

HƯỚNG DẪN

BÀI TẬP DÀI VÀ ĐỒ ÁN MÔN HỌC CUNG CẤP ĐIỆN

5.2007

I. Diễn giải yêu cầu thiết kế

1.1. Số liệu phụ tải

- Bảng 1 và Hình 1 cho số liệu tổng quan của phụ tải toàn nhà máy bao gồm vị trí, diện tích, công suất đặt và yêu cầu cung cấp điện của các phân xưởng trong nhà máy. Tỷ lệ xích trên Hình 1 cho phép tính chính xác kích thước thực tế của các phân xưởng để từ đó tính diện tích của chúng.
- Bảng 2 và Hình 2 cho số liệu của phụ tải trong phân xưởng sửa chữa cơ khí.
- Thời gian sử dụng công suất lớn nhất của phụ tải nhà máy : T_{\max}

1.2. Số liệu liên kết với nguồn

- Điện áp liên kết với nguồn : Cho biết điện áp của các lưới hệ thống ở lân cận vị trí nhà máy cần thiết kế cung cấp điện. Khi thiết kế cần phải chọn cấp điện áp để liên kết HTCCĐ của nhà máy với lưới hệ thống.
- Khoảng cách và loại đường dây nối từ lưới hệ thống (trạm biến áp trung gian) đến nhà máy. Khoảng cách và công suất phụ tải cho phép sơ bộ lựa chọn cấp điện áp liên kết với nguồn điện.
- Công suất ngắn mạch của hệ thống điện tại phía hạ áp của trạm biến áp trung gian (tại nơi kết nối giữa lưới hệ thống với nhà máy. Mục đích để đi tính ngắn mạch và lựa chọn thiết bị điện.

1.3. Yêu cầu thiết kế cung cấp điện

- Yêu cầu phần thuyết minh
- Yêu cầu phần bản vẽ bảo vệ

II. Xác định phụ tải tính toán

2.1. Tổng quan các phương pháp xác định phụ tải tính toán và phạm vi ứng dụng

- Phương pháp xác định PTTT theo hệ số nhu cầu (K_{nc}) và công suất đặt (P_d). Kém chính xác, không xét được chế độ vận hành của các phụ tải, chỉ dùng trong tính toán sơ bộ khi biết số liệu rất ít về phụ tải như P_d và tên phụ tải.
- Phương pháp xác định PTTT theo hệ số cực đại (K_{\max}) và công suất trung bình (P_{tb}). Có thể xét đến cách chế độ làm việc của phụ tải nên kết quả tính toán chính xác hơn. Sử dụng khi có số liệu chi tiết của phụ tải.
- Phương pháp xác định PTTT theo suất phụ tải trên một đơn vị diện tích. Kém chính xác, chỉ sử dụng để xác định sơ bộ phụ tải có đặc điểm là phân bố tương đối đều trên một diện tích rộng.

Trình bày tóm tắt các phương pháp trên và phạm vi ứng dụng của các phương pháp. Liên hệ ứng dụng đối với phụ tải của nhà máy.

2.2. Xác định phụ tải tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí

a. Phân nhóm phụ tải

Tiêu chí phân nhóm

- Các thiết bị trong cùng một nhóm nên có chế độ làm việc tương tự nhau,
- Tổng công suất định mức của các nhóm phụ tải nên xấp xỉ nhau, hơn nữa tổng số phụ tải của các nhóm cũng nên xấp xỉ nhau và nên trong khoảng 8 đến 12 phụ tải.
- Các thiết bị trong cùng một nhóm nên ở gần nhau.

Chú ý rằng cách tiêu chí trên khó có thể thỏa mãn đồng thời vì đặc điểm của phụ tải thường là không xác định. Tiêu chí 2 và 3 thường hay sử dụng.

b. Xác định phụ tải tính toán thành phần động lực của các nhóm sử dụng phương pháp xác định PTTT theo K_{\max} và P_{tb} .

Trình tự như sau

- Quy đổi P_{dm} các phụ tải về chế độ làm việc dài hạn

+ Một pha điện áp pha - ba pha : $P_{dm.3P} = 3 \cdot P_{dm.PN}$

+ Một pha điện áp dây - ba pha : $P_{dm.3P} = \sqrt{3} \cdot P_{dm.PP}$

+ Ngắn hạn lặp lại về dài hạn : $P_{dm.qd} = P_{dm} \cdot \sqrt{K_d}$

Các phụ tải làm việc theo chế độ ngắn hạn lặp lại thường là thiết bị cầu, nâng tải trọng, máy biến áp hàn.

- Xác định PTTT các nhóm theo K_{\max} và P_{tb} $P_{n\text{hom}} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot P_{dm.n\text{hom}} = K_{\max} \cdot K_{sd} \cdot \sum_{i=1}^n P_{dm.i}$

- Lập bảng tổng hợp kết quả tính toán phụ tải động lực các nhóm.

Nhóm	$P_{dm.nhóm}$	n	K_{sd}	$\cos\varphi$	η_{hq}	K_{\max}	P_{tt} (kW)	Q_{tt} (kVAr)	S_{tt} (kVA)	I_{tt} (A)
1										
...										

c. Xác định phụ tải tính toán của toàn PXSCCK

- Xác định phụ tải động lực của toàn PXSCCK

$$P_{dl} = K_{dt} \sum_{i=1}^m P_{n\text{hom}.i}$$

$$Q_{dl} = K_{dt} \sum_{i=1}^m Q_{n\text{hom}.i}$$

- Xác định phụ tải chiếu sáng của PXSCCK

Từ Hình 1, đo và tính diện tích của phân xưởng S.

Tra sổ tay tìm suất chiếu sáng p_o (W/m^2) cho PXSCCK

Tính công suất chiếu sáng thành phần tác dụng : $P_{cs} = p_o \cdot S$

Sơ bộ chọn loại thiết bị chiếu sáng : Đèn sợi đốt ($\cos\varphi = 1$), đèn huỳnh quang ($\cos\varphi = 0,85$). Từ đó tính được $\cos\varphi_{cs}$ và $\text{tg}\varphi_{cs}$. Cuối cùng tính $Q_{cs} = P_{cs} \cdot \text{tg}\varphi_{cs}$.

- Xác định PTTT của PXSCCK

$$P_{PX} = P_{dl} + P_{cs}$$

$$Q_{PX} = Q_{dl} + Q_{cs}$$

$$S_{PX} = \sqrt{P_{PX}^2 + Q_{PX}^2}$$

2.3. Xác định phụ tải tính toán của các phân xưởng còn lại

- Xác định phụ tải động lực của các phân xưởng

Tra K_{nc} và $\cos\varphi$ của phụ tải động lực phân xưởng

$$P_{dl} = K_{nc} \cdot P_d$$

$$Q_{dl} = P_{dl} \cdot \text{tg}\varphi$$

- Xác định phụ tải chiếu sáng của phân xưởng : Tương tự như đối với PXSCCK.

- Xác định PTTT của toàn bộ phân xưởng

$$P_{PX} = P_{dl} + P_{cs}$$

$$Q_{PX} = Q_{dl} + Q_{cs}$$

$$S_{PX} = \sqrt{P_{PX}^2 + Q_{PX}^2}$$

Kết quả được tổng kết trong bảng sau

STT	Tên PX	P _{đặt} (kW)	F _{PX} (m ²)	K _{nc}	cosφ	p _o (W/m ²)	P _{đl} (kW)	Q _{đl} (kVAr)	P _{cs} (kW)	Q _{cs} (kVAr)	P _{PX} (kW)	Q _{PX} (kVAr)	S _{PX} (kVA)
1													
...													

2.4. Xác định phụ tải tính toán của toàn nhà máy - Biểu đồ phụ tải

- Xác định phụ tải tính toán của toàn nhà máy

$$P_{NM} = K_{dt} \sum_{i=1}^n P_{PX.i}$$

$$Q_{NM} = K_{dt} \sum_{i=1}^n Q_{PX.i}$$

$$S_{NM} = \sqrt{P_{NM}^2 + Q_{NM}^2}$$

$$\cos \varphi = \frac{P_{NM}}{S_{NM}} \text{ (nhìn chung } \cos \varphi = 0,6 \div 0,85)$$

- Lập bảng tổng kết phụ tải tính toán của toàn nhà máy

STT	Tên PX	S _{PX} (kVA)	R (mm)	α _{cs} (°)
1				
...				

Trong đó

$$R = \sqrt{\frac{S_{PX}}{\pi \cdot m}}, \text{ chọn } m : \text{ Tỷ lệ xích (kVA/mm}^2\text{) thích hợp, thường lấy } m \approx 3 \text{ kVA/mm}^2$$

$$\alpha_{cs} = \frac{360 \cdot P_{cs}}{P_{PX}}$$

- Vẽ biểu đồ phụ tải của toàn nhà máy

2.5. Xác định phụ tải tính toán của khu công nghiệp

Để xác định phụ tải tính toán cho các nhà máy trong một khu công nghiệp, có thể căn cứ theo các số liệu ban đầu sau

- Theo hệ số nhu cầu và công suất đặt

Công suất đặt của nhà máy được tính từ công suất của trạm biến áp nguồn đăng ký của nhà máy trong quy hoạch khu công nghiệp

Nếu là trạm biến áp một máy biến áp : $S_{đNM} = S_{đmB} \cdot K_{hc}$

Nếu là trạm biến áp hai máy biến áp : $S_{đNM} = K_{qt} \cdot K_{hc} \cdot S_{đmB}$

$K_{qt} = 1,3$ (đối với máy biến áp phân phối) và $1,4$ (đối với máy biến áp trung gian).

K_{hc} : Hệ số hiệu chỉnh theo nhiệt độ vận hành.

Tra K_{nc} và $\cos\varphi$ của các nhà máy trong khu công nghiệp. Từ đó tính được

$$P_{tt.NM} = K_{nc} \cdot S_{đNM} \cdot \cos\varphi_{NM}$$

$$Q_{tt.NM} = P_{tt.NM} \cdot \tan\varphi_{NM}$$

$$S_{tt.NM} = \sqrt{P_{tt.NM}^2 + Q_{tt.NM}^2}$$

- Theo dự báo sản lượng của nhà máy khi đưa vào hoạt động

$$P_{tt.NM} = \frac{W_0 \cdot N}{T}$$

Trong đó :

W_0 (kWh/sản phẩm) : Suất tiêu hao điện năng cho một đơn vị sản phẩm.

N : Sản lượng trong một đơn vị thời gian (1 năm)

T : Số giờ cho một đơn vị thời gian (8760h/năm)

Tra $\cos\varphi$ của các nhà máy theo K_{nc} trên đây. Từ đó tính ra $Q_{tt.NM}$ và $S_{tt.NM}$.

- Vẽ biểu đồ phụ tải của khu công nghiệp.

III. Thiết kế mạng cao áp của nhà máy

3.1. Chọn cấp điện áp nguồn điện cấp cho mạng cao áp của nhà máy

Cấp điện áp vận hành của nguồn điện của mạng cao áp của nhà máy chính là cấp điện áp của lưới điện tại nơi liên kết giữa hệ thống cung cấp điện của nhà máy với hệ thống điện. Điểm liên kết này thường tại các trạm biến áp trung gian (TBATT) của hệ thống điện. Việc chọn cấp điện áp nguồn điện được tiến hành như sau

- Xác định điện áp tính toán theo công thức kinh nghiệm như sau

$$U_{tt} = 4,34 \cdot \sqrt{l + 0,016 \cdot P}$$

Trong đó

l : Khoảng cách từ nhà máy đến trạm biến áp trung gian của hệ thống điện (km)

P : Công suất tính toán của phụ tải nhà máy (kW).

- Nếu điện áp nguồn là tùy chọn thì so sánh U_{tt} với các cấp điện áp định mức chuẩn của lưới điện (6, 10, 22, 35)kV. U_{tt} gần cấp điện áp nào nhất thì chọn trị số đó làm điện áp nguồn.
- Nếu chỉ được chọn giữa một số cấp điện áp nguồn cho trước thì so sánh U_{tt} với các cấp điện áp đó và chọn cấp điện áp là trị số cho trước gần với U_{tt} nhất.

3.2. Đề xuất các phương án sơ đồ cung cấp điện của mạng cao áp nhà máy

a. Chọn sơ đồ cung cấp điện từ nguồn điện nhà máy

Từ nguồn (tức là từ TBATG của hệ thống điện) có thể cấp điện đến nhà máy theo các hình thức sau

- Cách thứ nhất dẫn điện bằng một đường dây từ TBATG của hệ thống điện đến tâm phụ tải (trạm trung tâm) của toàn nhà máy để từ đó phân phối đến các phân xưởng. Cách này áp dụng cho trường hợp TBATG ở xa nhà máy. Tâm phụ tải của nhà máy được xác định như sau

$$x_0(y_0) = \frac{\sum_{i=1}^n S_{PX.i} \cdot x_i(y_i)}{\sum_{i=1}^n S_{PX.i}}$$

Trong đó

x_0, y_0 : Tọa độ của trọng tâm phụ tải nhà máy

x_i, y_i : Tọa độ của phân xưởng thứ i có công suất $S_{PX.i}$.

Có thể có hai phương án kết cấu trạm trung tâm như sau

- + Tại tâm phụ tải của nhà máy đặt một trạm biến áp trung tâm (TBATT) hạ điện áp nguồn xuống một điện áp trung gian (ví dụ hạ từ 35kV hoặc 22kV xuống 10kV hoặc 6kV) rồi cấp điện cho các phân xưởng thông qua các trạm biến áp phân xưởng (TBAPX).
- + Tại tâm phụ tải của nhà máy đặt một trạm phân phối trung tâm (TPPTT) không có máy biến áp, chỉ gồm các thiết bị đóng cắt phân phối tới các TBAPX.
- Cách thứ hai cấp điện trực tiếp từ trạm biến áp trung gian của hệ thống điện đến các phân xưởng của nhà máy (sơ đồ "dẫn sâu") bằng nhiều đường dây. Phương pháp này chỉ thực hiện nếu TBATT của hệ thống điện ở rất gần nhà máy và trong nhà máy có một số phụ tải có công suất rất lớn và quan trọng.

b. Chọn phương án trạm biến áp phân xưởng

Nguyên tắc chọn phương án trạm biến áp phân xưởng

- Chọn ít chủng loại công suất máy biến áp, không nên chọn công suất máy biến áp phân phối (MBAPP) trên 1000kVA vì loại máy này không được sản xuất phổ biến.
- Các phụ tải công suất lớn (trên 2000kVA) có thể được cấp điện từ 2 TBAPX trở lên.
- Các phụ tải công suất nhỏ gần nhau có thể được cấp chung qua 1 TBAPX. Vị trí TBAPX trong trường hợp này nên đặt tại phân xưởng có công suất lớn và yêu cầu cung cấp điện cao nhất.
- Số máy biến áp trong một TBAPX được chọn theo yêu cầu cung cấp điện của phụ tải (phân xưởng) quan trọng nhất được cấp từ TBAPX đó. Phụ tải loại I và II đặt 2 máy, phụ tải loại III đặt 1 máy.

c. Chọn sơ đồ cấp điện từ trạm trung tâm tới các TBAPX

Nguyên tắc chọn sơ đồ như sau

- Nối trực tiếp (hình tia) trạm trung tâm với các TBAPX ở gần.
- Nối trực tiếp (hình tia) trạm trung tâm với các TBAPX ở xa có công suất lớn
- Các TBAPX có công suất nhỏ ở xa trạm trung tâm được nối với TBAPX ở gần trạm trung tâm hơn bằng cáp cao áp.

d. Vẽ các phương án cấp điện mạng cao áp của nhà máy (khoảng 4 phương án)

3.3. Sơ bộ chọn các thiết bị điện

a. Chọn công suất máy biến áp

Việc chọn công suất máy biến áp được thực hiện theo các phương án sơ đồ được đề xuất ở 3.2.

Chọn công suất TBATT đối với phương án dùng TBATT. Chọn công suất TBAPX theo các phương án trạm biến áp phân xưởng và sơ đồ nối từ trạm trung tâm đến TBAPX

- Điều kiện chọn máy biến áp

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{TBA}}{N_B \cdot k_{hc}}$$

Trong đó

S_{TBA} : Phụ tải cực đại của trạm biến áp. Đối với TBATT thì S_{TBA} sẽ là phụ tải tính toán của toàn nhà máy. Đối với TBAPX, S_{TBA} sẽ là phụ tải tính toán của TBAPX. Trị số này phụ thuộc vào công suất và $\cos\varphi$ của các phân xưởng mà TBAPX cấp điện.

N_B : Số máy biến áp trong trạm.

k_{hc} : Hệ số hiệu chỉnh S_{dmB} theo nhiệt độ vận hành. $k_{hc} = 1 - \frac{t - t_0}{100}$

- Điều kiện kiểm tra (chỉ áp dụng cho trạm biến áp có $N_B \geq 2$)

$$S_{dmB} \geq \frac{S_{TBA}^{sc}}{(N_B - 1) \cdot k_{qt} \cdot k_{hc}}$$

Trong đó

S_{TBA}^{sc} : Phụ tải cực đại của trạm biến áp trong chế độ 1 trong N_B MBA sự cố không làm việc. Khi đó cho phép cắt một số phụ tải không quan trọng (phụ tải loại III) để giảm nhẹ dung lượng MBA.

Đối với TBATT, có thể lấy $S_{TBA}^{sc} = 0,7 \cdot S_{TBA}$.

Đối với TBAPX cũng giả thiết trong phụ tải loại I có khoảng 30% phụ tải loại III có thể cắt điện khi sự cố. Các phụ tải loại III được phép cắt điện khi sự cố. Khi đó $S_{TBA}^{sc} = 0,7 \cdot S_{TBA}^I$.

Trong đó S_{TBA}^I là tổng công suất các phụ tải loại I được cấp điện từ TBAPX đang chọn công suất.

k_{qt} : Hệ số quá tải. Trong thiết kế lấy $k_{qt} = 1,4$.

N_B : Số máy biến áp trong trạm.

- Lập bảng tổng kết như ví dụ sau

Phân xưởng (PX)		Phụ tải tính toán PX		Phụ tải tính toán TBAPX			Chọn công suất TBAPX		
Tên PX	STT	P_{PX} (kW)	Q_{PX} (kVAr)	P_{TBA} (kW)	Q_{TBA} (kVAr)	S_{TBA} (kVA)	Ký hiệu	S_{dmB} (kVA)	N_B
PX 1	2	400	300	400	300	500	B1	250	2
PX 2	3	300	300	800	600	1000	B2	560	2
PX 3	6	500	300						
...

b. Chọn thiết diện dây dẫn

b1. Chọn thiết diện cáp trung áp

- Điều kiện chọn : Chọn theo mật độ dòng điện kinh tế

+ Tính thiết diện kinh tế của dây dẫn

$$F_{kt} = \frac{I_{lv\max}}{J_{kt}}$$

+ Chọn thiết diện chuẩn gần thiết diện kinh tế nhất

- Điều kiện kiểm tra

+ Kiểm tra điều kiện phát nóng dài hạn $k.I_{cp} \geq I_{lv\max}$

+ Kiểm tra điều kiện tổn thất điện áp cho phép : $\Delta U_{\max} \leq \Delta U_{cp}$

Chỉ cần chọn một xuất tuyến có chiều dài lớn nhất và công suất lớn nhất để kiểm tra.

b2. Chọn thiết diện cáp hạ áp

- Điều kiện chọn : Phát nóng dài hạn $k.I_{cp} \geq I_{lv\max}$

- Điều kiện kiểm tra : Tổn thất điện áp cho phép : $\Delta U_{\max} \leq \Delta U_{cp}$ Chọn một xuất tuyến có chiều dài lớn nhất và công suất lớn nhất để kiểm tra.

- Lập bảng tổng kết như ví dụ sau

Nhánh	U_{dm} (kV)	S (kVA)	I (A)	J_{kt} (A/mm ²)	F_{kt} (mm ²)	Chọn F (mm ²)	I_{cp} (A)
TBATT - B1	10						
...							
B1 - PX5	0,4						
...							

c. Chọn máy cắt cao áp

- Vẽ sơ đồ trạm trung tâm và xác định số máy cắt cao áp. Phương án dùng trạm phân phối trung tâm chỉ có máy cắt ở một cấp điện áp. Phương án dùng trạm biến áp trung tâm phải xét máy cắt ở cả hai cấp điện áp cao áp.

- Sơ bộ chọn máy cắt cao áp theo điều kiện sau

+ Loại máy cắt

+ $U_{dmMC} \geq U_{dm.m}$

+ $I_{dmMC} \geq I_{lv\max}$

3.4. Tính toán kinh tế kỹ thuật chọn phương án thiết kế

Việc tính toán được thực hiện cho từng phương án. Đối với mỗi phương án, trình tự các bước tính toán kinh tế kỹ thuật như sau

- Xác định vốn đầu tư thiết bị : Lập bảng tổng kết khối lượng vật tư thiết bị (chỉ xét MBA, dây dẫn và máy cắt cao áp). Áp giá và tính tổng vốn đầu tư từng loại thiết bị và cả phương án.

Thiết bị điện	Đơn vị	Đơn giá (Tr.đ)	Phương án 1		Phương án 2		Phương án 3		Phương án 4	
			SL	Thành tiền	SL	Thành tiền	SL	Thành tiền	SL	Thành tiền
MBA 35/10kV - 5600kV	Chiếc	250	2	500	2	500	0	0	0	0
MBA 10/0,4kV - 400kVA	Chiếc	40	6	240	8	320	0	0	0	0
MBA 35/0,4kV - 400kVA	Chiếc	48	0	0	0	0	6	288	8	384
...										
Cáp 10kV XLPE 3x50mm ²	m	0.32	400	128	500	160	0	0	0	0
Cáp 35kV XLPE 3x50mm ²	m	0.45	0	0	0	0	400	180	500	225
...										
Cáp 0,6/1kV PVC 3x185mm ²	m	0.15	100	15	80	12	100	15	80	12
...										
Máy cắt 10kV-800A	Chiếc	200	14	2800	16	3200	0	0	0	0
Máy cắt 35kV-1250A	Chiếc	350	2	700	2	700	14	4900	16	5600
Tổng giá			

Chú ý : Chiều dài cáp bằng tổng chiều dài các đoạn cáp dùng cho mỗi phương án

- Tính tổn thất điện năng

Việc tính tổn thất công suất và tổn thất điện năng được tính mẫu cho một phương án. Các phương án khác tính tương tự. Kết quả được tổng hợp dưới dạng bảng số liệu.

+ Tổn thất điện năng đường dây

Tổn thất điện năng trên mỗi đoạn đường dây được xác định như sau

$$\Delta A = \Delta P \cdot \tau = \frac{P^2 + Q^2}{U_{dm}^2} \cdot R \cdot \tau$$

Trong đó :

P, Q là công suất tác dụng và phản kháng chạy trên đoạn đường dây (hoặc cáp).

R : Điện trở đoạn đường dây. $R = r_0 \cdot l$, r_0 và l lần lượt là điện trở đơn vị (Ω/km) và chiều dài đoạn đường dây (km).

U_{dm} : Điện áp định mức của đường dây

τ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất. $\tau = (0,124 + T_{\max} \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760$ (giờ).

Tổng tổn thất điện năng của đường dây (hoặc cáp) bằng tổng các tổn thất điện năng trên tất cả các đoạn đường dây (hoặc cáp) trên sơ đồ của phương án.

+ Tổn thất điện năng máy biến áp

Tổn thất điện năng của mỗi trạm biến áp được xác định như sau

$$\Delta A = N_B \cdot \Delta P_0 \cdot 8760 + \frac{1}{N_B} \cdot \left(\frac{S_{\max}}{S_{dmB}} \right)^2 \cdot \Delta P_N \cdot \tau$$

Trong đó :

N_B : Số máy biến áp trong trạm biến áp.

S_{\max} : Phụ tải lớn nhất của trạm biến áp.

S_{dmB} , ΔP_0 và ΔP_N : Công suất định mức, tổn thất không tải và tổn thất ngắn mạch của máy biến áp.

τ : Thời gian tổn thất công suất lớn nhất.

Tổng tổn thất điện năng của trạm biến áp bằng tổng các tổn thất điện năng trên tất cả các trạm biến áp trên sơ đồ của phương án.

- Lập bảng tổng kết

Các đại lượng	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3	Phương án 4
Vốn đầu tư (Tr.đ)				
Tổn thất điện năng (kWh)				
Hàm chi phí tính toán (Tr.đ)				

Nhận xét và lựa chọn phương án thiết kế.

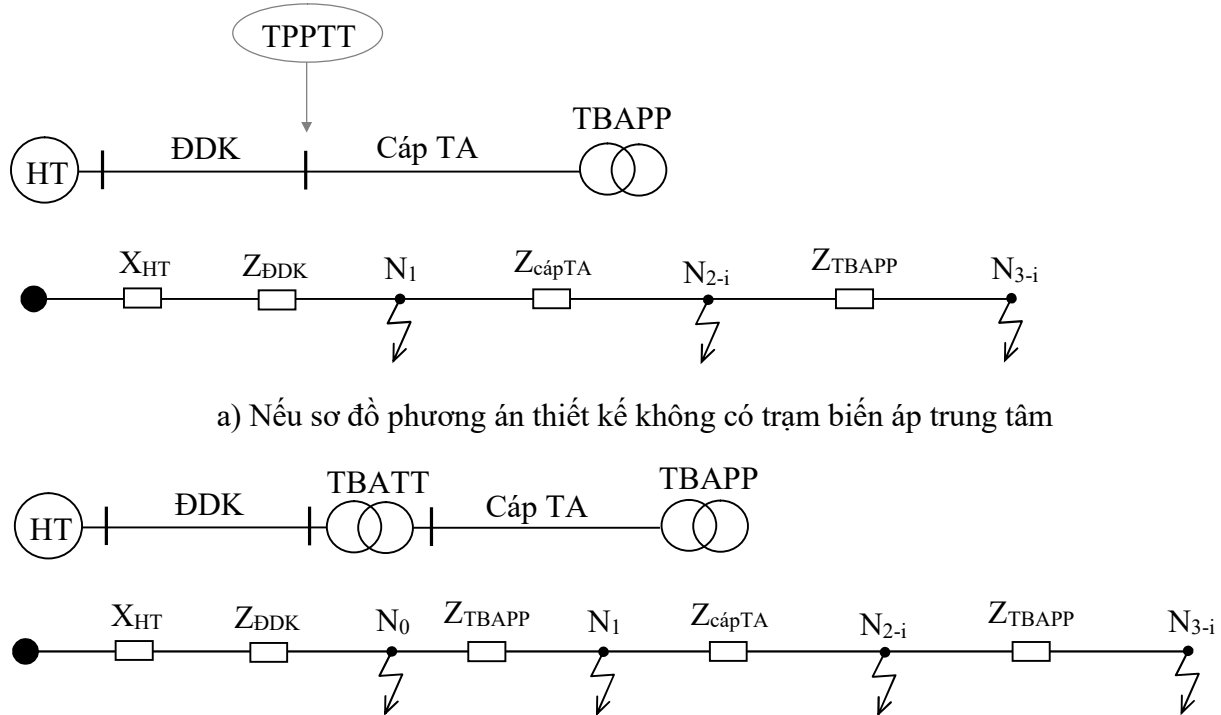
3.5. Thiết kế chi tiết cho phương án được chọn

a. Chọn thiết diện dây dẫn nối từ hệ thống điện về nhà máy

b. Tính toán ngắn mạch

- Mục đích tính ngắn mạch để kiểm tra các thiết bị đã sơ bộ chọn trên đây (máy biến áp, cáp trung áp, máy cắt trung áp) trong chế độ sự cố ngắn mạch và lựa chọn tất cả các thiết bị phân phối điện khác (BU, BI, chống sét van, cầu chì, cầu dao phía cao áp và áp tô mát phía hạ áp của TBAPX).

- Lập sơ đồ thay thế và chọn điểm ngắn mạch. Các điểm ngắn mạch bao gồm



Hình 1. Sơ đồ một sợi và sơ đồ thay thế tính ngắn mạch cho thiết kế mạng cao áp của nhà máy

c. Kiểm tra các thiết bị điện đã được sơ bộ chọn ở phần so sánh kinh tế - kỹ thuật

- Kiểm tra cáp trung áp theo điều kiện ổn định nhiệt

$$F \geq F_{odn} = \alpha \cdot I_{\infty} \cdot \sqrt{t_{qd}}$$

Trong đó

F_{odn} : Thiết diện ổn định nhiệt của cáp

α : Hệ số xác định bởi nhiệt độ phát nóng giới hạn của cáp. Cáp đồng $\alpha = 7$, cáp nhôm $\alpha = 12$.

I_{∞} : Dòng điện ngắn mạch ba pha xác lập

t_{qd} : Thời gian quy đổi nhiệt của dòng điện ngắn mạch

- Kiểm tra máy cắt theo các điều kiện sau ứng với chế độ ngắn mạch

$$I_{odn} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{odn}}}$$

$$I_{odd} \geq i_{xk}$$

$$I_{cat} \geq I''$$

Trong đó :

d. Lựa chọn các thiết bị phân phối điện khác

- Tại trạm trung tâm :

+ Chọn biến dòng điện

$$U_{dm.BI} \geq U_{dm.m}$$

$$1,2 \cdot I_{1dm} \geq I_{cb}$$

$$I_{odd.BI} \geq i_{xk}$$

$$I_{odn.DCL} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{odn}}}$$

Chọn tỷ số biến, cấp chính xác và công suất tải thứ cấp của biến dòng điện

+ Chọn biến điện áp

$$U_{dm.BU} \geq U_{dm.m}$$

Chọn tỷ số biến, cấp chính xác và công suất tải thứ cấp của biến điện áp

+ Chọn chống sét van

$$U_{dm.CSV} \geq U_{dm.m}$$

Chọn loại chống sét van.

- Tại trạm biến áp phân xưởng

+ Chọn cầu chì cao áp

$$U_{dm.CC} \geq U_{dm.m}$$

$$I_{dm.CC} \geq I_{lv \max}$$

$$I_{cat.CC} \geq I'' \text{ hay là } S_{cat.CC} \geq S''$$

+ Chọn cầu dao cao áp

$$U_{dm.DCL} \geq U_{dm.m}$$

$$I_{dm.DCL} \geq I_{lv \max}$$

$$I_{odn.DCL} \geq I_{\infty} \sqrt{\frac{t_{qd}}{t_{odn.DCL}}}$$

$$I_{odd.DCL} \geq i_{xk}$$

+ Chọn áp tô mát tổng và áp tô mát phân đoạn phía hạ áp của TBAPX

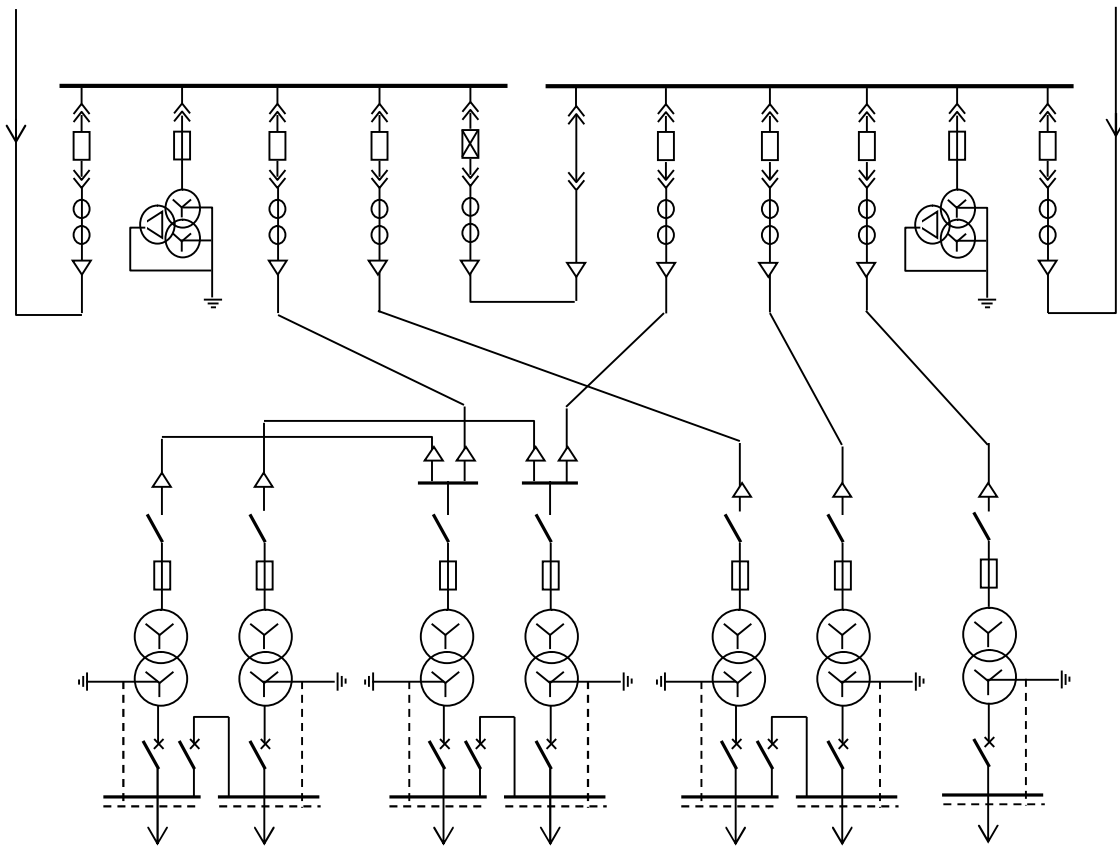
$$U_{dm.A} \geq U_{dm.m}$$

$$I_{dm.A} \geq I_{lv\max} = \frac{k_{qt} \cdot S_{dmB}}{\sqrt{3} \cdot U_{dm}}$$

$$I_{cat.A} \geq I''$$

Lập bảng kết quả lựa chọn các thiết bị phân phối điện.

e. Vẽ sơ đồ một sợi mạng cao áp của toàn nhà máy



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý mạng cao áp của nhà máy

IV. Thiết kế mạng cao áp của khu công nghiệp

4.1. Phạm vi thiết kế

Hệ thống cung cấp điện cao áp của khu công nghiệp (HTCCĐCAKCN) thường được quản lý với phía các nhà cung cấp điện (Ví dụ các công ty điện lực), nên khi thiết kế HTCCĐCAKCN, thường đứng trên quan điểm của các nhà cung cấp điện. Do đó phạm vi thiết kế bao gồm các phần lưới điện từ nguồn cung cấp điện cho khu công nghiệp đến từng nhà máy (trạm nguồn của nhà máy – nơi mua điện từ HTĐ) trong khu công nghiệp. Phần HTCCĐ trong từng nhà máy (kể từ trạm nguồn của nhà máy) sẽ do các nhà máy (phía phụ tải) tự thiết kế và quản lý.

Chú ý : Phụ tải của khu công nghiệp hiện nay thường khá lớn và phải cấp từ trạm biến áp trung gian 110kV-trung áp. Các đường dây trung áp dẫn từ TBATG đến từng nhà máy trong khu công nghiệp có thể dùng đường dây trên không hoặc cáp ngầm. Đường dây trên không thường được dùng vì chi phí thấp, không bị hạn chế nhiều về không gian lắp đặt.

4.2. Chọn cấp điện áp nguồn điện cấp cho mạng cao áp của nhà máy

Cấp điện áp vận hành của nguồn điện của mạng cao áp cho một khu công nghiệp chính là cấp điện áp của lưới điện tại nơi liên kết giữa hệ thống cung cấp điện của khu công nghiệp với hệ thống điện. Xác định điện áp tính toán theo công thức kinh nghiệm như sau

$$U_{tt.KCN} = 4,34 \cdot \sqrt{l + 0,016 \cdot P_{tt.KCN}}$$

Trong đó

l : Khoảng cách từ nhà máy đến trạm biến áp trung gian của hệ thống điện (km)

$P_{tt.KCN}$: Công suất tính toán của phụ tải khu công nghiệp (kW).

4.3. Đề xuất các phương án sơ đồ cung cấp điện của mạng cao áp nhà máy

a. Đề xuất các phương án trạm nguồn của khu công nghiệp

Trạm nguồn của khu công nghiệp thường là TBATG, trong đó phía cao áp có điện áp đã được chọn trên đây. Phía hạ áp là các cấp điện áp trung áp 35, 22, 10, 6kV. Các phương án trạm nguồn chính là các phương án dùng MBA có điện áp phía hạ áp khác nhau.

TBATG thường có 2 MBA có khả năng vận hành song song.

Công suất mỗi MBA 110kV có thể là 16-20-25-40-63MVA.

Công suất mỗi MBA 35kV có thể là 2,5-4-5,6-6,3-7,5-10-12,5MVA.

b. Đề xuất các phương án sơ đồ cung cấp điện trong khu công nghiệp

Nếu khu công nghiệp được cấp từ trạm 110kV, công suất của khu công nghiệp phải từ khoảng 20MVA trở lên.

Nếu công suất các nhà máy lớn (trên 2500kVA/nhà máy), có thể lập các sơ đồ hình tia và liên thông cấp từ trạm nguồn của khu công nghiệp. Chọn thiết diện dây dẫn cho từng đoạn đường dây có tải khác nhau theo mật độ dòng điện kinh tế.

Nếu công suất các nhà máy nhỏ (dưới 2500kVA/nhà máy), số lượng các nhà máy sẽ nhiều. Khi đó có thể chia khu công nghiệp ra thành nhiều cụm, Mỗi cụm gồm các nhà máy gần nhau và tổng công suất tải của từng cụm nên xấp xỉ nhau. Các TBATG có số lộ xuất tuyến thường từ 4(6) đến 8(12) tùy theo công suất của TBATG. Do đó không nên chia thành quá nhiều cụm. Chọn thiết diện dây dẫn chung cho cả cụm. Thiết diện dây dẫn của cụm được chọn theo mật độ dòng điện kinh tế trong đó dòng điện làm việc lớn nhất được tính từ trị số công suất phụ tải của cả cụm.

V. Thiết kế mạng hạ áp của phân xưởng sửa chữa cơ khí

5.1. Sơ đồ tổng quát mạng hạ áp của phân xưởng sửa chữa cơ khí.

Một trong những dạng tổng quát của lưới điện mạng hạ áp của PXSSCK có dạng như Hình 3. Cần chú ý một số đặc điểm sau :

- Lưới điện có dạng hình tia và liên thông vì kết cấu đơn giản và yêu cầu độ tin cậy không cần quá cao. Mỗi tủ động lực sẽ cấp điện cho một nhóm phụ tải đã được phân nhóm ở phần xác định phụ tải tính toán.

- Nếu PXSSCK được cấp điện từ một TBAPX đặt ở một vị trí xa PX thì sơ đồ có xét đến xuất tuyến L1 nối từ tủ phân phối của TBAPX đến tủ phân phối của PXSSCK.

- Nếu PXSSCK có đặt TBAPX thì tủ phân phối của TBAPX cũng chính là tủ phân phối của PXSSCK. Khi đó trên Hình 2, bỏ áp tô mát A₁ và đoạn đường dây L₁.

- Tủ động lực có thể sử dụng hai dạng thiết bị đóng cắt - bảo vệ. Dạng thứ nhất sử dụng áp tô mát (A₄, A₅) như Hình 2. Một dạng khác sử dụng cầu chì bảo vệ thay cho áp tô mát. Riêng cầu chì tổng có thể lắp kèm một cầu dao cách ly.

5.2. Sơ bộ lựa chọn các thiết bị điện

a. Chọn áp tô mát

Điều kiện chọn :

$$U_{dmA} \geq U_{dm.m}$$

Trong đó : U_{dmA} : Điện áp định mức của áp tô mát. $U_{dm.m}$: Điện áp định mức của mạng điện.

$$I_{dmA} \geq I_{lvmax}$$

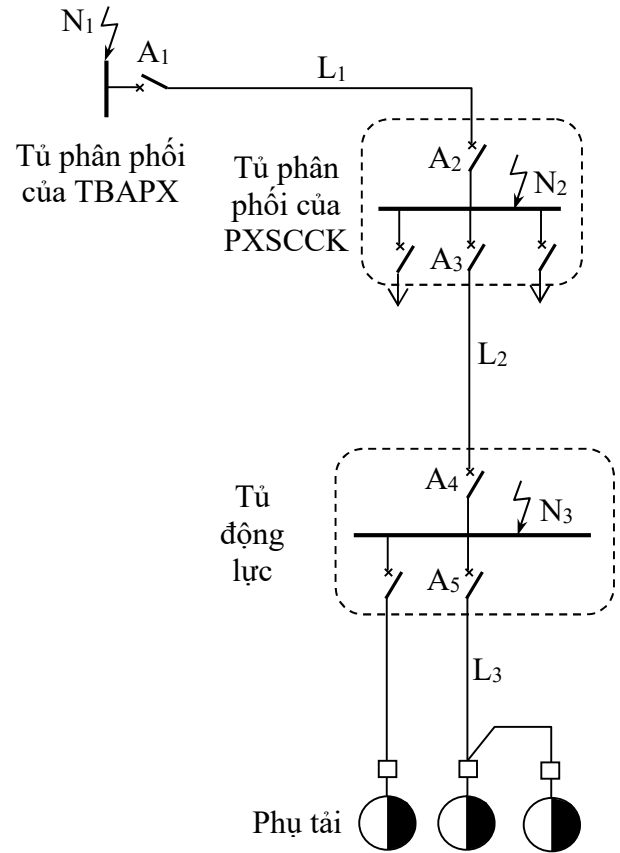
Trong đó :

I_{dmA} : Dòng điện định mức của áp tô mát.

I_{lvmax} : Dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất chạy qua áp tô mát.

- Đối với áp tô mát A₁ và A₂ : $I_{lvmax} = I_{tt.PXSSCK}$

Trong đó : $I_{tt.PXSSCK}$: Dòng điện tính toán của phân xưởng sửa chữa cơ khí



Hình 3. Sơ đồ tổng quát mạng hạ áp động lực của PXSSCK

- Đối với áp tô mát A₃ và A₄ : $I_{lv\max} = I_{tt.nhóm}$

Trong đó : $I_{tt.nhóm}$: Dòng điện tính toán của nhóm phụ tải được cấp điện bởi tủ động lực.

- Đối với áp tô mát A₅ :

$$I_{lv\max} = \sum_{i=1}^n I_{dm.i} \quad (\text{Nếu áp tô mát cấp điện cho mạch có số phụ tải động } n \leq 3)$$

$$I_{lv\max} = \sum_{i=1}^n I_{dm.i} \cdot K_{ti} \quad (\text{Nếu áp tô mát cấp điện cho mạch có số phụ tải động } n > 3)$$

Trong đó K_{ti} : Hệ số tải của phụ tải thứ i. Nếu không tra được K_{ti} thì có thể lấy $K_{ti} = 0,9$ với phụ tải làm việc theo chế độ dài hạn và $K_{ti} = 0,75$ đối với phụ tải làm việc theo chế độ ngắn hạn lặp lại.

* *Chú ý* : Nếu tủ động lực sử dụng cầu chì thì không cần phải chọn sơ bộ.

b. Chọn dây dẫn (cáp)

Điều kiện chọn :

$$U_{dm.dd} \geq U_{dm.m}$$

Trong đó :

$U_{dm.dd}$: Điện áp định mức của dây dẫn (cáp).

$U_{dm.m}$: Điện áp định mức của mạng điện.

$$K \cdot I_{cp.dd} \geq I_{lv\max}$$

Trong đó :

$I_{cp.dd}$: Dòng điện tải cho phép của dây dẫn.

K : Hệ số hiệu chỉnh khả năng tải của dây dẫn theo nhiệt độ.

$I_{lv\max}$: Dòng điện làm việc lâu dài lớn nhất chạy qua dây dẫn (cáp).

- Đối với đoạn dây dẫn L₁ (nối giữa TBAPX và tủ phân phối của PXSCCK) :

$$I_{lv\max} = I_{tt.PXSCCK}$$

- Đối với đoạn dây dẫn L₂ (nối giữa tủ phân phối và các tủ động lực của PXSCCK)

$$I_{lv\max} = I_{tt.nhóm}$$

- Đối với đoạn dây dẫn L₃ (nối giữa tủ động lực và các phụ tải của PXSCCK)

$$I_{lv\max} = \sum_{i=1}^n I_{dm.i} \quad (\text{Nếu dây dẫn cấp điện cho số phụ tải động } n \leq 3)$$

$$I_{lv\max} = \sum_{i=1}^n I_{dm.i} \cdot K_{ti} \quad (\text{Nếu dây dẫn cấp điện cho số phụ tải động } n > 3)$$

Kiểm tra thiết diện dây dẫn (cáp) có xét đến sự kết hợp với thiết bị bảo vệ dây dẫn (cáp).

- Nếu dây dẫn (cáp) được bảo vệ bởi áp tô mát

$$\begin{cases} I_{cp} \geq \frac{I_{kdn}}{1,5} \\ I_{cp} \geq \frac{I_{kddt}}{4,5} \end{cases}$$

Trong đó :

I_{kdn} : Dòng điện khởi động nhiệt của áp tô mát. Trong thiết kế chọn $I_{kdn} = 1,25I_{dmA}$.

I_{kddt} : Dòng điện khởi động điện từ của áp tô mát, được tra trong sổ tay kỹ thuật của áp tô mát.

- Nếu dây dẫn (cáp) được bảo vệ bởi cầu chì

$$I_{cp} \geq \frac{I_{dc}}{\alpha}$$

Trong đó :

I_{dc} : Dòng điện định mức của dây chảy cầu chì.

α : Hệ số có xét đến đặc điểm mạng điện. $\alpha = 3$ đối với mạng động lực. $\alpha = 0,8$ đối với mạng chiếu sáng..

c. Chọn thanh góp của các tủ phân phối và động lực

Điều kiện chọn

$$K \cdot I_{cp.tg} \geq I_{lv\max}$$

Trong đó :

$I_{cp.tg}$: Dòng điện tải cho phép của thanh góp.

K : Hệ số hiệu chỉnh khả năng tải của thanh góp.

5.3. Tính toán ngắn mạch mạng hạ áp

Mục đích là để kiểm tra các thiết bị điện đã sơ bộ chọn trên đây theo điều kiện sự cố ngắn mạch.

Các lưu ý khi lập sơ đồ thay thế và tính ngắn mạch mạng hạ áp :

- Loại ngắn mạch là ngắn mạch ba pha đối xứng.

- Trong sơ đồ thay thế tính ngắn mạch mạng hạ áp, giả thiết điện áp phía cao áp của trạm biến áp phân xưởng là không đổi khi ngắn mạch xảy ra. Do đó sơ đồ thay thế có dạng nguồn có điện áp không đổi, tổng trở nguồn là tổng trở máy biến áp phân xưởng.
- Các điểm ngắn mạch chọn tại vị trí các thanh góp của các tủ phân phối và tủ động lực như Hình 2. Nếu tủ động lực dùng cầu chì thì không cần phải tính ngắn mạch tại điểm N₃.
- Phải xét cả điện trở và điện kháng của tất cả các phần tử từ phía thứ cấp của TBAPX cho đến điểm ngắn mạch bao gồm các áp tô mát, thanh góp và dây dẫn (cáp).
- Dòng điện ngắn mạch tính trong hệ đơn vị có tên :

$$I_N^{(3)} = \frac{U_{dm.HA}}{\sqrt{3}.Z_N} = \frac{U_{dm.HA}}{\sqrt{3}.\sqrt{R_N^2 + X_N^2}}$$

Trong đó

$U_{dm.HA}$: Điện áp định mức ba pha phía hạ áp $U_{dm.HA} = 380V$.

Z_N : Tổng trở ngắn mạch từ phía cao áp của TBAPX đến điểm ngắn mạch.

Dòng điện xung kích : $i_{xk} = k_{xk} \cdot \sqrt{2} \cdot I_N^{(3)}$

Trong đó $k_{xk} = 1,2-1,3$.

5.4. Kiểm tra các thiết bị điện và chọn các thiết bị điện khác.

- Kiểm tra khả năng cắt của các áp tô mát

$$I_{cat.A} \geq I_N^{(3)}$$

- Kiểm tra ổn định động của thanh góp : $\sigma_{cp} \geq \sigma_{tt}$

Trong đó :

σ_{cp} : Ứng suất cho phép của thanh góp

σ_{tt} : Ứng suất tính toán xuất hiện trên thanh góp khi có ngắn mạch $\sigma_{tt} = \frac{F_{tt}.l}{10.W}$

Trong đó $F_{tt} = 1,76.i_{xk}^2 \cdot \frac{l}{a} \cdot 10^{-2}$

- Kiểm tra ổn định nhiệt của cáp (có thể bỏ qua đối với cáp hạ áp).

Lập bảng tổng kết các kết quả tính toán thiết kế mạng hạ áp.

Vẽ sơ đồ nguyên lý mạng hạ áp động lực và sơ đồ mặt bằng đi dây của phân xưởng sửa chữa cơ khí.

