

HỆ CHUYÊN GIA THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHÂN PHỐI ĐIỆN

Quyền Huy Ánh

Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật

Trương Việt Anh

Công ty Điện Lực II TP. Hồ Chí Minh

(Bài nhận ngày 02/04/1999)

TÓM TẮT : Bài báo này trình bày hệ chuyên gia (HCG) hoạt động trên cơ sở tri thức của các chuyên gia, mô phỏng cách suy diễn của con người và có khả năng tự động thiết kế một lưới điện phân phối đạt hàm mục tiêu tổn thất năng lượng bé nhất, thoả các điều kiện ràng buộc về mặt địa lý, cấp điện áp cũng như khả năng làm việc của các thiết bị trên lưới.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình thiết kế một lưới điện bất kỳ phải qua nhiều giai đoạn và thường không có giải thuật chặt chẽ, chính vì vậy kinh nghiệm và tri thức của các chuyên gia trong nhiều lĩnh vực khác nhau đóng vai trò quan trọng. Nếu kết quả thiết kế sau cùng không thoả mãn các yêu cầu đề ra hoặc chi phí không thể chấp nhận được, quá trình này phải được sửa đổi và lặp lại. Do đó không gian tìm kiếm và chi phí thời gian là rất lớn. HCG với việc sử dụng các qui tắc Heuristic và cơ chế suy diễn của con người sẽ giảm không gian tìm kiếm và nhanh chóng đề ra phương án thiết kế hợp lý thoả các điều kiện kinh tế kỹ thuật và mang tính khả thi cao.

Về mặt tin học, HCG là những chương trình ứng dụng dựa trên tri thức chuyên môn cao của các chuyên gia đầu ngành kết hợp với khả năng tự suy diễn logic (máy suy diễn), trên cơ sở mô phỏng suy nghĩ của con người, nhằm đưa ra các quyết định, phương án hợp lý. Giao diện người – máy trong HCG là công cụ giao tiếp thuận tiện trong quá trình truy vấn và giải quyết vấn đề [4].

Cơ sở tri thức của cả nhóm chuyên gia thiết kế chương trình thông thường được biểu diễn dưới hình thức đơn giản nhất là phát biểu luận lý hay các luật IF - THEN [1, 3].

II. THIẾT KẾ CHUYÊN GIA

Cấu trúc của HCG thiết kế hệ thống phân phối điện (HTPPĐ) được trình bày ở hình.1 [2].

Cơ sở tri thức của HCG được thành lập bởi nhóm các chuyên gia sau :

- Chuyên gia thiết kế hệ thống điện
- Chuyên gia công nghệ và môi trường
- Kỹ sư lập trình và kỹ sư tri thức

Để cực tiểu hóa tổn thất công suất trên đường dây trong dự án phân phối, thuật toán tìm vị trí trạm biến áp được đưa vào HCG để hỗ trợ cho máy suy diễn. Kết quả thu nhận được từ

HCG được xem xét thông qua giao diện người-máy, từ đây người dùng có thể lựa chọn phương án thiết kế không những thoả các vấn đề kỹ thuật mà còn xem xét đến các vấn đề liên quan về địa lý, chính trị, xã hội...

III. CÁC VẤN ĐỀ THIẾT KẾ

1. Dự đoán tải tiêu thụ.

Dự đoán phụ tải chính xác với phương án hợp lý là cơ sở quan trọng dẫn đến sự làm việc ổn định của hệ thống điện trong thời gian dự báo và hạn chế sự thiệt hại nền kinh tế do thiếu điện. Có nhiều loại dự báo phụ tải theo thời gian như ngắn, trung, dài hạn với độ chính xác phụ thuộc vào phương pháp dự báo. HCG sẽ thu nhận dữ liệu từ chương trình dự báo công suất tiêu thụ của phụ tải làm cơ sở cho việc thiết kế.

2. Lựa chọn điện áp phù hợp.

Khi thiết kế hệ thống điện, chọn điện áp phù hợp là một trong những vấn đề cơ bản vì giá trị điện áp này quyết định các thông số của đường dây tải điện, thiết bị trạm, vốn đầu tư, tổn thất điện năng và chi phí vận hành. Có nhiều phương pháp toán học để giải quyết vấn đề chọn điện áp hợp lý. Tại Việt Nam, cấp điện áp tiêu chuẩn là: 6, 15, 22, 35, 66, 110, 220, 500 kV. Mạng trung thế của miền nam chủ yếu là cấp 15kV. Hiện nay, tổng công ty Điện Lực Việt Nam đang có khuynh hướng thống nhất điện áp của mạng trung thế là 22 kV.

3. Quyết định số lượng, dung lượng trạm.

Khi quyết định số lượng, dung lượng đặt các trạm biến áp, ngoài việc dựa vào yêu cầu về công suất của phụ tải còn phải tính đến tốc độ phát triển kinh tế của khu vực đang phục vụ, đồng thời cũng phải xem xét đến các kế hoạch phát triển của nhà nước.

Đối với các khu vực có tốc độ phát triển phụ tải chậm, để kinh tế thường chọn dung lượng đặt trạm biến áp vừa phải. Nhưng với các khu vực kinh tế phát triển nhanh như TP.HCM, Biên Hòa,... việc chọn dung lượng đặt trạm biến áp phải đủ lớn để đáp ứng nhu cầu phát triển tăng vọt của phụ tải trong tương lai.

Thực tế, thường chọn : $60\% S_{\text{đặt trạm biến áp}} \leq \sum S_{\text{phụ tải}} \leq 90\% S_{\text{đặt trạm biến áp}}$

- Cận 90% công suất đặt trạm : Trạm đủ đáp ứng nhu cầu phụ tải phát triển trong tương lai.

- Cận 60% công suất đặt trạm : Tránh cho trạm biến áp vận hành non tải gây tổn thất công suất lớn, đồng thời giảm được chi phí đầu tư cho máy biến áp.

Tuy nhiên, đối với khu vực có tốc độ phát triển phụ tải rất lớn, khu vực đang nằm trong kế hoạch phát triển của nhà nước, chấp nhận cho trạm biến áp vận hành dưới 60% trong một khoảng thời gian, thường 6 tháng đến 1 năm.

4. Dây công suất MBA chuẩn.

Công suất trạm biến áp nên chọn theo dây công suất tiêu chuẩn của máy biến áp. Ví dụ đối với mạng 110/22kV là 10, 16, 25, 40, 63MVA và đối với mạng 220/110/22kV là 63, 125, 250MVA.

5. Chọn vị trí đặt trạm biến áp.

Chọn vị trí đặt trạm ngoài yếu tố kỹ thuật, kinh tế, còn phải thoả các yếu tố phi kỹ thuật như : xã hội, địa lý... việc lựa chọn địa điểm xây dựng lên trạm biến áp phải tuân theo pháp luật về các mặt như : đất đai, bảo vệ tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường của nhà nước..., ngoài ra phải phù hợp với sơ đồ phát triển lưới điện khu vực và thuận lợi trong thi công và bảo dưỡng.

Trong HCG này, ngoài việc thoả mãn các yếu tố nêu trên, cần lựa chọn phương án có tổn thất công suất cực tiểu trên đường dây theo biểu thức (1).

QUI TẮC TÌM VỊ TRÍ TRẠM

Vị trí trạm tìm được, thoả hàm mục tiêu cực tiểu tổn thất và một số bộ luật điển hình như sau:

1. Bộ luật môi trường cho trạm biến áp.

Vị trí trạm được hiệu chỉnh quanh vị trí tính toán hợp lý về kỹ thuật nhằm thoả các yêu cầu sau:

- Gần trung tâm phụ tải, đảm bảo các đường dây ra vào thuận lợi.
- Tiện cho việc vận chuyển thiết bị, MBA vào vị trí thi công và sửa chữa sau này (gần đường giao thông bộ, thủy ...)
- Gần khu dân cư để tiện bố trí cho nhân viên vận hành nhưng phải có một khoảng cách để tiếng ồn của trạm không ảnh hưởng đến sức khoẻ của người dân .
- Gần các công trình phục vụ công cộng, xí nghiệp để tận dụng tối đa cơ sở hạ tầng sẵn có nhưng phải có khả năng mở rộng trạm.
- Không đặt trạm biến áp ở vùng đất có hiệu quả nông nghiệp, vùng bờ biển nhiễm mặn, các vùng bị ô nhiễm do các chất thải của nhà máy công nghiệp thải vào không khí.
- Chỉ cho phép xây dựng trạm biến áp ở các vùng trên khi có luận chứng đầy đủ, khu vực có mức giải toả đều bù thấp.
- Tránh các khu vực đất bị trượt lở, đá rơi, bùn đá, xói mòn, bị ngập nước hoặc không có mức nước ngầm cao hơn cao trình đáy móng.
- Các trạm biến áp trong thành phố khi thiết kế phải có biện pháp giảm diện tích xây dựng trạm, có thể đề nghị trạm GIS (Gas Insulation System) và biện pháp phòng chống cháy.

Các kinh nghiệm và Heuristic nêu trên được đưa vào cơ sở tri thức dưới dạng các qui tắc sản xuất (Nếu... thì...) như sau:

Luật a1: Nếu vị trí đặt trạm nằm trên sông thì hàm tổn thất công suất (HTTCS) là vô cùng.

Luật a2: Nếu vị trí gây ra vấn đề về xã hội thì HTTCS là vô cùng.

Luật a3: Nếu vị trí đặt trạm gây nguy hiểm cho người và thiết bị thì HTTCS là vô cùng.

Luật a4: Nếu trạm ở vị trí không thể chuyên chở máy biến áp, thiết bị nặng, vật liệu xây dựng vào được thì HTTCS là vô cùng.

2 Bộ luật chọn lộ ra của trạm BA phía hạ áp.

Số lượng lộ ra thứ cấp ở trạm biến áp phụ thuộc vào yêu cầu phụ tải.

- Phụ tải quan trọng phải có 2 đường dây cung cấp
- Yêu cầu công suất phụ tải phụ thuộc vào công suất máy biến áp.

}Các luật Heuristic được diễn đạt như sau:

Luật b1: Nếu CS MBA $\leq 30\text{MVA}$ thì $3 \leq \text{số lộ ra} \leq 6$

Luật b2: Nếu CS MBA $\leq 40\text{MVA}$ thì $4 \leq \text{số lộ ra} \leq 8$

Luật b3: Nếu CS MBA $\leq 63\text{MVA}$ thì $6 \leq \text{số lộ ra} \leq 8$

3. Bộ luật lựa chọn điện áp làm việc

Luật c1: Nếu $U_{pp} = 15\text{KV}$ thì $P_d \leq 7\text{MW}$ và $L \leq 15\text{Km}$.

Luật c2: Nếu $U_{pp} = 22\text{KV}$ thì $P_d \leq 10\text{MW}$ và $L \leq 20\text{Km}$.

4. Bộ luật nối dây

Luật d1 : Nếu hai điểm tải đã được nối vào cùng một điểm tải thì không có bất kỳ điểm tải nào khác được phép nối vào điểm tải này.

Trên đây là một số bộ luật mang tính chất minh họa. Thực tế số bộ luật phải đủ lớn và mang tính đặc trưng cho tri thức của các chuyên gia thiết kế giàu kinh nghiệm. Tuy nhiên cần lưu ý rằng, trong bất kỳ trường hợp nào, các bộ luật có thể thay đổi và bổ sung rất dễ dàng vì cơ sở tri thức của HCG là cơ chế mở.

IV. THIẾT KẾ MÁY SUY DIỄN

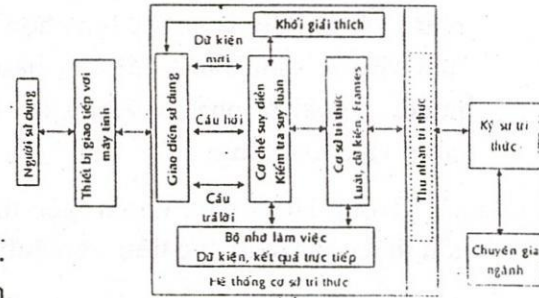
Máy suy diễn là một modul chương trình HCG dùng để truy tìm vị trí trạm và sơ đồ kết nối dây dựa vào thuật toán xác định trạm và hệ thống luật trong cơ sở tri thức.

V. HỆ CHUYÊN GIA THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHÂN PHỐI ĐIỆN TĐTK - 98

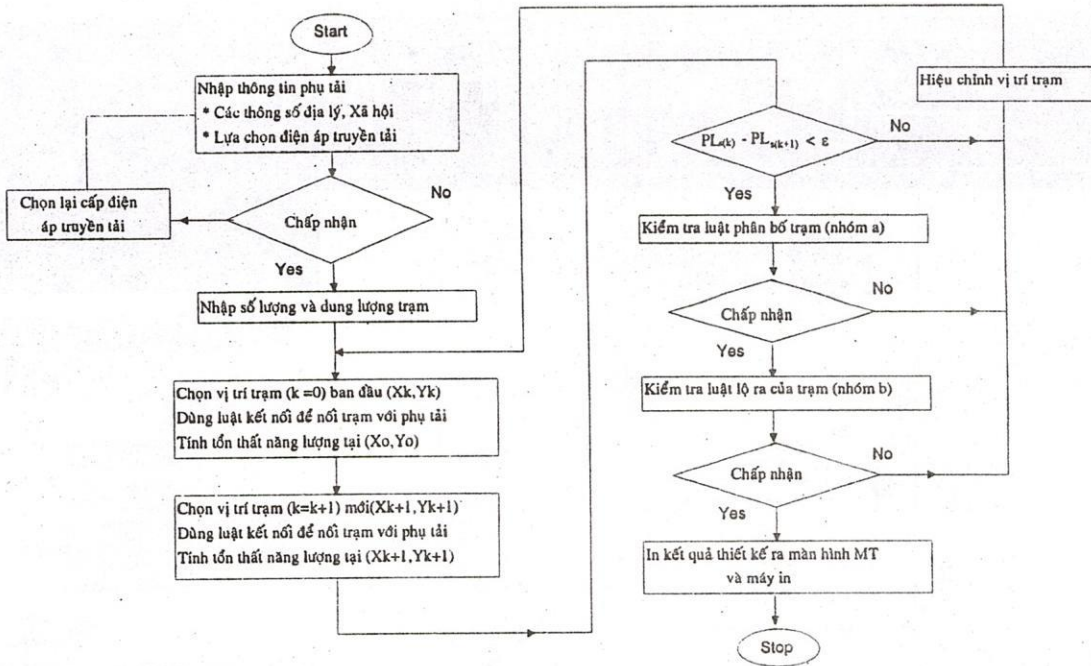
HCG TĐTK-98 trợ giúp thiết kế HTPPD, dựa vào thuật toán tổn thất công suất nhỏ nhất và thoả tất cả các qui tắc Heuristic được đề xuất từ các nhà thiết kế giàu kinh nghiệm. Dữ liệu đầu vào là các thông số phụ tải, bao gồm vị trí và nhu cầu phụ tải được cung cấp từ chương trình dự đoán phụ tải hoặc các số liệu phụ tải thực tế của dự án cần thiết kế.

Với mục đích để trợ giúp cho người sử dụng HCG trong quá trình ra quyết định, chương trình còn cho phép nhập vào các thông số của vùng phục vụ mà trên đó sẽ xây dựng trạm biến áp và đường dây truyền tải như : các khu vực địa lý, các đường giao thông, sông ngòi, vùng đất yếu, đường dây cao thế cung cấp cho trạm...

Lưu đồ cơ chế suy diễn của HCG TĐTK-98 trình bày ở hình 2 [1] .



Hình 1 : Cấu trúc HCG thiết kế HTPPD



Hình 2. Lưu đồ cơ chế suy diễn của HCG TĐTK-98

Giao diện người – máy được thiết kế trong môi trường đồ họa, thuận lợi cho việc giao tiếp giữa người sử dụng và HCG trong quá trình truy vấn, thay đổi thông số, dữ liệu.

Trong quá trình tìm kiếm quyết định, HCG sẽ đưa ra những khuyến cáo trên hệ thống luật trong cơ sở tri thức được đúc kết từ kinh nghiệm của các nhà thiết kế dày dạn, từ đó trợ giúp cho người thiết kế nhanh chóng và dễ dàng tìm ra phương án hợp lý về kinh tế kỹ thuật, đồng thời có tính khả thi cao.

Kết quả của HCG TĐTK-98 là cho phép xác định vị trí đặt trạm và kết cấu sơ đồ nối dây đường dây nối trạm đến các phụ tải sao cho tổn thất công suất là bé nhất, thỏa các điều kiện của các qui tắc Heuristic. Cửa sổ giao diện người - máy của chương trình TĐTK – 98 trình bày ở hình 3.

Biểu thức tính tổn thất công suất trên đường dây :

$$PL_s = R \sum_{j=1}^n \partial_{sj} \cdot d_{sj} \left(\frac{L_j}{V} \right)^2 \quad (1)$$

Với :

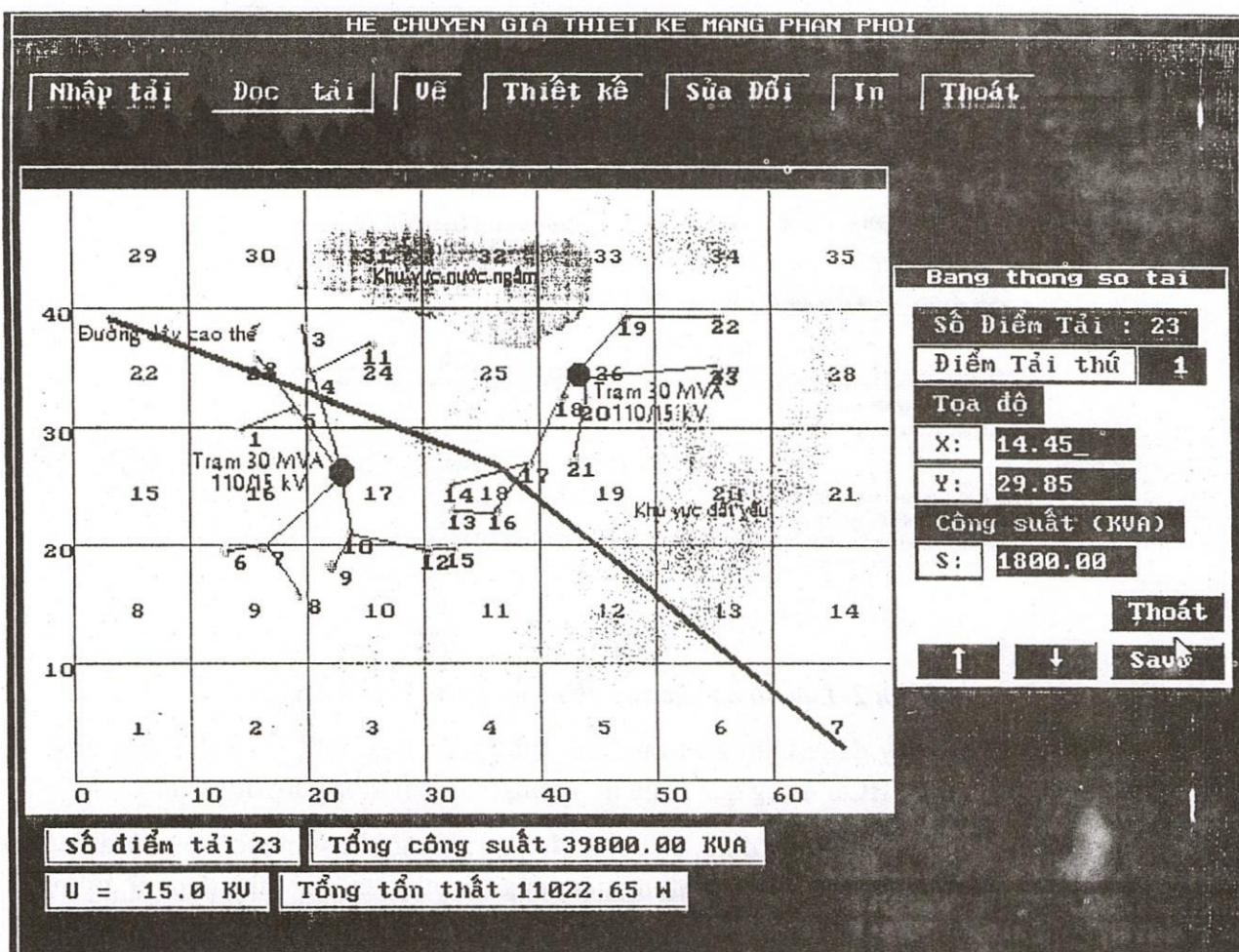
PL_s - Tổng tổn hao của các đường dây cùng của một trạm L_j - Nhu cầu tiêu thụ của tải j (kVA)

n - Số điểm tải của một trạm cung cấp V - Điện áp mạng (kV)

R - Điện trở đường dây trên một đơn vị chiều dài d_{sj} - Khoảng cách giữa trạm S và tải j

(km)

Điều kiện: Nếu tải j không được trạm s cung cấp thì: $\partial_{ij} = 0$ và tải j được trạm s cung cấp thì : $\partial_{ij} = 1$



Hình 3: Cửa sổ giao diện người - máy của chương trình TDTK - 98

AN EXPERT SYSTEM FOR AUTO-DESIGNING DISTRIBUTION NETWORK

Quyên Huy Anh - Trương Việt Anh

ABSTRACT : An expert system, based on knowledge of expert staff and simulation of human deduction, for auto-designing distribution network is presented in this paper to take the minimum of energy loss in network and meet the geographic, environmental, voltage operation, down voltage constraints and working ability of equipment in network

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. An expert system for load allocation in distribution expansion planning - Jiann Liang Chen, Yuan Yih Hsu tạp chí IEEC TPD, Vol 4, No. 3, July 1989
2. Distribution planning using a knowledge base expert system - Jiann Liang Chen, Yuan Yih Hsu tạp chí IEEC TPD, Vol 5, No. 3, July 1990

3. An Intelligent front end for secondary power distribution system design - Nutakki D.Rao, Yimin Zhang tạp chí IEEC TPD, Vol 7, No. 2, April 1992 (TPD : Transactions on Power Delivery)

4. Trí tuệ nhân tạo - Đỗ Trung Tuấn - NXB Giáo Dục, 1998

5. Lập trình C cho trí tuệ nhân tạo - Herbert Schildt NXB Đại Học & Giáo Dục chuyên nghiệp