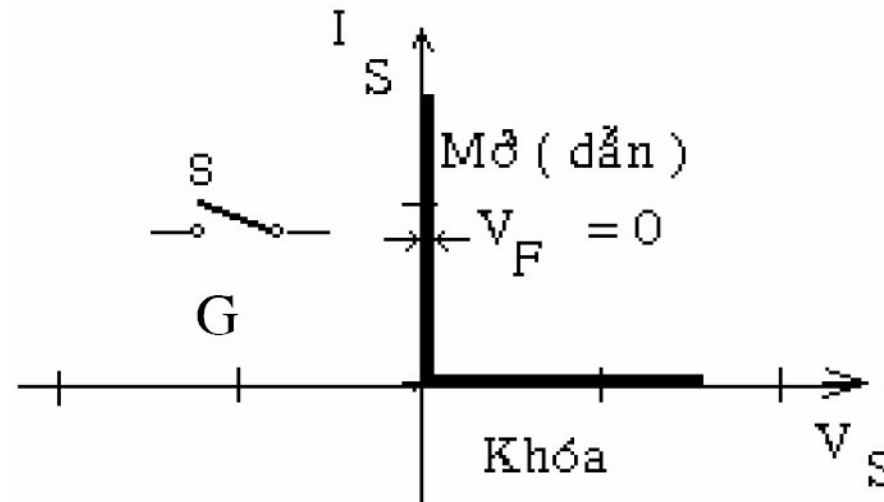
- Còn gọi là ngắt điện điện tử (NĐĐT), hay khóa bán dẫn, là các linh kiện điện tử dùng trong mạch ĐTCS được lý tưởng hóa để các khảo sát của mạch ĐTCS có giá trị tổng quát bao gồm.



Diode

- DIODE (chỉnh lưu): Phần tử dẫn điện một chiều có hai trạng thái.
 - ON khi phân cực thuận: $V_{AK} > 0$, có thể xem sụt áp thuận $V_F = 0$, dòng qua mạch phụ thuộc nguồn và các phần tử thụ động khác.
 - OFF khi phân cực ngược: $V_{AK} < 0$, có thể xem như hở mạch.

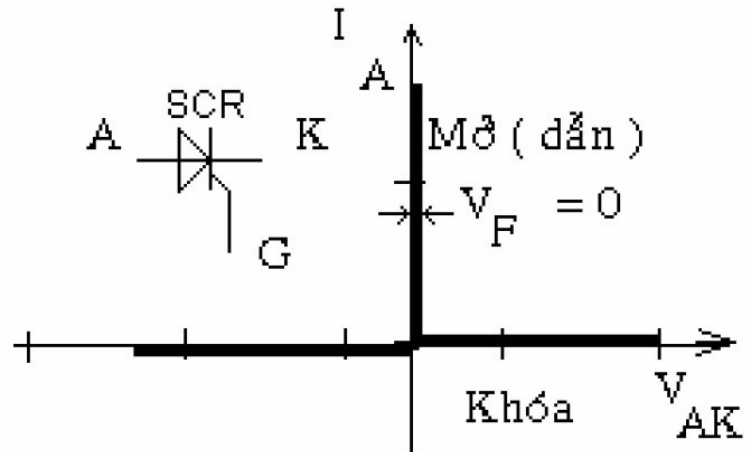
1.2 NGẮT ĐIỆN BÁN DẪN



NDBDMC

- SCR (Chỉnh lưu có điều khiển):
 - OFF : Có thể ngắt mạch cả hai chiều ($V_{AK} > 0$ và $V_{AK} < 0$) khi không có tín hiệu điều khiển : $G = 0$.
 - ON : SCR trở nên dẫn điện (đóng mạch) khi có tín hiệu điều khiển: $G \neq 0$ và phân cực thuận $V_{AK} > 0$. Điểm đặc biệt là SCR có khả năng tự giữ trạng thái dẫn điện: nó không cần tín hiệu G khi đã ON, SCR chỉ trở về trạng thái ngắt khi dòng qua nó giảm về 0.

1.2 NGẮT ĐIỆN BÁN DẪN



SCR

- Ngắt điện bán dẫn một chiều TRANSISTOR (NĐBDMC), gọi tắt là ngắt điện, có hoạt động như sau:
 - OFF ngắt mạch khi không có tín hiệu điều khiển: $G = 0$. Cũng như các TRANSISTOR, NĐBDMC không cho phép phân cực ngược (V_S luôn luôn > 0).
 - ON NĐBDMC trở nên dẫn điện (đóng mạch) khi có tín hiệu điều khiển: $G \neq 0$ và trở về trạng thái ngắt mạch khi mất tín hiệu G . NĐBDMC có hai loại chính: BJT tương ứng tín hiệu G là dòng cực B, và MOSFET công suất với G là áp V_{GS} .

- Các NĐBD lý thuyết trên chỉ làm việc với một chiều của dòng điện, trong khi các linh kiện điện tử công suất thực tế có thể dẫn điện cả hai chiều, lúc đó mạch khảo sát sẽ biểu diễn bằng tổ hợp các NĐBD lý thuyết.

1.3 NỘI DUNG KHẢO SÁT MẠCH ĐTCS

- **Đầu vào khảo sát:** Mạch ĐTCS + tín hiệu điều khiển NĐBD + đặc tính tải.
- **Đầu ra:** hoạt động của mạch: $u(t)$, $i(t)$ các phần tử \Rightarrow Các đặc trưng áp, dòng, công suất

1.3.1. Các đặc trưng áp, dòng

- Giá trị cực đại:
- Giá trị trung bình V_0, I_0
- Giá trị hiệu dụng V_R, I_R
- Các biểu thức cho dòng điện trung bình và hiệu dụng

$$I_0 = \frac{1}{T} \int_T i(t) dt \qquad I_R = \sqrt{\frac{1}{T} \int_T [i(t)]^2 dt}$$

- Các biểu thức cho điện áp V_0, V_R cũng có dạng tương tự.

1.3.2. Sóng hài bậc cao và hệ số hình dáng

$$v(t) = V_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (A_n \sin n\omega t + B_n \cos n\omega t) = V_0 + \sum_{n=1}^{\infty} v_n \quad \text{với} \quad v_n = V_n \sin(n\omega t - \varphi_n)$$

$$A_n = \frac{2}{T} \int_T v(t) \cdot \sin n\omega t \cdot dt \quad B_n = \frac{2}{T} \int_T v(t) \cdot \cos n\omega t \cdot dt \quad \text{và}$$

$$V_n = \sqrt{A_n^2 + B_n^2} \quad \varphi_n = \operatorname{tg}^{-1} \left[\frac{A_n}{B_n} \right] \quad V_R = \sqrt{V_0^2 + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{\infty} V_n^2}$$

- V_0 là trị số trung bình (thành phần một chiều) của $v(t)$.
- ω : tần số góc của $v(t)$, chu kỳ $T = \omega / 2\pi$.
- v_n : sóng hài bậc n – có tần số $n\omega$.
- A_n, B_n : các thành phần sin, cos của sóng hài bậc n
- V_n, φ_n : biên độ và lệch pha của sóng hài bậc n
- V_R : Trị hiệu dụng của $v(t)$.

1.3.2. Sóng hài bậc cao và hệ số hình dáng

- **Hệ số hình dáng (form factor):** *tỉ số giữa giá trị hữu dụng và giá trị hiệu dụng.*

- *Ví dụ với bộ biến đổi có ngõ ra một chiều:* $KF_{DC} = V_o / V_R$

V_o : *trị số trung bình áp ra.*

V_R : *trị số hiệu dụng áp ra.*

- *Ví dụ với bộ biến đổi có ngõ ra xoay chiều:* $KF_{AC} = V_1 / V_R$

V_1 : *trị số hiệu dụng sóng hài bậc 1 (cơ bản) áp ra.*

V_R : *trị số hiệu dụng áp ra.*

- **Độ biến dạng (THD - Total harmonic distortion):**

Đối với ngõ ra DC: $THD = \frac{\sqrt{V_R^2 - V_o^2}}{V_o}$

Đối với ngõ ra AC: $THD = \frac{\sqrt{V_R^2 - V_1^2}}{V_1}$

1.3.3. Công suất và hệ số công suất

- Công suất tác dụng P : biểu thị năng lượng sử dụng trong một đơn vị thời gian.
$$P = \frac{1}{T} \int_T v(t) \cdot i(t) \cdot dt$$
- Công suất biểu kiến S : tính bằng tích số giá trị hiệu dụng dòng và áp, biểu thị năng lượng sử dụng trong một đơn vị thời gian nếu xem tải là thuần trở.
$$S = V_R \cdot I_R$$
- Hệ số công suất HSCS hay $\cos \varphi$: cho biết hiệu quả sử dụng năng lượng. Khi tải là thuần trở, nguồn điện hình sin hay một chiều sẽ có HSCS bằng 1

$$HSCS = \cos \varphi = \frac{P}{S}$$

- Có nhiều biểu thức tính công suất trong mạch ĐTCS, phụ thuộc vào mục đích sử dụng:

$$P_o = V_o \cdot I_o \quad P_1 = \frac{1}{2} V_1 \cdot I_1 \cos \varphi_1$$

$$P = \frac{1}{T} \int_T v(t) \cdot i(t) \cdot dt$$

$$= P_o + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2} V_n \cdot I_n \cos \varphi_n$$

P_1 : Khi quan tâm đến thành phần cơ bản của ngõ ra (hình sin tần số ω), có điện áp và dòng điện biên độ V_1, I_1 , góc lệch φ_1 .

P_o hay P_{DC} : công suất một chiều (tải điện một chiều) với V_o, I_o là các trị số áp, dòng trung bình.

P : công suất toàn phần ở ngõ ra, gồm thành phần một chiều và sóng hài bậc cao.

Ở các BBD ngõ ra áp một chiều, V_o, I_o , P_{DC} là các thành phần mong muốn, sóng hài bậc cao (các thành phần hình sin) là không mong muốn, chỉ tạo ra các tác dụng phụ.

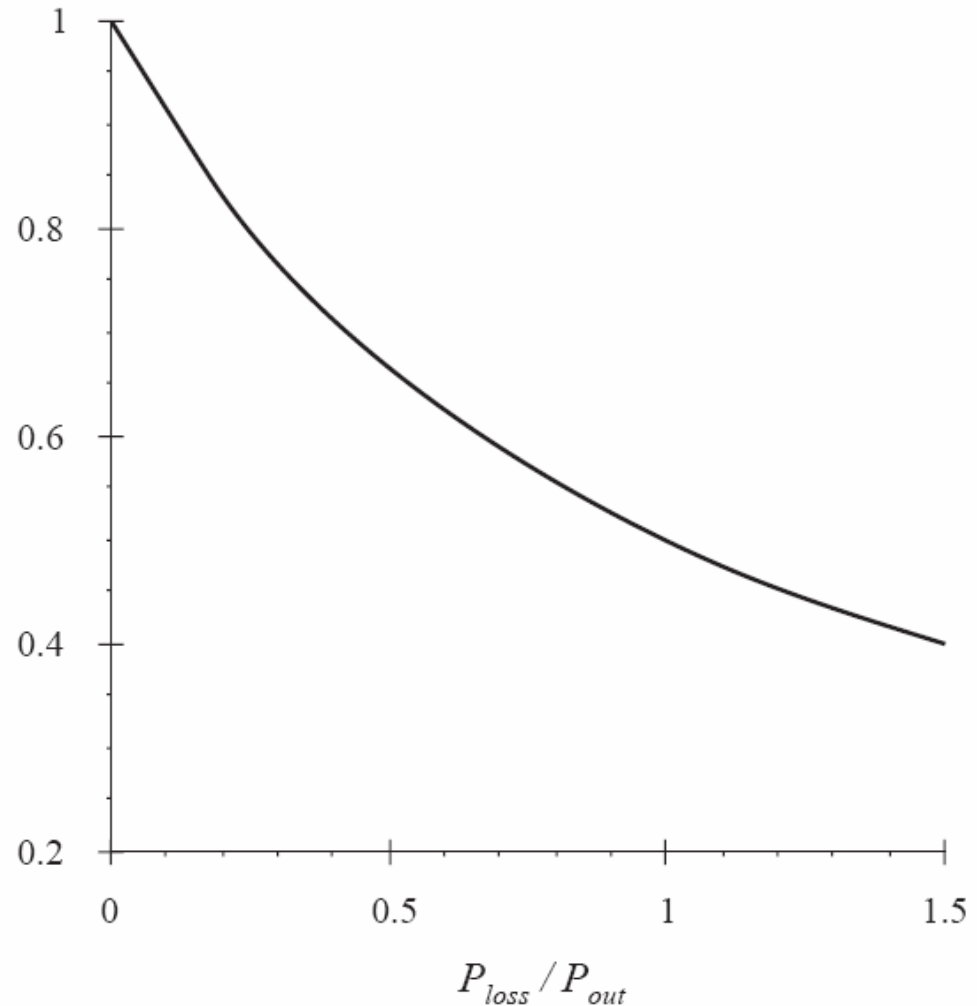
1.4. Hiệu suất

Sự cần thiết hiệu suất cao

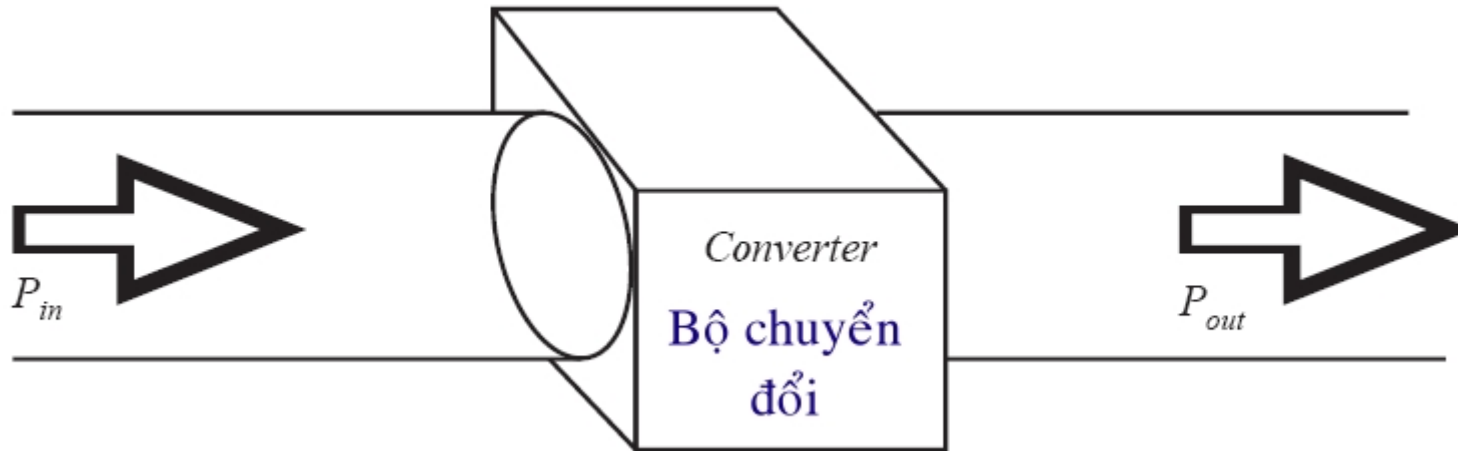
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$$

$$P_{loss} = P_{in} - P_{out} = P_{out} \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right)$$

- Hiệu suất cao: tổn thất công suất thấp và không có chuyển đổi công suất.
- Hệ thống khả thi: kích thước nhỏ, làm việc ổn định.
- Hiệu suất là thước đo cho quá trình thiết kế bộ chuyển đổi.

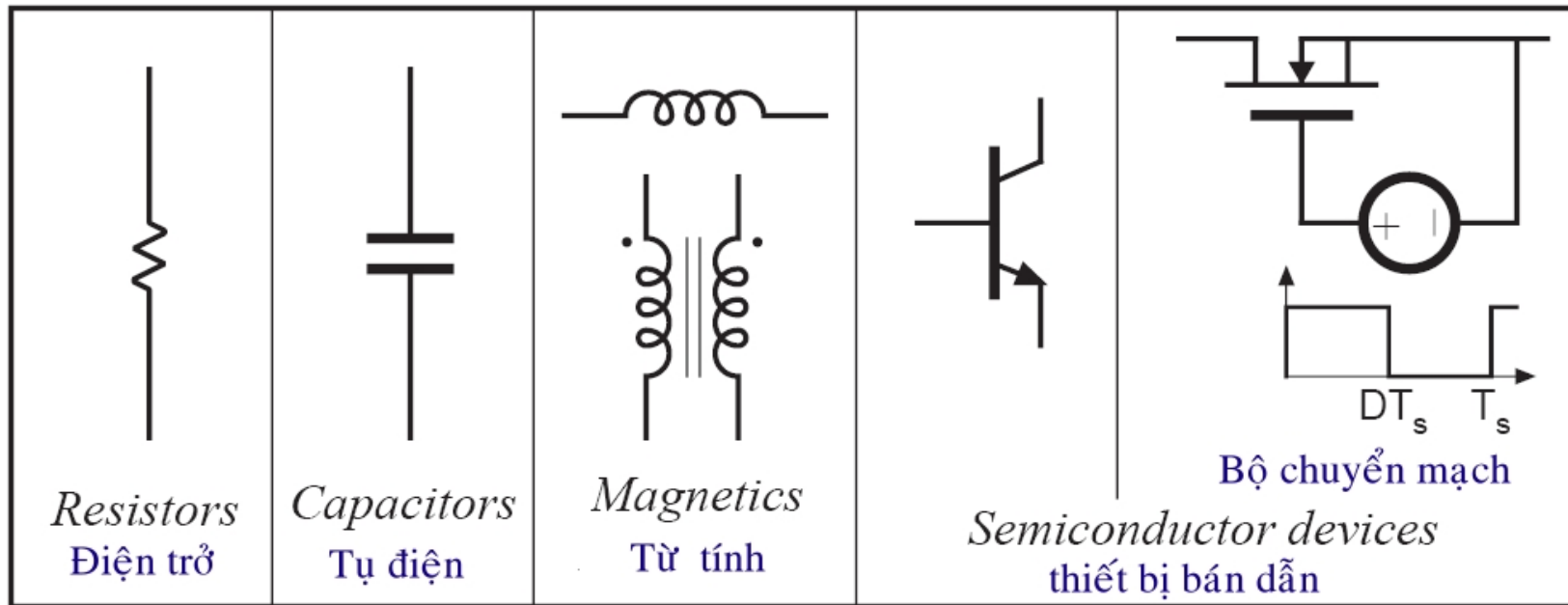


Chuyển đổi với hiệu suất cao

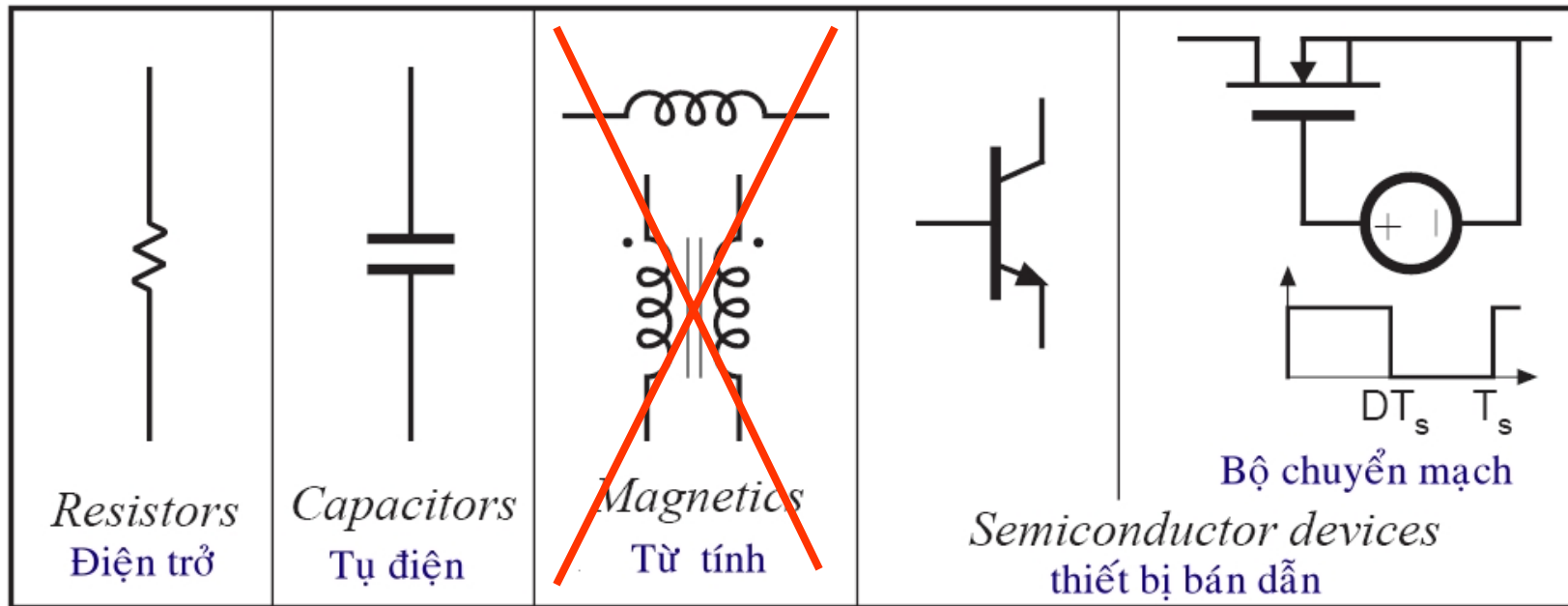


- Một mục tiêu của chuyển đổi dòng điện: cấu trúc có khối lượng nhẹ và nhỏ, năng lượng chuyển đổi lớn và hiệu suất cao.

Linh kiện có thể dùng cho thiết kế mạch

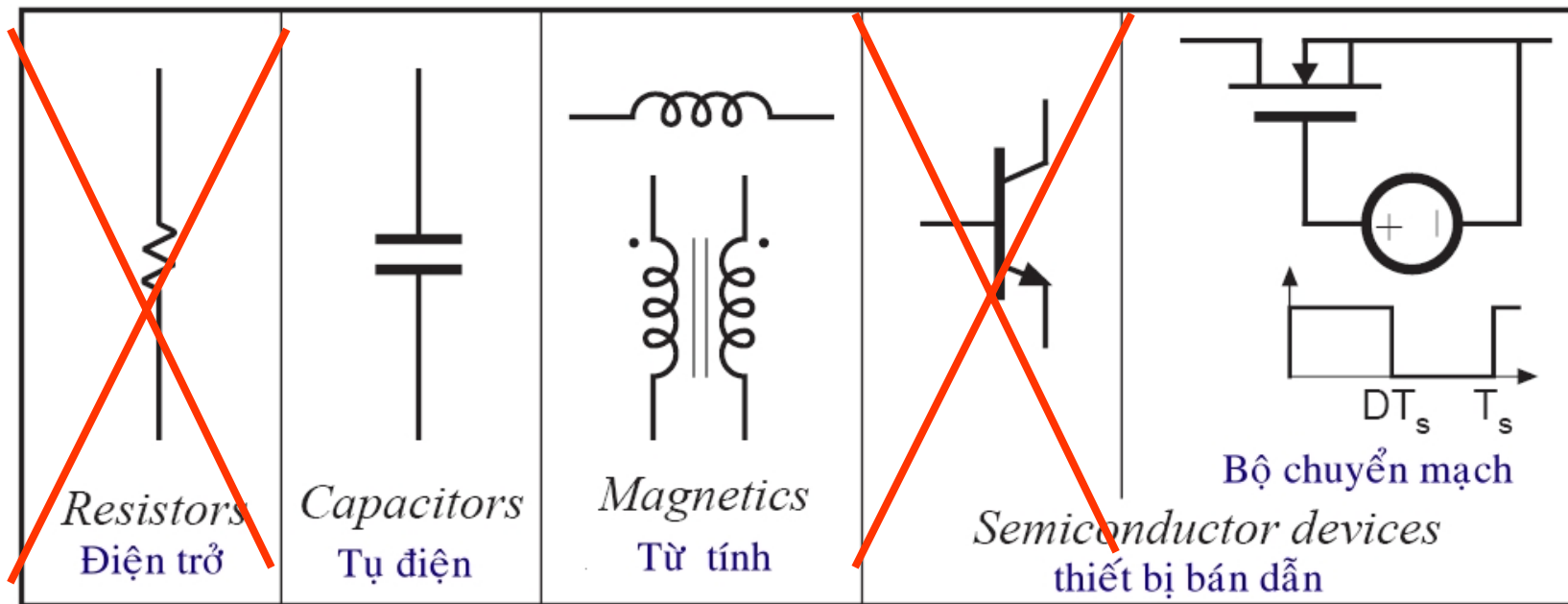


Linh kiện có thể dùng cho thiết kế mạch



Xử lý tín hiệu: không sử dụng linh kiện từ tính.

Linh kiện có thể dùng cho thiết kế mạch



Xử lý nguồn: không sử dụng linh kiện gây tổn thất điện.

Thất thoát công suất trong chuyển mạch

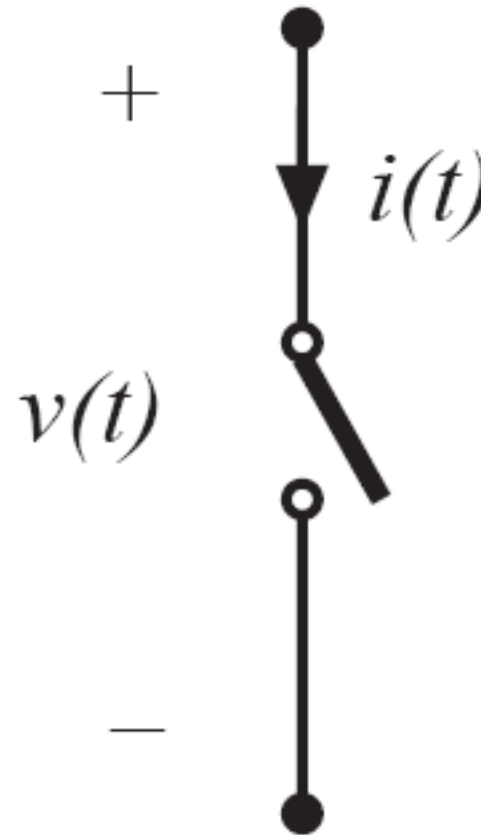
Đóng mạch: $v(t) = 0$

Ngắt mạch: $i(t) = 0$

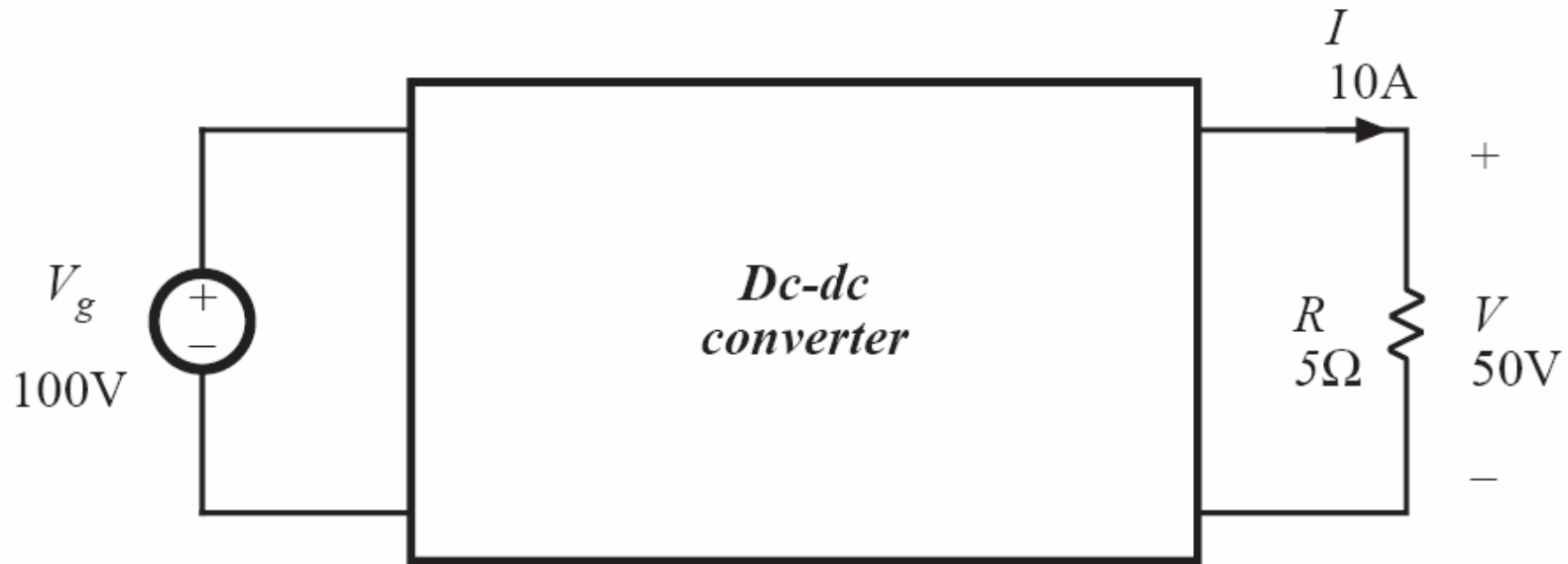
Trong 2 trường hợp trên:

$$P(t) = v(t).i(t) = 0$$

Năng lượng sử dụng cho
chuyển mạch = 0.



Một ví dụ đơn giản trong chuyển đổi DC-DC



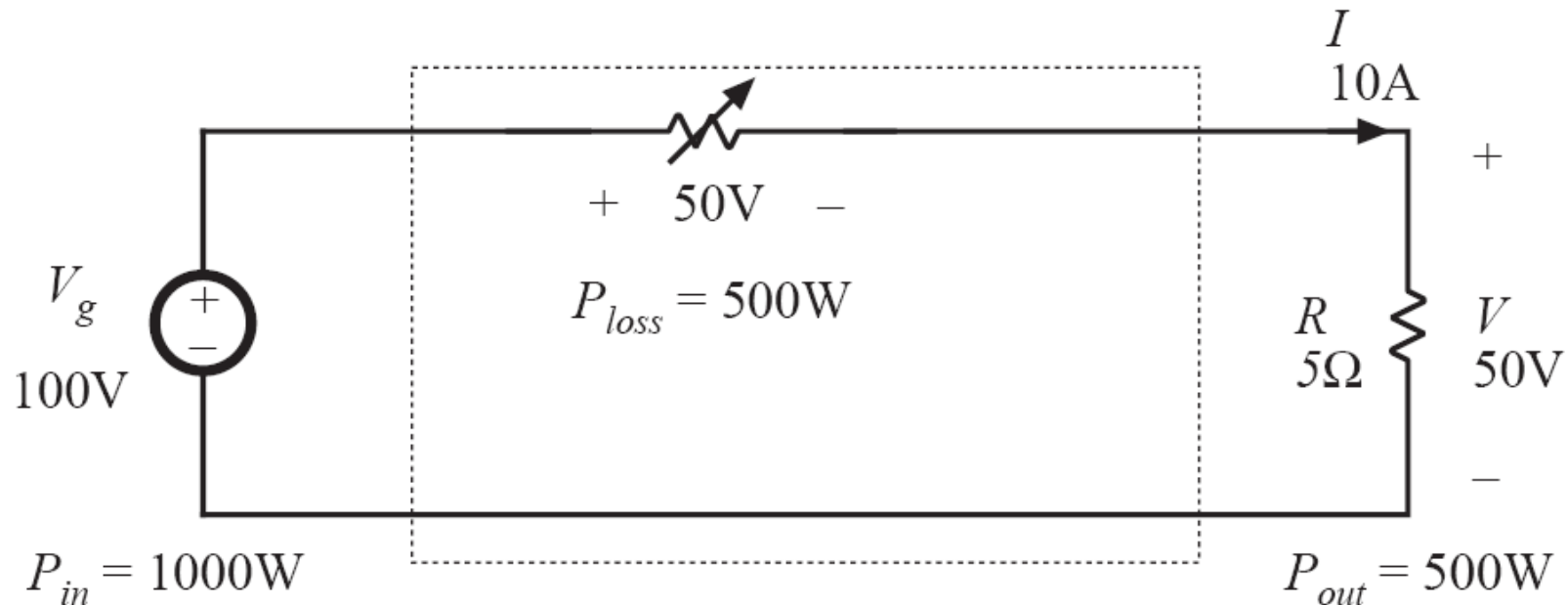
Nguồn cung cấp: 100V

Tải tiêu thụ: 50V, 10A, 500W

Bộ chuyển đổi này có thể được thực hiện như thế nào?

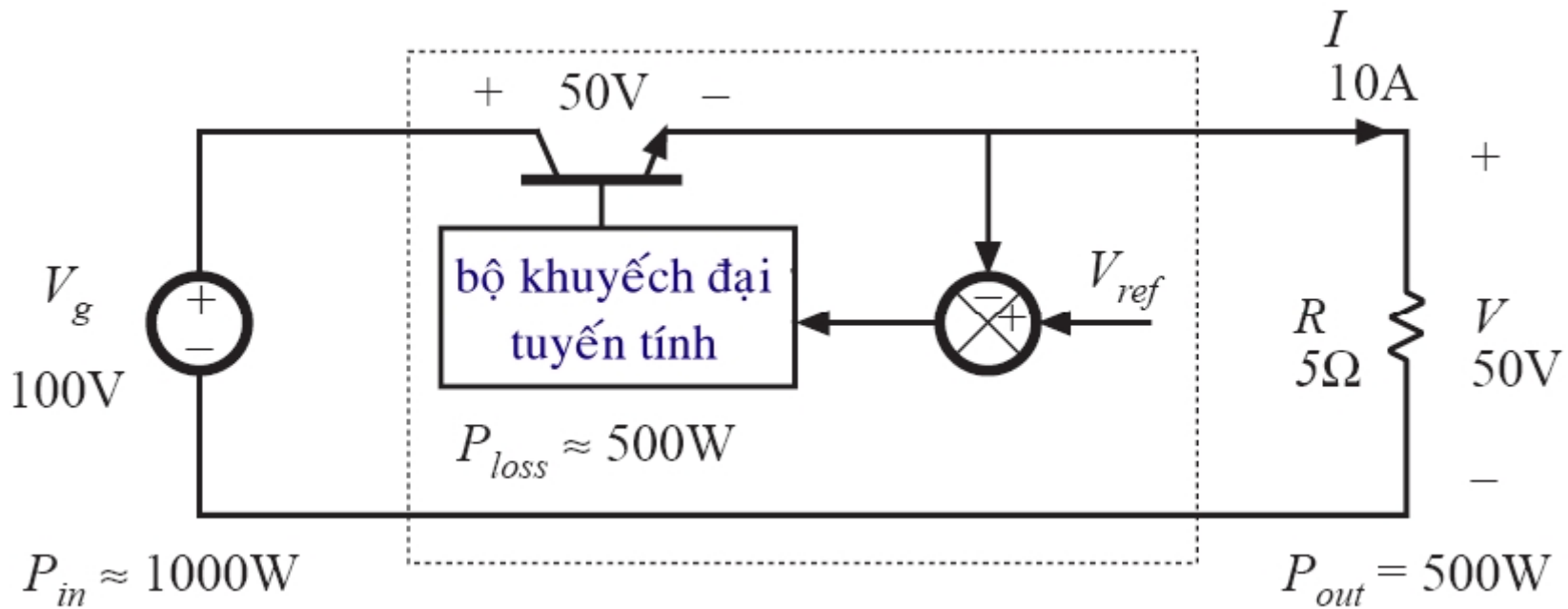
Sự tiêu thụ năng lượng thực tế

- Sử dụng điện trở – phân áp



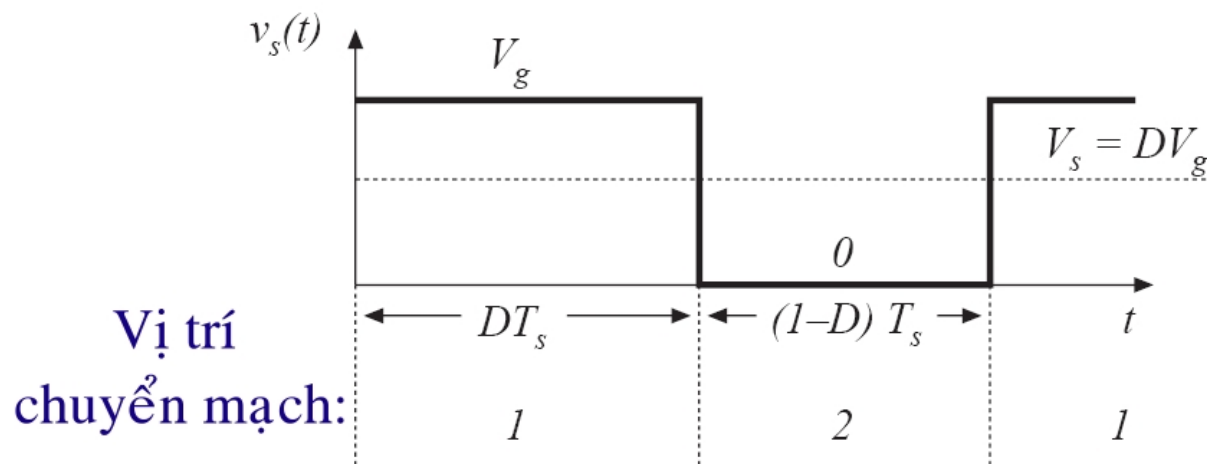
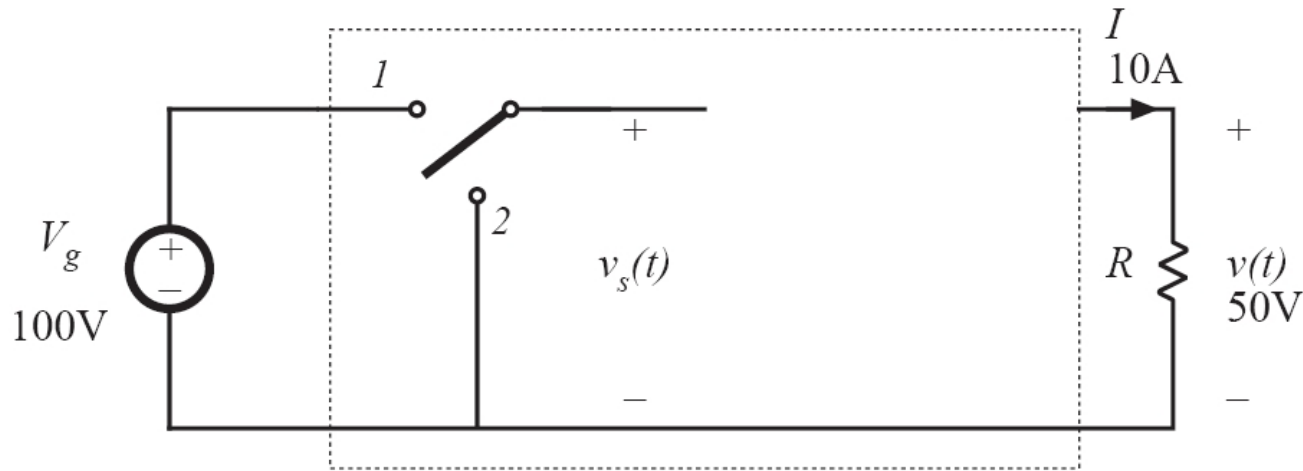
Sự tiêu thụ năng lượng thực tế

Ngắn nối tiếp: Dùng Transistor trong vùng kích hoạt.

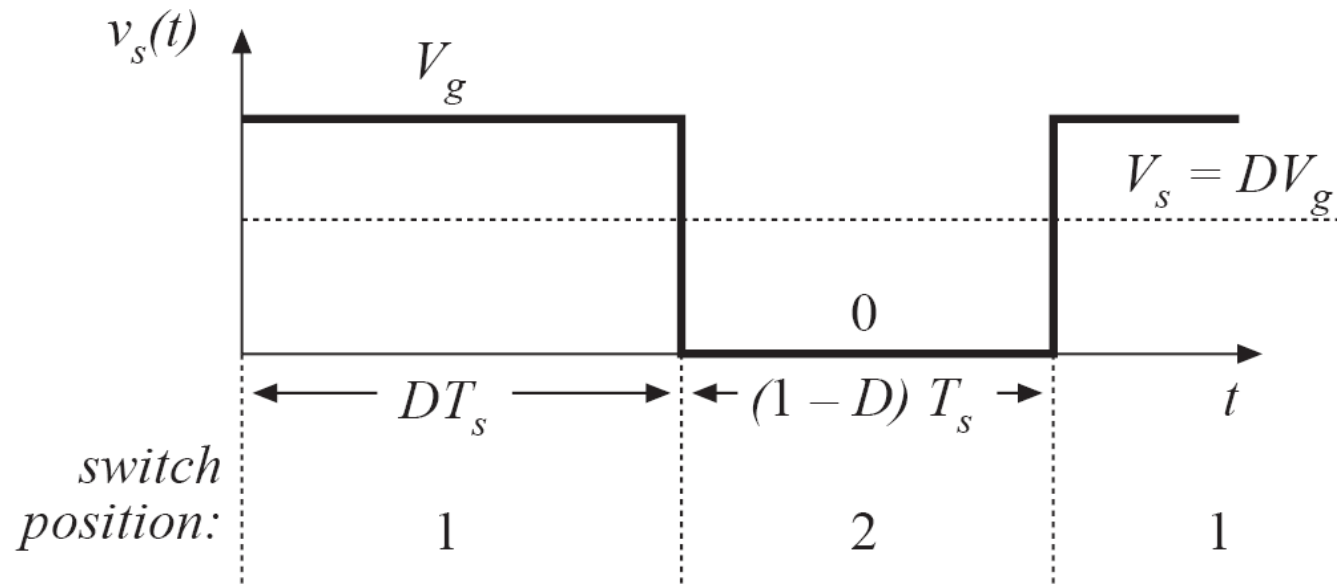


Sử dụng một bộ chuyển mạch SPDT

SPDT: Single-pole-double-throw



Quá trình chuyển mạch thay đổi mức điện áp

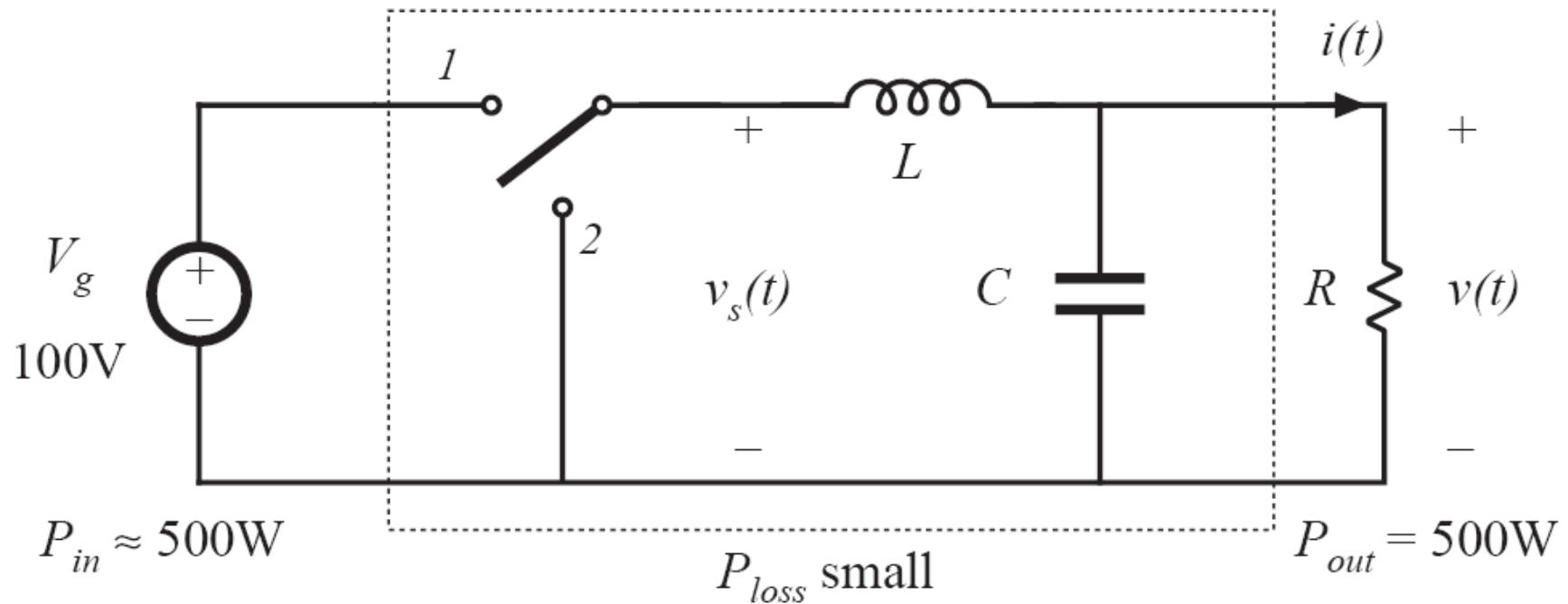


D: chu kỳ công suất chuyển mạch $0 < D < 1$.

T_s : Chu kỳ chuyển mạch. f_s : tần số chuyển mạch $= 1/T_s$

Giá trị điện áp trung bình $v_s(t)$ $V_s = \frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} v_s(t) dt = DV_g$

Thêm mạch lọc thấp LC

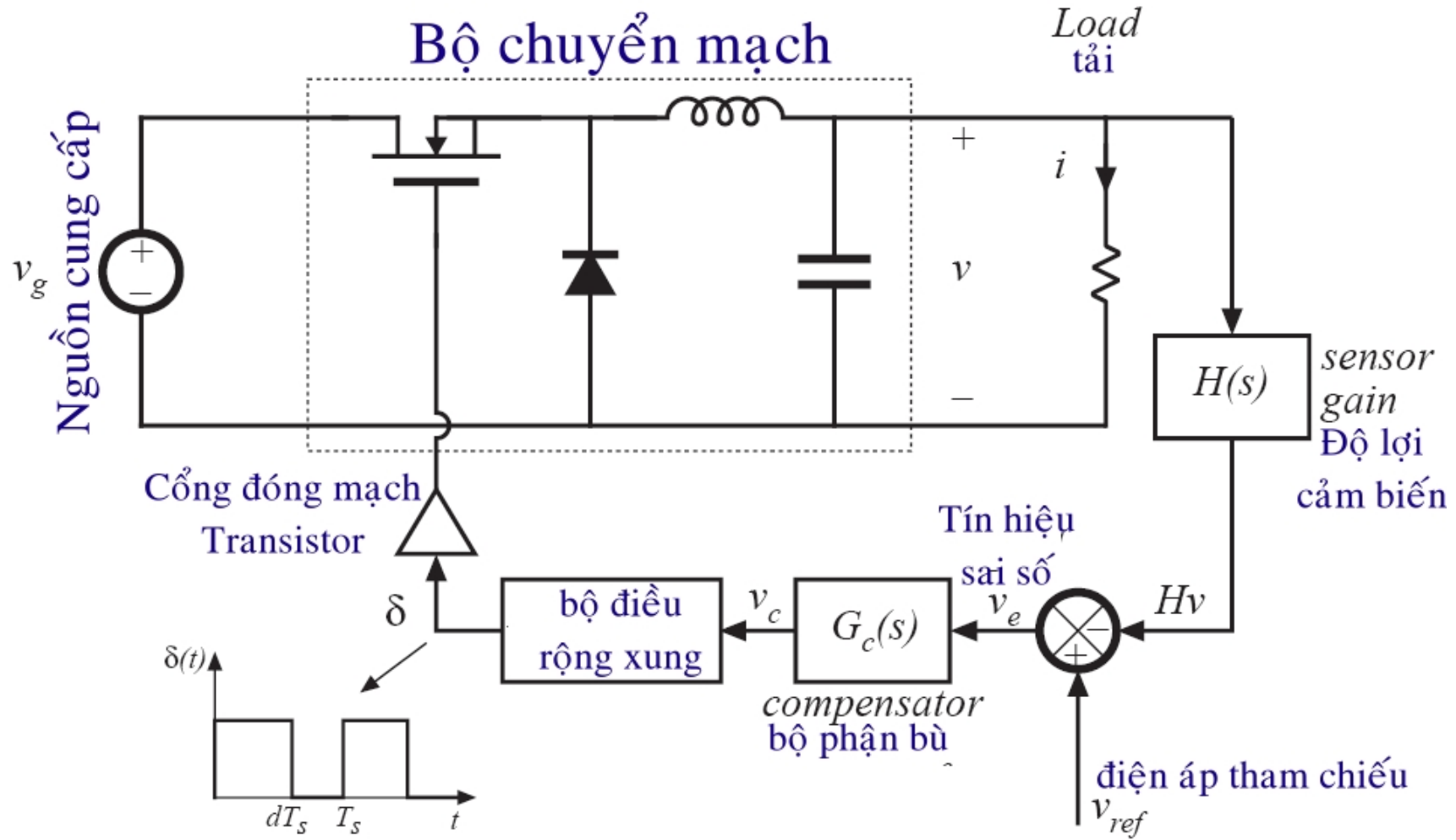


Sử dụng mạch lọc thấp để khử xung và tạo điều hoà.

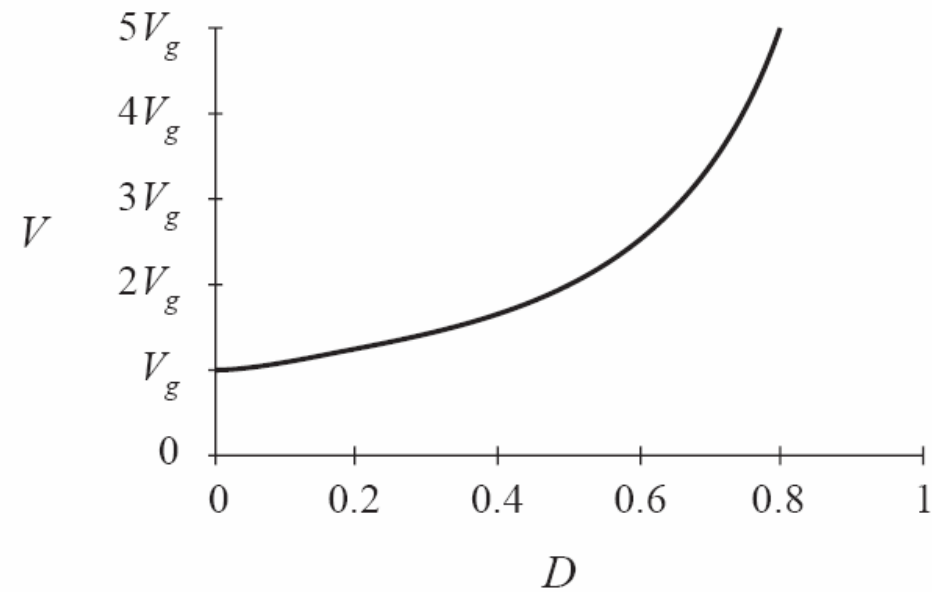
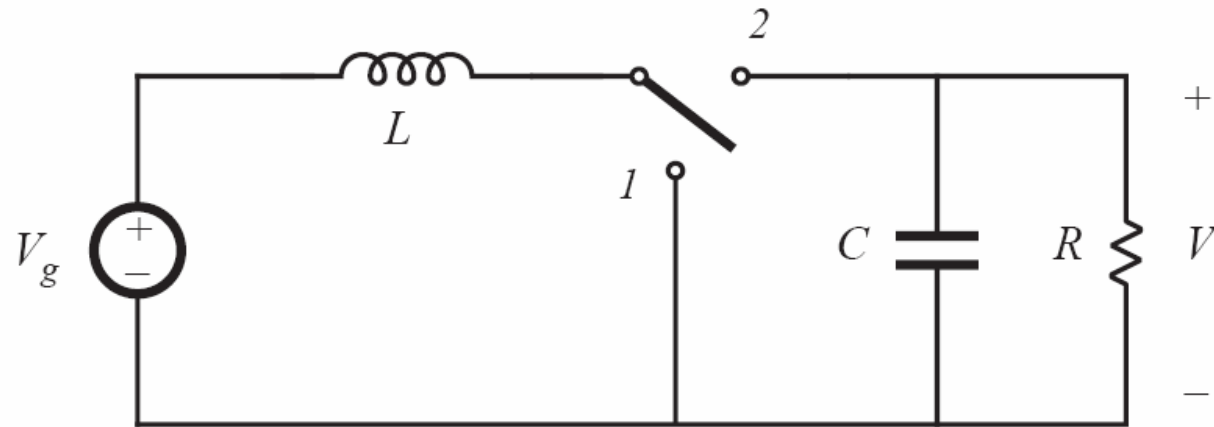
Chọn $f_0 < f_s$

Mạch này gọi là: bộ chuyển đổi điện Buck

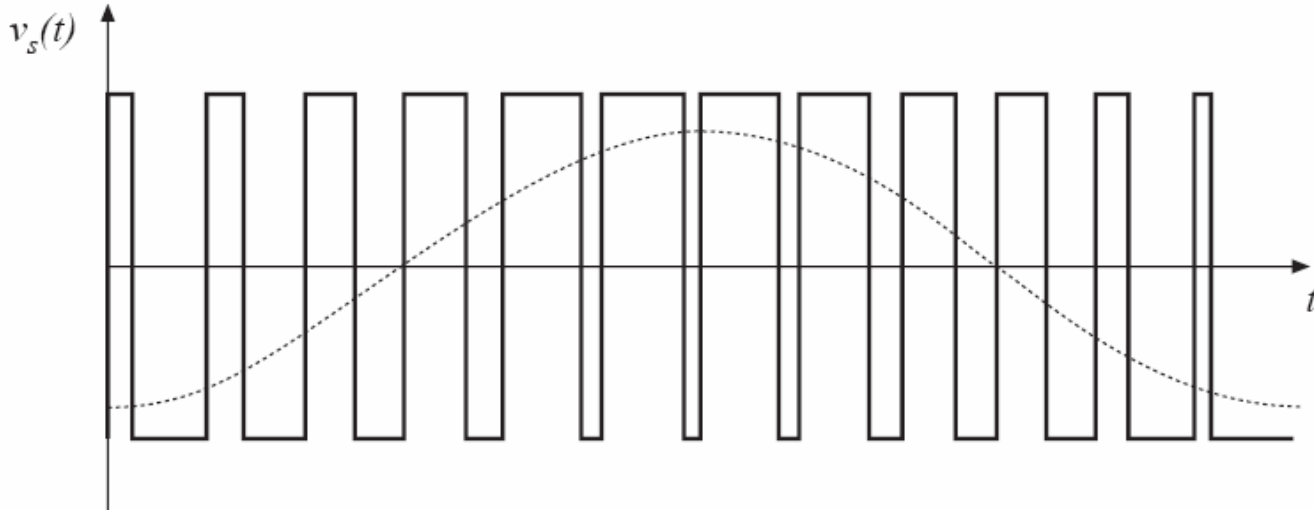
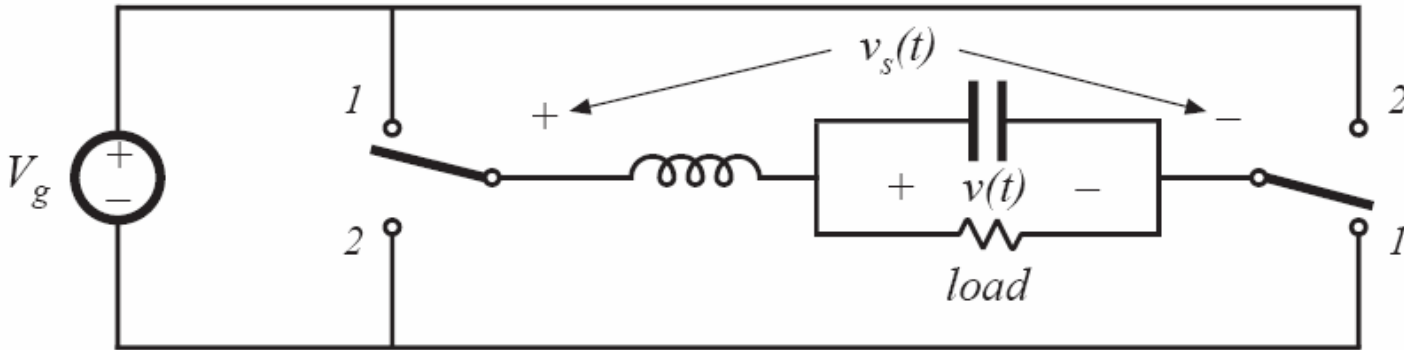
Thêm hệ thống điều khiển để ngắt điện áp



Bộ chuyển đổi Boost



Máy đổi điện 1 pha đơn

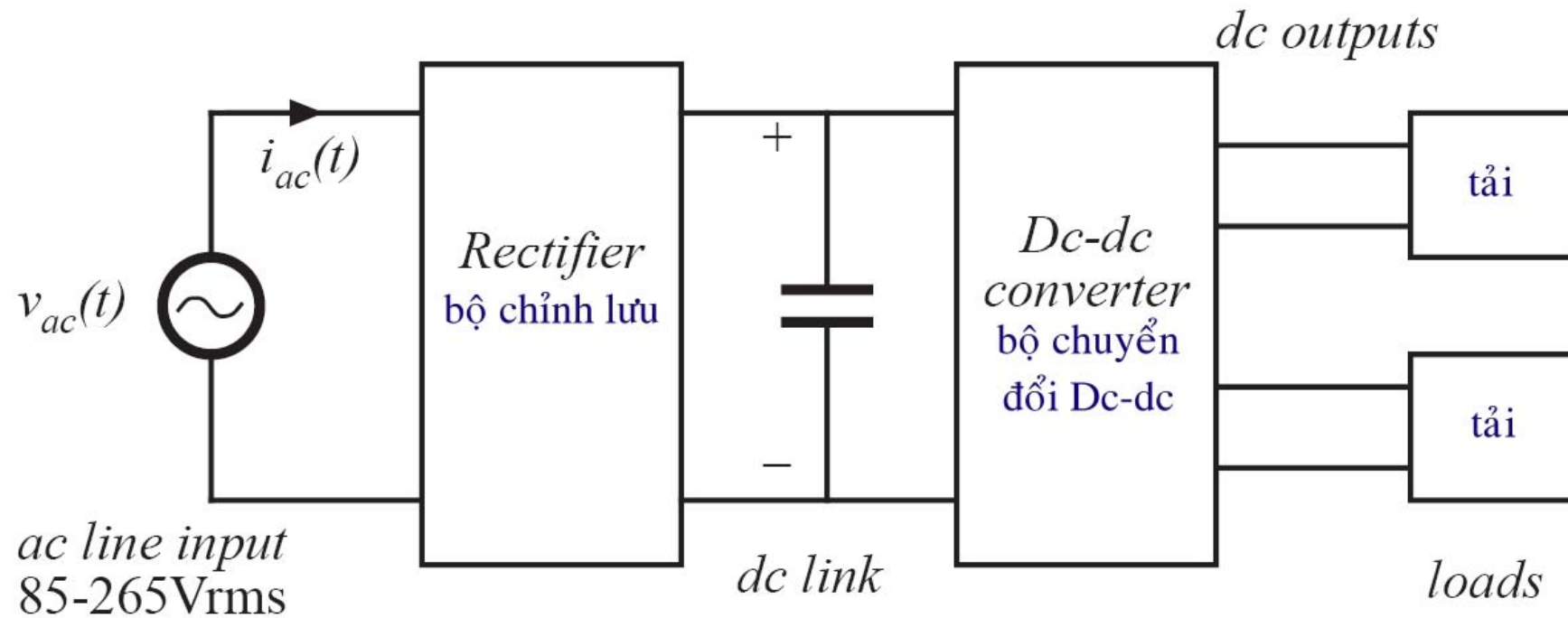


1.4 Một vài ứng dụng của điện công suất

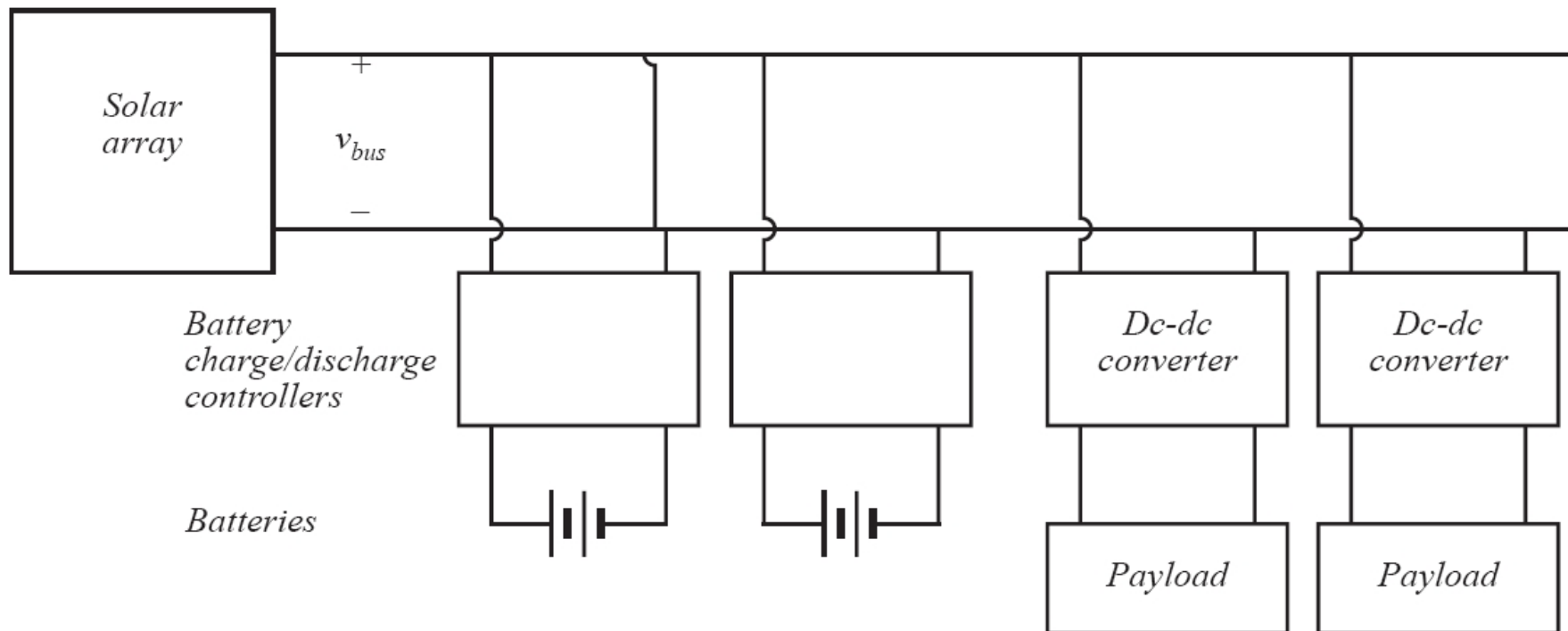
Những bất gặp trong chuyển đổi điện với hiệu suất cao:

- Nhỏ hơn 1W: trong các thiết bị di chuyển, cầm tay, pin...
- >10, 100, 1000 W: các thiết bị máy tính, văn phòng...
- kW, MW: trong bộ biến tần sử dụng cho động cơ, nhà máy tô cao tần, nhà máy sơn mạ điện...
- 1000MW: máy chỉnh lưu và bộ chuyển đổi trong tiện ích truyền tải điện 1 chiều. VD: hệ thống tàu điện...

Bộ nguồn cung cấp trong hệ thống máy tính



Hệ thống nguồn điện trên vệ tinh



Bộ biến tần thay đổi vận tốc động cơ AC

