



CHƯƠNG 4: Phân tích kinh tế - kỹ thuật cung cấp điện

Tiến sĩ Nguyễn Đức Tuyên

TABLE OF CONTENT

§4.1. KHÁI NIỆM CHUNG

4.1.1. Đặt vấn đề

4.1.2. Các thành phần chi phí cơ bản

§4.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH KINH TẾ - KỸ THUẬT TRONG CUNG CẤP ĐIỆN

4.2.1. Phương pháp dùng hàm chi phí tính toán hàng năm

4.2.2. Phương pháp dùng hàm chi phí vòng đời

1. Đặt vấn đề

❖ ***Khi thiết kế phải đảm bảo các chỉ tiêu về kỹ thuật và kinh tế***

- **Chỉ tiêu kỹ thuật**: Chất lượng điện, độ tin cậy, sự thuận tiện trong vận hành, độ bền vững công trình, khối lượng sửa chữa và đại tu, mức độ tự động hóa, an toàn...
- **Chỉ tiêu kinh tế**: Vốn đầu tư và chi phí vận hành hàng năm

❖ ***Phân tích kinh tế-kỹ thuật phải đảm bảo***

- Dựa trên quan điểm KT-KT, chọn sơ đồ cung cấp điện hợp lý nhất
- Chọn số lượng và dung lượng máy biến áp
- Chọn cấp điện áp tối ưu cho lưới
- Chọn thiết bị điện, phần tử dẫn điện và bảo vệ theo yêu cầu KT-KT

1. Đặt vấn đề

❖ Chọn phương án

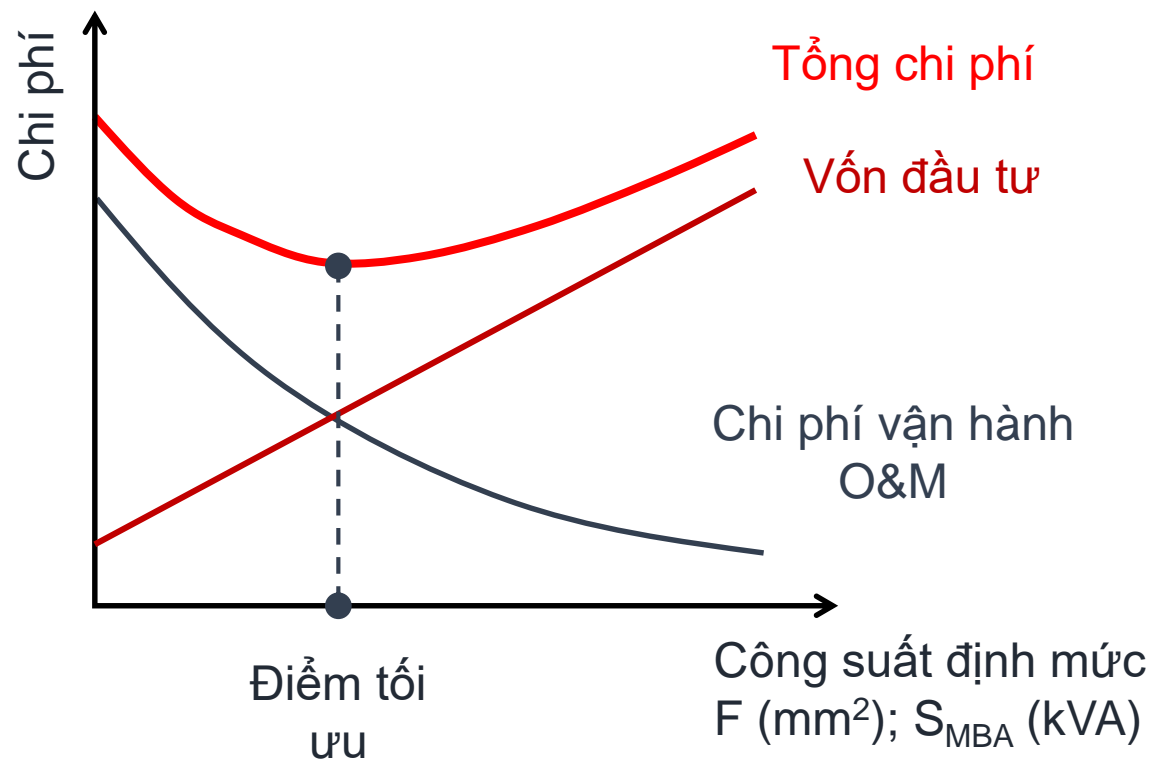
- Có nhiều biện pháp kỹ thuật để giải bài toán về cung cấp điện
- Phải tính toán kinh tế để so sánh, tìm ra phương án tốt nhất

❖ Chú ý

- Khi tiến hành đánh giá KT-KT, chỉ xét đến các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến việc chọn phương án.
- Kết quả tính toán chỉ là căn cứ quan trọng chứ không phải là quyết định cuối cùng để lựa chọn phương án.
- *Phải xem xét thêm:* đường lối phát triển kinh tế nói chung, quy mô phát triển, tình hình cung cấp vật tư thiết bị, trình độ thi công, các yếu tố văn hóa, xã hội, địa bàn, chính trị, quốc phòng...

2. Các thành phần chi phí cơ bản

❖ Hàm chi phí tính toán



Chú ý:

- Vốn đầu tư và phí tổn vận hành thường tỷ lệ nghịch với nhau.
 - Phương án vốn lớn thì phí tổn vận hành nhỏ và ngược lại.
- ➔ Phân tích KT-KT tìm lời giải tối ưu, hài hòa hai mặt trên

2. Các thành phần chi phí cơ bản

❖ Vốn đầu tư

$$V = V_{tb} + V_{xd} (+V_{gp})$$

Trong đó:

- V_{tb} : Vốn dùng để mua thiết bị và lắp ráp các thiết bị (đường dây: cột xà sứ, đào rãnh, xây cáp..., trạm biến áp, thiết bị điều khiển, bảo vệ, đóng cắt,...)
- V_{xd} : Đầu tư cho công tác xây dựng và lắp đặt công trình điện (trạm biến áp, trạm phân phối, trạm điều khiển...)
- V_{gp} : Nếu áp dụng một số giải pháp nhằm nâng cao các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật (nâng cao $\cos\varphi$, áp dụng Demand Side Management – DSM,...)

2. Các thành phần chi phí cơ bản

❖ **Phí tổn vận hành**

Phí tổn vận hành (Y): chi phí vận hành thiết bị / công trình điện suốt thời gian sử dụng

$$Y = C_{vh} + C_E + H$$

✓ **Chi phí quản lý hàng năm (C_{vh}):** chi phí cho công việc quản lý vận hành thiết bị / công trình điện bao gồm

- Chi phí cho khấu hao (phục hồi cơ bản và đại tu)
- Sửa chữa, trả lương cho công nhân và các khoản chi phí phụ khác (làm mát, sưởi ấm...).

$$C_{vh} = k_{vh} \cdot V$$

- k_{vh} : có thể tra cứu trong sổ tay phục vụ từng thiết bị
- Đối với thiết kế sơ bộ, $k_{vh} = 0,1$

2. Các thành phần chi phí cơ bản

❖ Chi phí tổn thất điện (C_E):

$$C_E = C_P + C_A = \Delta P \cdot \alpha_P + \Delta A \cdot \alpha_A$$

- C_P : Chi phí tổn thất công suất
- C_A : Chi phí tổn thất điện năng
 - ΔP : Tổn thất công suất trong HTCCĐ (kW)
 - α_P : Suất chi phí để cấp một đơn vị công suất (đ/kW)
 - ΔA : Tổn thất điện năng trong HTCCĐ (kWh):
 - Do dòng điện làm phát nóng
 - Do điện áp như tổn thất không tải, vầng quang
 - α_A : Giá điện năng (đ/kWh)
 - Nhiều trường hợp không xét C_P

$$C_E = C_A = \Delta A \cdot \alpha_A$$

2. Các thành phần chi phí cơ bản

❖ Tổn thất kinh tế do điện năng không đảm bảo (H) có hai loại:

- Chất lượng điện năng (CLĐN) kém gây tổn thất kinh tế (H_1)
 - Thiệt hại do H_1 khó định lượng vì tần suất lớn và phạm vi gây tác động rộng của các hiện tượng CLĐN
- Thiệt hại kinh tế do mất điện (H_2)
 - H_2 liên quan chặt chẽ với độ tin cậy (còn gọi chi phí độ tin cậy). Trong công nghiệp, H_2 có thể gây thiệt hại kinh tế:
 - Giảm năng suất hoặc tăng lượng phế phẩm
 - Hư hỏng thiết bị hoặc rối loạn quá trình công nghệ
 - Nhân công không làm việc do mất điện
 - Bồi thường tai nạn lao động

2. Các thành phần chi phí cơ bản

- Thực tế khó đánh giá chính xác H_2 .
- H_2 xác định thông qua các số liệu thống kê liên quan đến nguyên nhân gây mất điện.
- Trong thiết kế cung cấp điện cho các xí nghiệp công nghiệp, định lượng gần đúng H_2 :

$$H_2 = P_H \cdot T_H \cdot N \cdot \alpha_H$$

Trong đó

- P_H : Công suất cung cấp điện thiếu cho hộ tiêu thụ điện (kW)
- T_H : Thời gian mất điện trung bình (h)
- N : Số lần mất điện trung bình trong 1 năm (lần/năm)
- α_H : Suất thiệt hại do thiếu hụt điện năng (đ/kWh)

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCĐ

❖ Phương pháp 1: Dùng hàm chi phí tính toán hàng năm

➤ So sánh 2 phương án thiết kế

Hai phương án thiết kế A (V_A, Y_{0A}) và B (V_B, Y_{0B})

- **Quyết định ngay** phương án tốt hơn nếu:

V_A, Y_{0A} đều nhỏ hơn $V_B, Y_{0B} \rightarrow$ phương án A.

$V_A = V_B, Y_{0A} > Y_{0B}$ hay $Y_{0A} = Y_{0B}, V_A > V_B \rightarrow$ phương án B.

- **Cần tính toán:** Thông thường $V_A > V_B, Y_{0A} < Y_{0B}$

Số năm thu hồi vốn đầu tư chênh lệch: $T = \frac{\Delta V}{\Delta Y} = \frac{V_A - V_B}{Y_{0B} - Y_{0A}}$

Nếu $T \leq T_{tc}$ (5 Việt Nam, 8 Nga) \rightarrow Phương án A

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCD

❖ Phương pháp 1: Dùng hàm chi phí tính toán hàng năm

➤ So sánh nhiều phương án

✓ Nếu $T \leq T_{tc}$ chọn phương án A: $k_{hq} \cdot V_A + Y_{0A} < k_{hq} \cdot V_B + Y_{0B}$

- $k_{hq} = \frac{1}{T_{tc}}$: Hệ số hiệu quả thu hồi vốn đầu tư

✓ Hàm chi phí tính toán hàng năm: $Z = k_{hq} \cdot V + Y_0$

➔ Phương án hợp lý là phương án có Z nhỏ.

✓ **Tổng quát**, cần so sánh n phương án thiết kế cấp điện

- Lập hàm chi phí tính toán hàng năm cho từng phương án

$$Z = k_{hq} \cdot V + Y_0 = (k_{hq} + k_{vh}) \cdot V + C_{0E} + H_0$$

- C_{0E} : chi phí tổn thất điện hàng năm
- H_0 : tổn thất kinh tế hàng năm do điện năng không đảm bảo

➔ Phương án nào có Z nhỏ nhất sẽ là phương án tối ưu

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCĐ

❖ Phương pháp 1: Dùng hàm chi phí tính toán hàng năm

- ✓ Mạng hình tia, bỏ qua H và chỉ xét chi phí tổn thất điện năng:

$$Z = (k_{hq} + k_{vh}).V + C_{0E} = (k_{hq} + k_{vh}).V + \Delta A. \alpha_A$$

- ✓ Đối với dây dẫn, xác định *mật độ dòng điện kinh tế*

$$Z_L = (k_{hq} + k_{vh}).(a + b.F).L + 3.I_L^2 \cdot \frac{\rho.L}{F} \cdot \tau \cdot \alpha_A$$

V: Vốn đầu tư cho đường dây: $V = (a+b.F).L$

I_L : Dòng điện phụ tải lâu dài lớn nhất chạy trên dây dẫn

ρ : Điện trở suất của vật liệu làm dây dẫn

τ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất

- ✓ Thiết diện dây dẫn kinh tế sẽ làm cho Z_L nhỏ nhất

$$\frac{\partial Z_L}{\partial F} = (k_{hq} + k_{vh}).b.L - 3.I_L^2 \cdot \frac{\rho.L}{F^2} \cdot \tau \cdot \alpha_A = 0 \rightarrow F_{kt} = I_L \cdot \sqrt{\frac{3 \cdot \rho \cdot \tau \cdot \alpha_A}{(k_{hq} + k_{vh}).b}}$$

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCĐ

✓ Mật độ dòng kinh tế: $J_{kt} = \frac{I_L}{F_{kt}} = \sqrt{\frac{(k_{hq} + k_{vh}) \cdot b}{3 \cdot \rho \cdot \tau \cdot \alpha_A}}$

Bảng tra mật độ dòng kinh tế (Quy phạm trang bị điện – I.3.2)

Thời gian sử dụng công suất lớn nhất, h	Dây trần và thanh cái		Cáp bọc giấy cách điện và dây dẫn bọc cao su cách điện		Cáp bọc cao su cách điện và lõi đồng
	Đồng	Nhôm	Đồng	Nhôm	
1000 – 3000	2.5	1.3	3.0	1.6	3.5
3000 – 5000	2.1	1.1	2.5	1.4	3.1
5000 – 8760	1.8	1.0	2.0	1.2	2.7

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCĐ

- ❖ Nếu các phương án có Z khác nhau không quá 10% tức là trong giới hạn sai số cho phép thì có thể coi các phương án là tương đương về mặt kinh tế. Khi đó có thể chọn phương án có vốn đầu tư nhỏ hoặc có đặc điểm kỹ thuật nổi bật.
- ❖ **Nhược điểm phương pháp hàm chi phí tính toán:**
 - *Giả thiết phí tổn vận hành hàng năm là Y_0 **không đổi**.* Nhưng, thực tế Y_0 thay đổi theo thời gian.
 - Chưa xét đến **yếu tố thời gian của dòng chi phí**

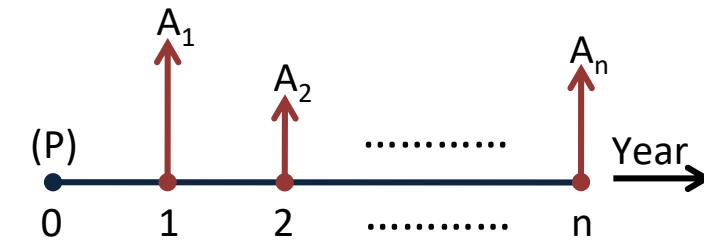
Tức là, vốn đầu tư có thể trải ra các năm trong thời gian thực hiện dự án.

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCD

❖ Phương pháp 2: Dùng hàm chi phí vòng đời

❑ Quy đổi giá trị theo thời gian

- ✓ Giá trị quy đổi hiện tại (Net Present Value) của chi phí A



Năm xảy ra A	1	2	...	T
Giá trị hiện tại thực của A	$NPV(A)_1 = \frac{A}{1+i}$	$NPV(A)_2 = \frac{A}{(1+i)^2}$...	$NPV(A)_T = \frac{A}{(1+i)^T}$

- ✓ i : Suất chiết khấu, phản ánh mức độ lạm phát của thị trường, i thường lấy bằng lãi suất ngân hàng (i có thể thay đổi năm).
- ✓ Giá trị hiện tại thực dòng các chi phí A_1, A_2, \dots, A_T trong T năm

$$P = \frac{A_1}{1+i} + \frac{A_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{A_T}{(1+i)^T}$$

- ✓ $A_1 = A_2 = \dots = A_T$: $P = A \cdot \left(\sum_{k=1}^T \frac{1}{(1+i)^k} \right) = A \cdot \frac{(1+i)^T - 1}{i \cdot (1+i)^T} = A \cdot K_{P/A}$

3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCD

❖ Phương pháp 2: Dùng hàm chi phí vòng đời

❑ Phương pháp chi phí vòng đời

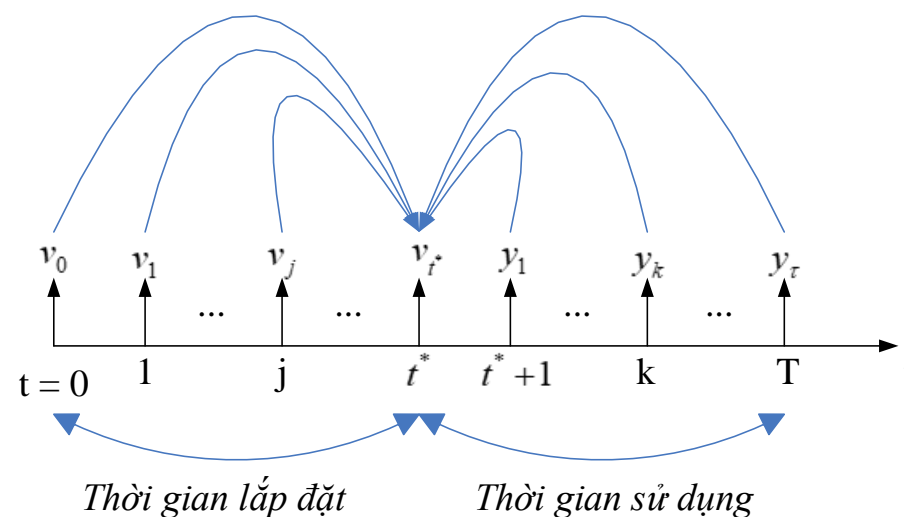
- ✓ Chi phí vòng đời của thiết bị / công trình điện: toàn bộ chi phí phát sinh trong thời gian lắp đặt và vận hành

$$C_{vđ} = V + Y$$

Trong đó:

- V : Vốn đầu tư
- Y : Phí tổn vận hành

- ✓ Nếu phân tích kinh tế - kỹ thuật dùng chi phí vòng đời làm hàm mục tiêu, phương án nào có $C_{vđ}$ nhỏ nhất thì là tối ưu nhất.



3. Phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật trong CCĐ

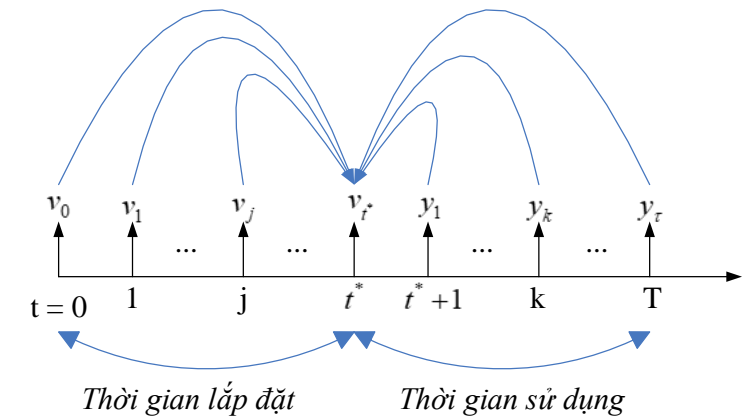
❖ V và Y từng PA qui đổi về cùng một thời điểm (t^*) để so sánh:

$$V = \sum_{j=0}^{t^*} v_j \cdot (1+i)^{t^*-j}$$

- v_j : vốn đầu tư năm thứ j trong thời gian xây dựng

$$Y = \sum_{k=1}^{\tau} \frac{y_k}{(1+i)^k}$$

- y_k : phí tổn vận hành của năm thứ j trong thời gian sử dụng
- τ : thời gian sử dụng công trình điện, $\tau = T - t^*$



❖ Một số trường hợp riêng:

✓ Nếu $t^* = 1 \rightarrow C_{vđ}$ quy đổi về cuối năm hoàn thành xây dựng:

$$C_{vđ} = V + \sum_{k=1}^T \frac{y_k}{(1+i)^k}$$

✓ Nếu phí tổn vận hành hàng năm Y_0 ít thay đổi:

$$C_{vđ} = V + Y_0 \cdot \frac{(1+i)^T - 1}{i \cdot (1+i)^T} = V + Y_0 \cdot K_{P/A}$$

VÍ DỤ 1

Động cơ tiêu thụ 4×10^6 kWh trong một năm. Nâng cấp động cơ này lên động cơ hiệu suất cao sẽ tiết kiệm điện 10% với vốn đầu tư cho nâng cấp là \$80,000. Giả thiết là giá 8 cents một kWh và vòng đời động cơ là 20 năm với lãi suất là 20%. Chọn phương án tốt hơn bằng cả hai phương pháp đã học

Giải

1. Hàm chi phí tính toán hàng năm

Phương án 1: $Z_1 = V_1 + Y_1 = 0 + 4 \times 10^6 \times 0.08\$ = \$320,000$

Phương án 2: Chi phí khấu hao hàng năm V_2 :

$$K_{P/A} = \frac{(1+0.2)^{20}-1}{0.2(1+0.2)^{20}} = 4.87 \Rightarrow K_{hq} = \frac{1}{4.87} \approx 0.2$$

$$V_2 = V_{dt} \times K_{hq} = 80,000 \times 0.2 = \$16,000$$

Chi phí điện hàng năm $Y_2 = 0.9 \times 320,000 = \$288,000$ (tiết kiệm 10%)

$$\Rightarrow Z_2 = V_2 + Y_2 = \$304,000 < Z_1$$

2. Hàm chi phí vòng đời

Phương án 1: $V_1 = 0; Y_1 = \$320,000 \Rightarrow C_{vd1} = Y_1 \times K_{P/A} = \$1,558,400$

Phương án 2: $V_2 = \$80,000; Y_2 = 0.9 \times 320,000 = \$288,000$

$$\Rightarrow C_{vd2} = V_2 + Y_2 \times K_{P/A} = \$1,482,560 < C_{vd1}$$

VÍ DỤ 2

Mạng cao áp cấp cho PT loại 2 có công suất $S=3000\text{kVA}$ và hệ số công suất $\cos\varphi = 0.85$. Số lần mất điện trung bình $N=0.08$ lần/năm với thời gian $T_{\text{mđ1}}=24\text{h}$. Để giảm tổn thất dùng dây dự phòng thì $T_{\text{mđ2}}=1.5\text{h}$. Tính tổn thất mất điện biết giá mất điện $a=2000\text{đ/kWh}$.

Giải:

✓ Không dự phòng: $C_{\text{mđ1}}=P.T_{\text{mđ1}}.N.a=3000\times0.85\times24\times0.08\times2000=9.792.000\text{đ}$

✓ Có dự phòng: $C_{\text{mđ1}}=P.T_{\text{mđ1}}.N.a=3000\times0.85\times1,5\times0.08\times2000=612.000\text{đ}$

➔ Như vậy giảm khá nhiều tiền do xây đường dây dự phòng, nhưng mất vốn đầu tư ban đầu.

VÍ DỤ 3

So sánh hai phương án xây dựng đường dây cao áp trên không $U=22\text{kV}$ có $k_{hq}=0.24$ và giá điện là $a=2000\text{đ/kWh}$.

Phương án	Vốn 10^6 đ	Tổn thất điện năng $\Delta A(\text{kWh})$	Chi phí vận hành $C_{vh} (10^6\text{đ})$	Chi phí tính toán C_{tt}
PA1	30	24000	48	$C_{tt1}=0.24 \times 30 + 48 = 55.2$
PA2	17,8	31000	62	$C_{tt2}=0.24 \times 17,8 + 62 = 66.3$

→ Chọn Phương án 1

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày các thành phần chi phí cơ bản dùng trong phân tích kinh tế - kỹ thuật trong cung cấp điện?
2. Phí tổn vận hành hàng năm là gì ? Nêu các thành phần chi phí trong phí tổn vận hành hàng năm.
3. Trình bày phương pháp phân tích kinh tế - kỹ thuật dùng hàm chi phí tính toán hàng năm để so sánh hai và nhiều phương án thiết kế cung cấp điện ? Trình bày cách xác định mật độ dòng điện kinh tế ?
4. Chi phí vòng đời là gì ? Lập hàm chi phí vòng đời.

Q&A

