**LỜI NÓI ĐẦU**

Lời nói đầu 1

Lời nói đầu 2

**MỤC LỤC**

[1 Giới thiệu 1](#_Toc59257046)

[1.1 Hệ thống điện mặt trời áp mái 1](#_Toc59257047)

[1.2 Khái niệm chung về điều chỉnh điện áp 2](#_Toc59257048)

[1.3 Ảnh hưởng của điện mặt trời áp mái vào lưới điện phân phối 3](#_Toc59257049)

[2 Những khái niệm chung 5](#_Toc59257050)

[2.1 Điện áp sử dụng 5](#_Toc59257051)

[2.2 Độ trải điện áp 5](#_Toc59257052)

[2.3 Những phương tiện để điều chỉnh điện áp trong hệ thống điện 7](#_Toc59257053)

[2.4 Đầu phân áp của máy biến áp 8](#_Toc59257054)

[2.5 Chọn đầu phân áp của máy biến áp 11](#_Toc59257055)

[3 Tính toán độ sụt áp của lưới điện phân phối 12](#_Toc59257056)

[3.1 Chọn mô hình dây làm mẫu 13](#_Toc59257057)

[3.2 Tính toán dòng dây 14](#_Toc59257058)

[3.3 Tính toán sụt áp rơi trên từng đoạn 15](#_Toc59257059)

[3.4 Điện áp tại các nút 16](#_Toc59257060)

[3.5 Tính phần trăm sụt áp lớn nhất 16](#_Toc59257061)

[4 Kết quả 16](#_Toc59257062)

[4.1 Số liệu mẫu 16](#_Toc59257063)

[4.2 Phần mềm thực hiện giải thuật 16](#_Toc59257064)

[4.3 Sụt áp tại các nút 17](#_Toc59257065)

[4.4 Hệ số K của máy biến áp khi hệ thống mặt trời thay đổi 17](#_Toc59257066)

[5 Kết luận và hướng phát triển 17](#_Toc59257067)

**DANH SÁCH HÌNH VẼ**

[Hình 1.1: : Hệ thống điện mặt trời 1](#_Toc59536553)

[Hình 1.2 Sơ đồ tổng quan của hệ thống lưới điện thông minh 3](#_Toc59536554)

[Hình 2.1: Sơ đồ đường dây phân phối 6](#_Toc59536555)

[Hình 2.2: Trắc địa điện áp khi phụ tải cực đại 6](#_Toc59536556)

[Hình 2.3: Trắc địa điện áp khi phụ tải cực tiểu 6](#_Toc59536557)

[Hình 2.4: Sơ đồ nguyên lý và tiến trình thao tác của đầu phân áp 33 vị trí kiểu URS 9](#_Toc59536558)

[Hình 2.5: Trình tự thay đổi nấc phân áp. 10](#_Toc59536559)

[Hình 2.6 Sơ đồ nguyên lý đầu phân áp có khóa chuyển 11](#_Toc59536560)

[Hình 3.1 Lưu đồ giải thuật tổng quan của hệ thống 12](#_Toc59536561)

[Hình 3.2 Ví dụ một hệ thống lưới phân phối 13](#_Toc59536562)

[Hình 3.3 Nút trái và nút phải của một đường dây. 14](#_Toc59536563)

[Hình 3.4 Lưu đồ giải thuật tính toán dòng dây 15](#_Toc59536564)

[Hình 4.1: Logo phần mềm MATLAB 16](#_Toc59536565)

**DANH SÁCH BẢNG BIỂU**

[Bảng 3‑1: Thông số nút của lưới phân phối 13](#_Toc59536583)

[Bảng 3‑2: Thông số đường dây của lưới phân phối 14](#_Toc59536584)

# Giới thiệu

## Hệ thống điện mặt trời áp mái



Hình .: : Hệ thống điện mặt trời

Điện mặt trời (tiếng Anh: solar power), cũng được gọi là quang điện hay quang năng (tiếng Anh: photovoltaics - PV) là lĩnh vực nghiên cứu và ứng dụng kỹ thuật biến đổi năng lượng mặt trời trực tiếp thành điện năng nhờ pin mặt trời. Ngày nay, do nhu cầu năng lượng sạch ngày càng nhiều nên ngành sản xuất pin mặt trời phát triển cực kỳ nhanh chóng.

Sự phát triển nhanh về công nghệ và liên tục cải tiến của các nhà thiết kế nên giá của một hệ thống điện mặt trời giảm đi liên tục từ năm 2009 tạo nên những tiến bộ rõ rệt trong lĩnh vực công nghệ năng lượng tái tạo. Trước những năm 2007 thì việc ứng dụng nguồn năng lượng mặt trời được coi là điều không thực tế. Ngày nay thì nó có tính khả thi rất cao. Thậm chí còn hiệu quả cả về kinh tế, công nghệ và môi trường. Các tấm pin panel ngày càng nhỏ gọn hơn và đa dạng hơn về công suất định mức, chi phí ngày càng thấp hơn. Bên cạnh đó các bộ biến đổi công suất cũng ngày càng tinh gọn, điều khiển điện áp tối ưu hơn. Đối với nhiều ứng dụng, năng lượng mặt trời đang trở thành phương cách cung cấp điện năng có hiệu quả kinh tế cao hơn nhiều phương pháp khác.

Nhìn chung thì cấu hình hệ thống điện mặt trời có hai loại: hệ thống độc lập (ngoài lưới điện) và hệ thống điện mặt trời nối lưới. Ở đề tài nguyên cứu này, chúng tôi nghiên cứu giải thuật PLL phục vụ cho việc đồng bộ góc pha, biên độ và tần số của hệ thống điện mặt trời nối lưới.

Hệ thống điện mặt trời nối lưới thường thông dụng ở châu Âu và Hoa Kì, do lợi ích rõ rệt về giảm chi phí lắp đặt và có thêm thu nhập nhờ bán điện lại cho công ty điện lực. Hệ thống này thường hoạt động ở các khu có hệ thống lưới điện ổn định. Đặc biệt có hiệu quả nhất là ở nơi có khí hậu nóng, nhiều ánh nắng, nơi nhu cầu tiêu thụ điện năng giờ cao điểm trùng với những giờ nắng nóng trong ngày.

## Khái niệm chung về điều chỉnh điện áp

Nếu điện áp đặt vào phụ tải không hoàn toàn đúng với điện áp định mức do phụ tải yêu cầu thì ít hay nhiều tình trạng làm việc của phụ tải cũng trở nên không tốt. Nói cách khác, độ lệch điện áp càng lớn thì chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật của thiết bị dùng điện áp cũng thấp.

Theo định nghĩa độ lệch điện áp bằng:



Trong đó:

* U: điện đặt vào phụ tải
* Uđm: điện áp định mức của phụ tải

Độ lệch điện áp sinh ra ở nơi tiêu tụ là do:

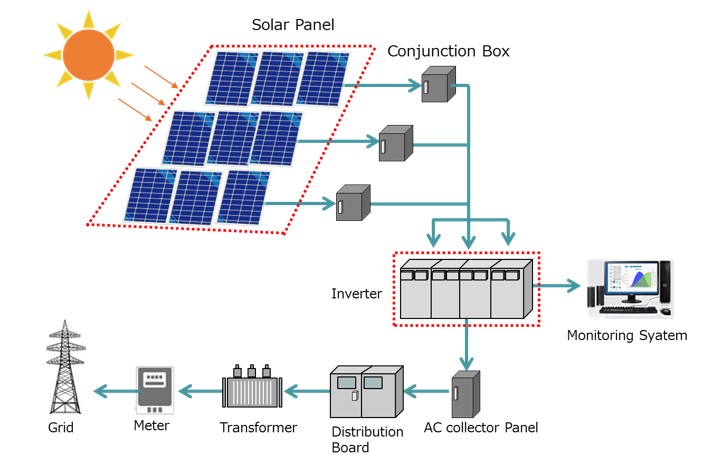
* Nguyên nhân phát sinh ở bản thân các hộ dùng điện, phụ tải của các hệ thống dùng điện luôn luôn thay đổi làm cho sự phân bố công suất trong mạng điện cũng thay dổi theo.
* Nguyên nhân do sự thay đổi tình trạng làm việc của hệ thống điện chẳng hạn như việc thay đổi phương thức vận hành của nhà máy điện hoặc một sự thay đổi nào đó trong sơ đồ mạng điện cũng làm cho sự phân bố công suất trong mạng điện thay đổi theo làm ảnh hưởng đến tổn thất điện áp, tạo nên các độ lệch về điện áp khác nhau ở các nơi dùng điện.

Độ lệch điện áp cao nhất thường xuất hiện trong lúc sự cố: dây đứt hoặc máy phát lớn nhất của nhà máy bị hỏng phải ngừng hoạt động.

Trên thực tế không thể nào giữ được điện áp ở phụ tải luôn luôn đúng bằng định mức, nhưng nếu giữ được độ lệch điện áp tương đối nhỏ thì các phụ tải vẫn phải giữ được chỉ tiêu kinh tế và kỹ thuật.

Theo “Qui trình trang bị điện”: điện áp trên cực của động cơ không được khác với điện áp định mức 5%, trong trường hợp đặc biệt cho phép tăng điện áp đến +10%. Đối với các đèn thắp sáng thì điện áp không được thấp hơn định mức 2,5% (đối với xí nghiệp) và 5% đối với nhà ở. Trong tình trạng sự cố, điện áp trên đèn không được giảm quá -12% so với điện áp định mức.

## Ảnh hưởng của điện mặt trời áp mái vào lưới điện phân phối



Hình . Sơ đồ tổng quan của hệ thống lưới điện thông minh

Trong số các nhu cầu về năng lượng tiêu thụ trên toàn thế giới đang tăng lên không ngừng, nhiên liệu hóa thạch hiện có bị hạn chế, việc cố gắng tìm kiếm một nguồn năng lượng mới - năng lượng thay thế / hoặc năng lượng tái tạo - là những điều cần thiết đối với con người để trở thành một lựa chọn giúp hạn chế sử dụng nhiên liệu hóa thạch với nhiều loại năng lượng thay thế bao gồm gió, mặt trời, thủy điện, sinh khối, khí sinh học, sóng, thủy triều, v.v... Ngày nay, nhiều quốc gia trên toàn thế giới đang đi trước trong việc thúc đẩy năng lượng tái tạo ở mức hoàn toàn. Điều này cũng không ngoại lệ đối với Thái Lan, Bộ Năng lượng Thái Lan đã công bố Chính sách và Kế hoạch Năng lượng, đã tăng mục tiêu tỷ trọng năng lượng tái tạo trong tổng mức tiêu thụ năng lượng từ 20% trước đây trong vòng 15 năm lên 25% trong vòng 10 năm bằng cách cung cấp các ưu đãi cho và giúp tạo niềm tin cho các nhà đầu tư tham gia vào việc củng cố tương lai năng lượng của Thái Lan thông qua khoản vay lãi suất thấp: quỹ quay vòng, vốn đầu tư mạo hiểm: quỹ ESCO, ưu đãi thuế: đặc quyền BOI, Adder và chương trình thuế quan nhập khẩu (FiT), và đã thúc đẩy Hợp đồng mua bán điện - PPA, là loại hợp đồng chắc chắn và không xác thực. Hơn nữa, Đối với quốc gia Thái Lan - bản đồ năng lượng mặt trời [3] - bằng cách xem xét bức xạ mặt trời hàng ngày cho mức trung bình hàng năm, hầu hết các quốc gia nhận được bức xạ mặt trời tối đa trong tháng 4 và tháng 5 với mức dao động 5,56 - 6,67 kWh / m2-ngày mà các khu vực với bức xạ mặt trời cực đại là ở phần Đông Bắc, và một số khu vực của miền Trung là trung bình hàng năm và khu vực này chiếm 14,3 phần trăm của một quốc gia tổng thể. Ngoài ra, nó đã tìm thấy 50,2 phần trăm tổng diện tích nhận được năng lượng mặt trời trung bình hàng năm bức xạ ở 18-19 MJ / m2 -ngày. Tổng bức xạ mặt trời hàng ngày của mức trung bình hàng năm trong một khu vực quốc gia tổng thể có giá trị là 18,2 MJ / m2 -ngày hoặc / 5,06 kWh / m2 -ngày và kết quả này cho biết về tiềm năng khá cao của năng lượng mặt trời Thái Lan, dẫn đầu tiềm năng kỹ thuật của việc phát triển phương pháp tiếp cận năng lượng mặt trời 50.000 MW, và số lượng công suất lắp đặt là nhà máy điện quang điện (PV) có tổng công suất 787 MW, tính manh mún của nhà máy điện PV khá cao ở miền Trung là 383 MW từ 787 MW nơi có bức xạ mặt trời mạnh tiềm năng phát triển năng lượng mặt trời như trang trại năng lượng mặt trời, mái nhà năng lượng mặt trời – Nhiệt điện mặt trời và mặt trời, đặc biệt là nhà máy điện PV có thể được đấu nối vào cả lưới điện truyền tải 115 kV và 22 kV lưới điện phân phối, cũng có nhu cầu phụ tải cao nhất bởi vì khu vực này có rất nhiều bất động sản công nghiệp nằm trong khu trung tâm của Thái Lan. Do đó, đây là những lý do tại sao khu vực miền trung của Thái Lan được chọn là một nghiên cứu điển hình về tờ giấy này. Cuối cùng nhưng không kém phần quan trọng, từ toàn bộ công bố sự củng cố của chính phủ Thái Lan và hạn chế phân mảnh khu vực tiềm năng năng lượng mặt trời của Thái Lan là những điều quan trọng tạo niềm tin cho các nhà đầu tư xây dựng điện mặt trời PV trồng nhiều ở khu vực miền trung và đông bắc của Thái Lan, và hiểu rằng sức mạnh tạo ra từ năng lượng mặt trời là không ổn định, dựa vào thời tiết hàng ngày, đặc tính tải, vì vậy những có thể góp phần gây ra nhiều sự cố trên hệ thống điện mạng cũng như khu vực điểm yếu nhất thiết nếu được kết nối với mạng lưới hệ thống điện. Vì vậy, bài báo này được thực hiện để điều tra và ngăn chặn các vấn đề để nó có thể giúp

# Những khái niệm chung

## Điện áp sử dụng

Điện áp sử dụng là điện áp đo được ở đầu của thiết bị dùng điện, điện áp sử dụng vốn có một độ trải điện áp rong vận hành hệ thống phân phối. Đó là một dải điện áp có ở mỗi điểm sử dụng điện. Bề rộng của dải điện áp và vị trí của dải đối với điện áp cơ bản tùy thuộc vào vị trí hộ tiêu thụ đối với cấu trúc của hệ thống phân phối. Trước khi xét sự thay đổi cho phép của điện áp ở điểm sử dụng đối với việc vận hành của thiết bị và sự thay đổi này ảnh hưởng đến hoạt động của thiết bị như thế nào thì cần hiểu rõ khái niệm độ trải điện áp.

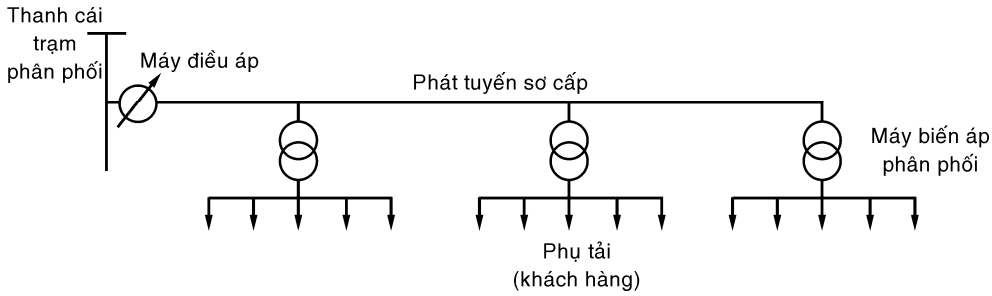
## Độ trải điện áp

Độ trải điện áp – là hiệu số giữa các giá trị điện áp cực đại và cực tiểu ở một điểm nhất định trong hệ thống phân phối, độ trải có giá trị thay đổi tùy theo vị trí mà ở đó độ trải được đo. Không những nó thay đổi về trị số mà sự quan hệ độ trải so với giá trị làm chuẩn sẽ thay đổi thùy theo vị trí đo. *Hình 2.2* minh họa các độ trải điện áp có ở điểm sử dụng.

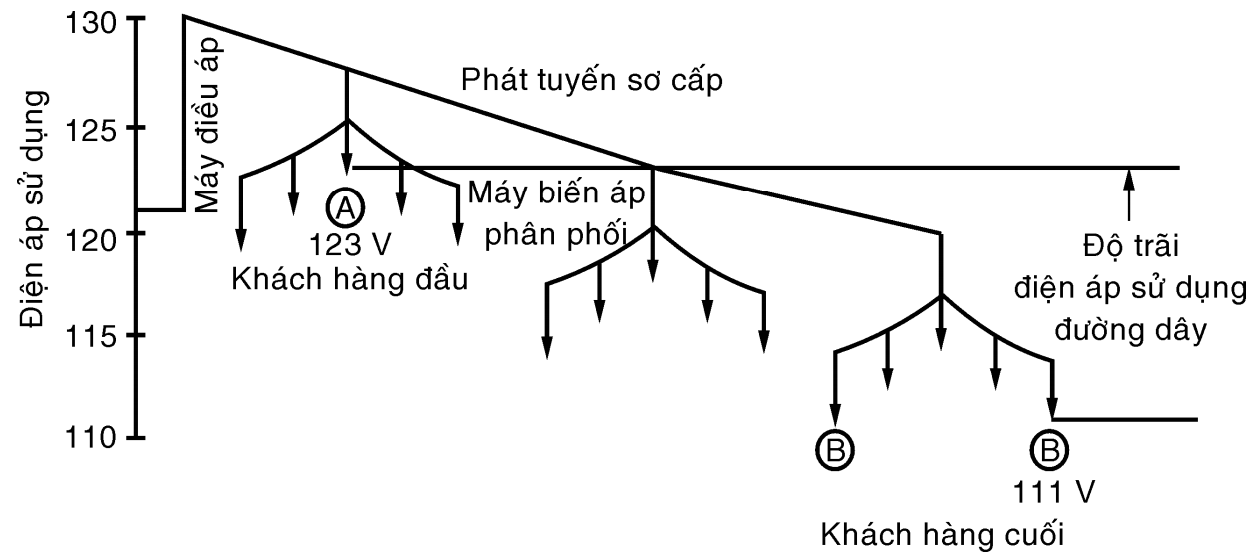
Hộ tiêu thụ A là hộ đầu tiên, có độ trải đùng bằng 1 volt từ phụ tải cực tiểu (122 volt) đến phụ tải cực đại (123 volt). Hộ tiêu thị B là hộ cuối cùng của đường dây nhánh phân phối, có độ trải điện áp bằng 7 volt: 111 volt ở tình trạng cực đại và 118 volt ở tình trạng cực tiểu.

Điện áp sử dụng ở các hộ tiêu thụ A và B đối với tình trạng phụ tải trong khoảng từ tải cực đại đến cực tiểu sẽ có giá trị trong khoảng các giá trị cực đại và cực tiểu của các độ trải điện áp. Điện áp ở điểm sử dụng cảu bất kỳ hộ tiêu thụ nào ở trên đường dây cũng sẽ có độ trải điện áp từ 1 đến 7 volt, tùy theo vị trí của chúng. Các độ trải điện áp tương tự cũng có thể tìm ở các điểm sử dụng của mỗi hộ tiêu thụ trên hệ thống.

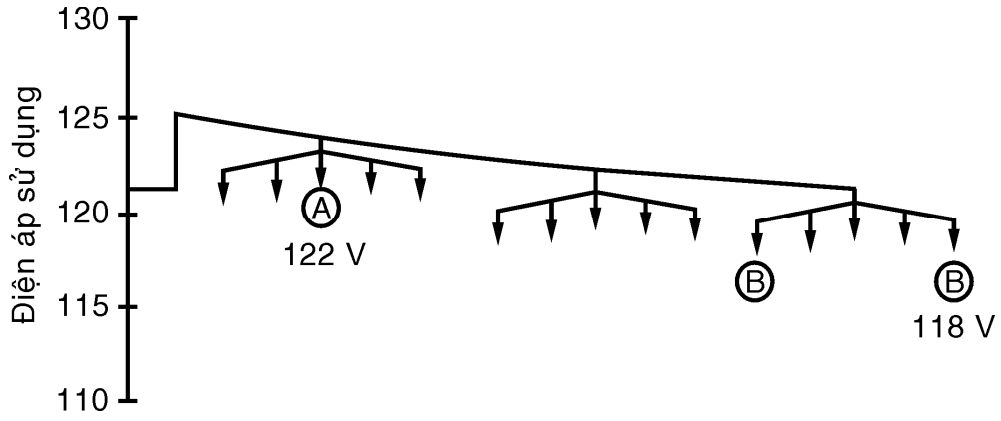
Ngoài ra, còn có độ trải điện áp sử dụng đường dây là sự sai biệt về điện áp sử dụng cực đại và cực tiểu của các hộ tiêu thụ trên đường dây. Đối với đường dây trên hình vẽ độ trải của điện áp sử dụng đường dây là 12 volts (123 V – 111 V).



Hình .: Sơ đồ đường dây phân phối



Hình .: Trắc địa điện áp khi phụ tải cực đại



Hình .: Trắc địa điện áp khi phụ tải cực tiểu

## Những phương tiện để điều chỉnh điện áp trong hệ thống điện

Việc điều chỉnh điện áp trong phạm vi cho phép là vấn đề phức tạp vì hệ thống liên kết nhiều nguồn với nhiều phụ tải ở mọi cấp bậc của hệ thống điện. Kết quả là giữ điện áp ở một điểm của hệ thống là chưa đủ mà trái lại phải giữ ở nhiều điểm ở mọi cấp bậc theo chiều ngang cũng như theo chiều dọc của hệ thống.

Nói cách khác, vấn đền điều chỉnh điện áp là xuyên suốt toàn hệ thống và đồi hỏi một số lượng lớn các thiết bị đặt trong hệ thống để phục vụ cho mục đích này.

Việc lựa chọn và phối trí các thiết bị điều áp là một trong những vấn đề lớn của kỹ thuật hệ thống điện.

Các phương tiện điều chỉnh điện áp có thể được chia làm ba nhóm lớn dựa trên đặc tính vận hành của chúng:

* Nguồn công suất kháng như máy bù đồng bộ và tụ điện tĩnh, máy bù động bộ và kích từ máy phát.
* Giảm sụt áp của đường dây bằng tụ điện nối tiếp.
* Máy biến áp điều chỉnh và máy biến áp có đầu phân áp.

Vận hành đường dây tải điện cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa công suất kháng và điện áp. Điện áp có thể giữ ở bất kỳ trị số mong muốn nào ở cả đầu phát và nhận của một đường dây truyền tải với tổng trở đường dây có tính cảm chiểm ưu thế (X>R) nếu có đủ các nguồn công suất kháng ở hai đầu đường dây.

Tổng quát, bất kỳ một nguồn công suất phản kháng nào trong hệ thống có thể giữ hoặc điện áp, hoặc hệ số công suất hoặc dòng công suất kháng ở một và chỉ một điểm đã chọn tùy ý trong hệ thống điện. Dĩ nhiên, để cho việc vận hanhf được đơn giản và thuận tiện, thường điểm điều chỉnh ở rất gân hoặc là ở tại đầu cực của nguồn công suất kháng.

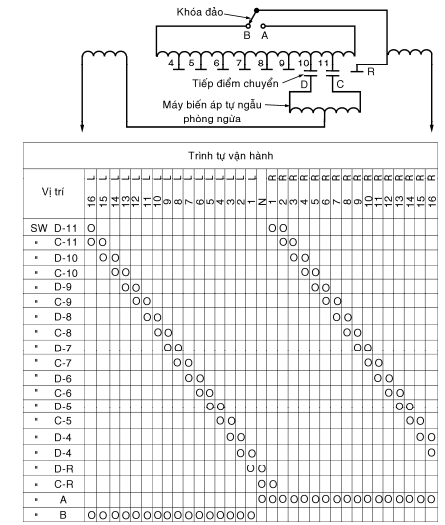
Mỗi nhà máy điện là nguồn công suất tác dụng cũng là nguồn công suất phản kháng, nhưng điện áp phải được điều chỉnh ở một số lớn các điểm trong hệ thống, hậu quả là phải dùng đến các nguồn công suất kháng phụ thêm và thiết bị điều chỉnh điện áp khác. Hai nguồn công suất kháng thông thường là máy bù đồng bộ và tụ điện tĩnh.

## Đầu phân áp của máy biến áp

Đầu phân áp điều áp dưới tải của máy biến áp chủ yếu dùng để điều chỉnh điện áp (cùng pha) của máy biến áp điện lực và trong một số trường hợp dùng để điều chỉnh góc pha. Trong hệ thống phân phối, đầu phân áp dùng để duy trì một điện áp không đổi phía thứ cấp (phía điện áp thấp) khi điện áp phía sơ cấp thay đổi, để điều chỉnh điện áp phía thứ cấp khi điện áp phía sơ cấp cố định, để điều khiển dòng công suất kháng giữa hai nhà máy hoặc giữa các nhánh của mạng điện kín và để điều khiển sự phân bố công suất giữa các nhánh của mạng kín bằng cách dịch góc pha điện áp ra của các máy biến áp.

Có nhiều loại mạch và thiết bị thay đổi đầu phân áp tùy theo điện áp và công suất của máy biến áp và tùy theo mục đích điều chỉnh điện áp hay góc pha. Đầu phân áp điều áp dưới tải được thiết kế với 8, 16, 32 nấc và nhiều hơn nữa để có thể điều chỉnh tinh hơn, phạm vi điều chỉnh ±5%, ±7,5%, ±10%. Bộ điều chỉnh 32 nấc, ±10% có 16 nấc theo chiều tăng hay giảm và mỗi nấc thay đổi 5/8% điện áp. Đầu phân áp thường đặt ở phía cuộn dây sơ cấp của máy biến áp vì ở phía này các tiếp điểm của đầu phân áp chỉ phải đóng cắt dòng điện nhỏ khi thay đổi đầu phân áp.

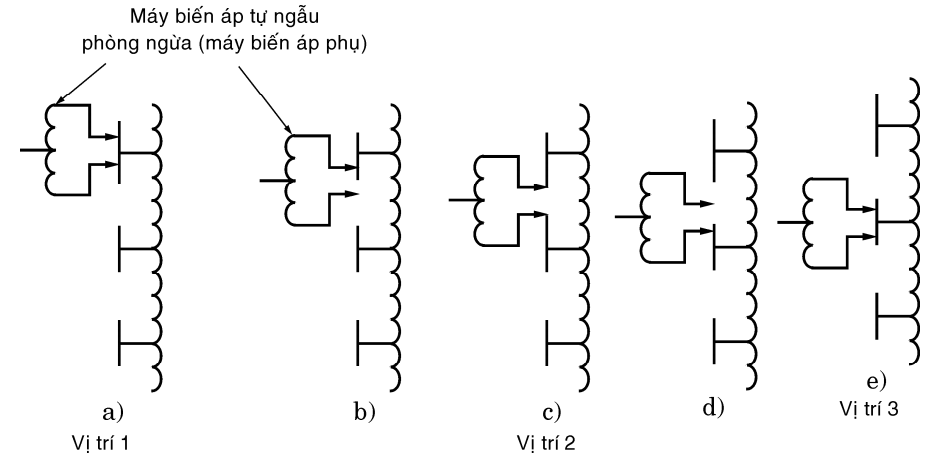
Việc thay đổi đầu phân áp trong máy biến áp điều áp dưới tải không cần phải cắt tải bằng cách dùng một biến áp tự ngẫu tạm gọi là máy biến áp phụ. Quá trình thay đổi đầu phân áp từ đầu phân áp này sang đầu phân áp khác cho thấy vai trò của máy biến áp phụ được minh hoạ trong *Hình 2.4* đối với đầu phân áp kiểu URS.



Hình .: Sơ đồ nguyên lý và tiến trình thao tác của đầu phân áp 33 vị trí kiểu URS

O: đóng tiếp điểm R: tăng L: Giảm

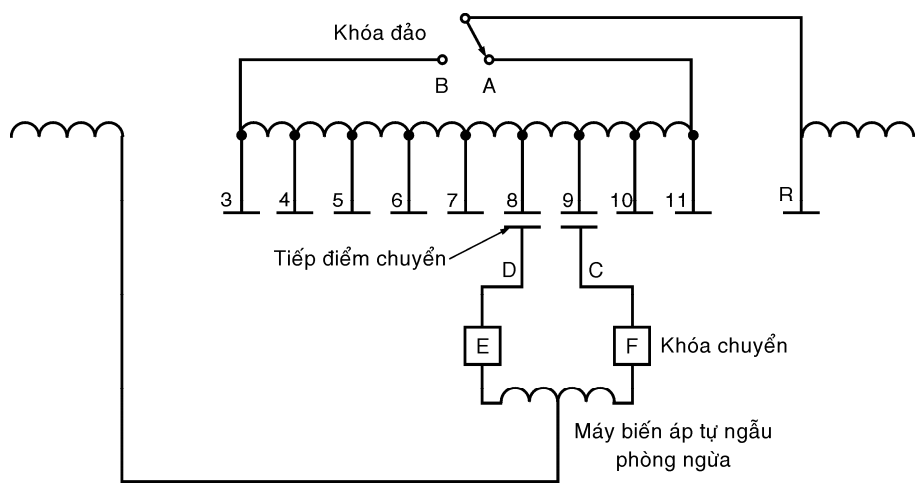
Các vị trí thực tế của đầu phân áp vẽ ở *Hình 2.5*. Máy biến áp tự ngẫu phụ có khả năng mang dòng điện tải đầy của máy biến áp một cách liên tục qua bất cứ đầu phân áp nào trong trường hợp có sự hư hỏng về cơ khí làm cho bộ phận chuyển đổi đầu phân áp bị dừng lại nửa chừng như ở hình (b) và (d). Trong trường hợp máy tự ngẫu bắt cầu với hai đầu phân áp như trong hình (c), ở vị trí này trở kháng cao của máy tự ngẫu đối với dòng điện luân lưu giữa hai đầu phân áp tránh phá hỏng cuộn dây của máy biến áp trong khi trở kháng thấp của nó đối với dòng điện phụ tải cho phép vận hành ở vị trí này với điện áp trung gian giữa hai đầu phân áp (máy biến áp phụ còn gọi là máy biến áp tự ngẫu phòng ngừa).



Hình .: Trình tự thay đổi nấc phân áp.

Khóa đảo chiều dùng thay đổi hướng tăng hay giảm điện áp khi thay đổi đầu phân áp, khoá này chỉ được dịch chuyển khi các tiếp điểm chọn nấc đang ở vị trí số không (không điều chỉnh tăng hay giảm), vào lúc này không có dòng điện qua khóa đảo và do đó không phát sinh hồ quang khi dịch chuyển khóa đảo.

Trong các máy biến áp công suất lớn ngoài các tiếp điểm chuyển nấc còn có thêm khoá chuyển (*Hình 2.6*) và tiến trình chuyển nấc được thực hiện sao cho việc đóng cắt và hồ quang phát sinh được hạn chế trong khóa chuyển. Khi thay đổi từ nấc phân áp này sang nấc phân áp khác, để thực hiện việc cắt mạch thì khóa chuyển phải mở ngay trước khi tiếp điểm chọn nấc mở và đóng lại ngay sau khi tiếp điểm chọn nấc đã dịch chuyển sang vị trí mới.



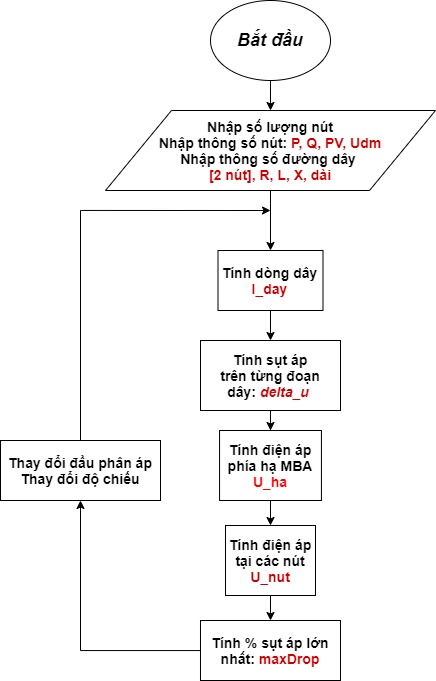
Hình . Sơ đồ nguyên lý đầu phân áp có khóa chuyển

## Chọn đầu phân áp của máy biến áp

Máy biến áp do Nga sản xuất có công suất từ 5600 kVA trở lên và điện áp bên cao từ 35 kV trở lên đều có bốn đầu phân áp trong phạm vi ±2x2,5%. Máy biến áp có công suất nhỏ 5600 kVA và thấp hơn 35 kV có hai đầu phân áp ở hai bên đầu định mức phạm vi thay đổi ±5%. Máy biến áp do Mỹ sản xuất loại điều áp dưới tải có thể có 8,16,32 nấc điều chỉnh, phạm vi điều chỉnh ±10% (có loại ±7,1/2%, ±5%).

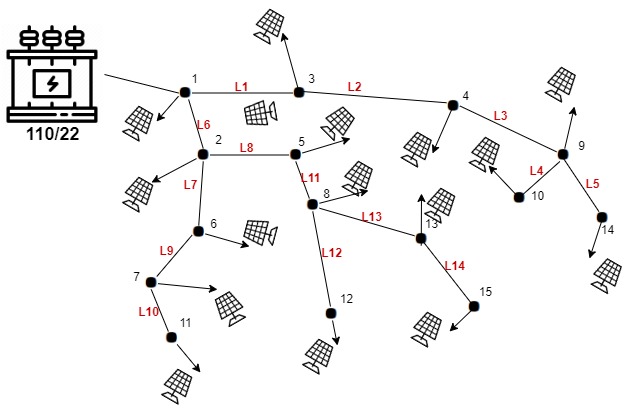
Máy biến áp có đầu phân áp không thuộc loại điều áp dưới tải (còn gọi là đầu phân áp thường) thì khi thay đổi đầu phân áp yêu cầu phải cắt máy biến áp ra khỏi mạng để thao tác, như vậy phải mất điện do phải có một số thao tác đóng cắt nhất định. Vì không thể thay đổi thường xuyên đầu phân áp, mà cần tính toán chọn một đầu phân áp cố định thỏa mãn được yêu câuf điện áp tại các hộ tiêu thụ điện trong các tình trạng khác nhau của phụ tải (phụ tải cực đại và phụ tải cực tiểu).

# Tính toán độ sụt áp của lưới điện phân phối



Hình . Lưu đồ giải thuật tổng quan của hệ thống

## Chọn mô hình dây làm mẫu



Hình . Ví dụ một hệ thống lưới phân phối

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nút** | **Ptải (kW)** | **Qtải (kVAr)** | **Udm (kV)** | **PV (kW)** |
| **1** | *3400* | *1030* | *22* | *2800* |
| **2** | *3600* | *1090* | *22* | *2800* |
| **3** | *3700* | *1040* | *22* | *2820* |
| **4** | *3300* | *1020* | *22* | *2800* |
| **5** | *3800* | *1000* | *22* | *2860* |
| **6** | *3900* | *1060* | *22* | *2700* |
| **7** | *3100* | *1020* | *22* | *2700* |
| **8** | *3500* | *1030* | *22* | *2840* |
| **9** | *3700* | *1050* | *22* | *2700* |
| **10** | *3600* | *1030* | *22* | *2840* |
| **11** | *3200* | *1010* | *22* | *2800* |
| **12** | *3500* | *1040* | *22* | *2840* |
| **13** | *3700* | *980* | *22* | *2700* |
| **14** | *3800* | *1000* | *22* | *2700* |
| **15** | *3800* | *1000* | *22* | *2700* |

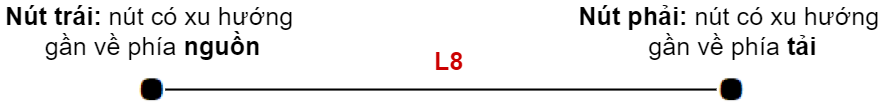
Bảng ‑: Thông số nút của lưới phân phối

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Đường dây** | **R (Ω)** | **X (Ω)** | **Chiều dài (km)** |
| **L1** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L2** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L3** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L4** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L5** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L6** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L7** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L8** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L9** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L10** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L11** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L12** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L13** | *0.072* | *0.32* | *1* |
| **L14** | *0.072* | *0.32* | *1* |

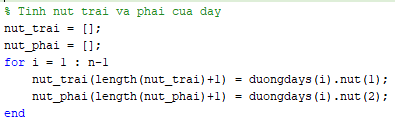
Bảng ‑: Thông số đường dây của lưới phân phối

## Tính toán dòng dây

Trong chương trình tính toán có sử dụng hai khái niệm nút: nút trái và nút phải. Trong đó với ý đồ của tác giả: nút trái là nút của đường dây mà tại đó nút có xu hướng gần về phía nguồn so với nút còn lại của đường dây.

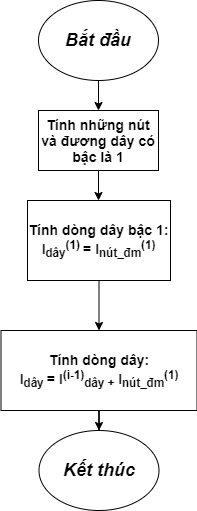


Hình . Nút trái và nút phải của một đường dây.



Nút bậc 1 là gì? Nút bậc theo ý đồ của tác giả là nút mà tại đó nút chỉ gánh tải mà không gánh thêm đường dây nào khác. Một trong những điều kiện của nút bậc 1 là nút phải của đường dây.

Dòng dây bậc 1: là tại đó dòng chạy trên dây là từ duy nhất một tải tiêu thụ chứ không phải thêm từ các tải khác. Dòng dây bậc 1 có nút phải là nút bậc 1.



Hình . Lưu đồ giải thuật tính toán dòng dây

## Tính toán sụt áp rơi trên từng đoạn

Sau khi tính toán được giá trị dòng điện chạy trên đường dây, ta tiến hành tính điện áp, công suất tác dụng và công suất phản kháng rơi trên đường dây.

Công thức tính sụt áp trên đường dây:



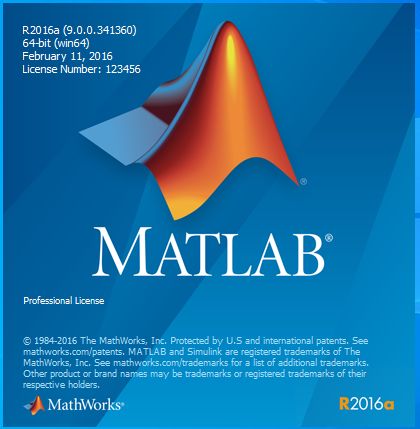
## Điện áp tại các nút

## Tính phần trăm sụt áp lớn nhất

# Kết quả

## Số liệu mẫu

## Phần mềm thực hiện giải thuật



Hình .: Logo phần mềm MATLAB

MATLAB kết hợp môi trường máy tính để bàn được điều chỉnh cho các quy trình phân tích và thiết kế lặp đi lặp lại với một ngôn ngữ lập trình thể hiện trực tiếp toán học mảng và ma trận. Nó bao gồm Live Editor để tạo các tập lệnh kết hợp mã, đầu ra và văn bản được định dạng trong một sổ ghi chép thực thi.

Hộp công cụ MATLAB được phát triển chuyên nghiệp, được kiểm tra nghiêm ngặt và được ghi chép đầy đủ.

Ứng dụng MATLAB cho phép bạn xem các thuật toán khác nhau hoạt động như thế nào với dữ liệu của bạn. Lặp lại cho đến khi bạn nhận được kết quả mong muốn, sau đó tự động tạo chương trình MATLAB để tái tạo hoặc tự động hóa công việc của bạn.

Quy mô phân tích của bạn để chạy trên các cụm, GPU và đám mây chỉ với những thay đổi nhỏ về mã. Không cần phải viết lại mã của bạn hoặc học lập trình dữ liệu lớn và các kỹ thuật hết bộ nhớ.

## Sụt áp tại các nút

## Hệ số K của máy biến áp khi hệ thống mặt trời thay đổi

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Đầu phân   áp  Độ sáng** | ***9*** | ***8*** | ***7*** | ***6*** | ***5*** | ***4*** | ***3*** | ***2*** | ***1*** | ***0*** | ***-1*** | ***-2*** | ***-3*** | ***-4*** | ***-5*** | ***-6*** | ***-7*** | ***-8*** | ***-9*** |
| ***0%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***10%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***20%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***30%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***40%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***50%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***60%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***70%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***80%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***90%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |
| ***100%*** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **1** | **1** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

# Kết luận và hướng phát triển

***Tài liệu tham khảo***

[1]

[2]

[3]

[4]

[5]

[6]

[7]

[8]

[9]

[10]

***Phụ lục***

clc; clear; close all;

n = 15; % So luong nut

% Khoi tao nut va duong day

Nodes = node.empty(0,n);

duongdays = duongday.empty(0,n-1);

% Nhap thong so MA

Udm\_cao = 110; Udm\_ha = 22; U\_cao = Udm\_cao; U\_ha = Udm\_ha; kT = U\_cao/U\_ha; Upa = Udm\_cao;

U\_N = 10; P\_N = 18; Sdm = 25;

% Tinh RT XT cua MBA

XT = U\_N/100\*Udm\_cao\*Udm\_cao/Sdm/5;

RT = P\_N\*Udm\_cao\*Udm\_cao/Sdm/Sdm/1000/5;

% Ma tran kiem chung A

A = [];

delPV = 2500;

delQ = 900;

% Nhap thong so cua nut P = 2000 -3000 PV = >100

Nodes(1).name = 1; Nodes(1).Ptai = 3400; Nodes(1).Q = 130 + delQ; Nodes(1).Udm = 22; Nodes(1).PV = 150\*2 + delPV;

Nodes(2).name = 2; Nodes(2).Ptai = 3600; Nodes(2).Q = 190 + delQ; Nodes(2).Udm = 22; Nodes(2).PV = 150\*2 + delPV;

Nodes(3).name = 3; Nodes(3).Ptai = 3700; Nodes(3).Q = 140 + delQ; Nodes(3).Udm = 22; Nodes(3).PV = 160\*2 + delPV;

Nodes(4).name = 4; Nodes(4).Ptai = 3300; Nodes(4).Q = 120 + delQ; Nodes(4).Udm = 22; Nodes(4).PV = 150\*2 + delPV;

Nodes(5).name = 5; Nodes(5).Ptai = 3800; Nodes(5).Q = 100 + delQ; Nodes(5).Udm = 22; Nodes(5).PV = 180\*2 + delPV;

Nodes(6).name = 6; Nodes(6).Ptai = 3900; Nodes(6).Q = 160 + delQ; Nodes(6).Udm = 22; Nodes(6).PV = 100\*2 + delPV;

Nodes(7).name = 7; Nodes(7).Ptai = 3000; Nodes(7).Q = 120 + delQ; Nodes(7).Udm = 22; Nodes(7).PV = 100\*2 + delPV;

Nodes(8).name = 8; Nodes(8).Ptai = 3500; Nodes(8).Q = 130 + delQ; Nodes(8).Udm = 22; Nodes(8).PV = 170\*2 + delPV;

Nodes(9).name = 9; Nodes(9).Ptai = 3700; Nodes(9).Q = 150 + delQ; Nodes(9).Udm = 22; Nodes(9).PV = 100\*2 + delPV;

Nodes(10).name = 10; Nodes(10).Ptai = 3600; Nodes(10).Q = 130 + delQ; Nodes(10).Udm = 22; Nodes(10).PV = 170\*2 + delPV;

Nodes(11).name = 11; Nodes(11).Ptai = 3200; Nodes(11).Q = 110 + delQ; Nodes(11).Udm = 22; Nodes(11).PV = 150\*2 + delPV;

Nodes(12).name = 12; Nodes(12).Ptai = 3500; Nodes(12).Q = 140 + delQ; Nodes(12).Udm = 22; Nodes(12).PV = 170\*2 + delPV;

Nodes(13).name = 13; Nodes(13).Ptai = 3700; Nodes(13).Q = 80 + delQ; Nodes(13).Udm = 22; Nodes(13).PV = 100\*2 + delPV;

Nodes(14).name = 14; Nodes(14).Ptai = 3800; Nodes(14).Q = 100 + delQ; Nodes(14).Udm = 22; Nodes(14).PV = 100\*2 + delPV;

Nodes(15).name = 15; Nodes(15).Ptai = 3800; Nodes(15).Q = 100 + delQ; Nodes(15).Udm = 22; Nodes(15).PV = 100\*2 + delPV;

% Nhap thong so duong day

duongdays(1).nut = [1, 3]; duongdays(1).R = 0.072; duongdays(1).L = 0.32; duongdays(1).X = 0.0; duongdays(1).dai = 2;

duongdays(2).nut = [3, 4]; duongdays(2).R = 0.072; duongdays(2).L = 0.32; duongdays(2).X = 0.0; duongdays(2).dai = 2;

duongdays(3).nut = [4, 9]; duongdays(3).R = 0.072; duongdays(3).L = 0.32; duongdays(3).X = 0.0; duongdays(3).dai = 2;

duongdays(4).nut = [9, 10]; duongdays(4).R = 0.072; duongdays(4).L = 0.32; duongdays(4).X = 0.0; duongdays(4).dai = 2;

duongdays(5).nut = [9, 14]; duongdays(5).R = 0.072; duongdays(5).L = 0.32; duongdays(5).X = 0.0; duongdays(5).dai = 2;

duongdays(6).nut = [1, 2]; duongdays(6).R = 0.072; duongdays(6).L = 0.32; duongdays(6).X = 0.0; duongdays(6).dai = 2;

duongdays(7).nut = [2, 6]; duongdays(7).R = 0.072; duongdays(7).L = 0.32; duongdays(7).X = 0.0; duongdays(7).dai = 2;

duongdays(8).nut = [6, 5]; duongdays(8).R = 0.072; duongdays(8).L = 0.32; duongdays(8).X = 0.0; duongdays(8).dai = 2;

duongdays(9).nut = [6, 7]; duongdays(9).R = 0.072; duongdays(9).L = 0.32; duongdays(9).X = 0.0; duongdays(9).dai = 2;

duongdays(10).nut = [7, 11]; duongdays(10).R = 0.072; duongdays(10).L = 0.32; duongdays(10).X = 0.0; duongdays(10).dai = 2;

duongdays(11).nut = [5, 8]; duongdays(11).R = 0.072; duongdays(11).L = 0.32; duongdays(11).X = 0.0; duongdays(11).dai = 2;

duongdays(12).nut = [8, 12]; duongdays(12).R = 0.072; duongdays(12).L = 0.32; duongdays(12).X = 0.0; duongdays(12).dai = 2;

duongdays(13).nut = [8, 13]; duongdays(13).R = 0.072; duongdays(13).L = 0.32; duongdays(13).X = 0.0; duongdays(13).dai = 2;

duongdays(14).nut = [13, 15]; duongdays(14).R = 0.072; duongdays(14).L = 0.32; duongdays(14).X = 0.0; duongdays(14).dai = 2;

row = 0;

for dochieu = 0:0.1:1

dochieu

Pnut = Nodes(12).P

cosphi = Nodes(12).cosphi

dongday = duongdays(6).I

row = row + 1; col = 0;

for nT = 9:-1:-9

col = col + 1;

% Tinh P, I, cosphi cua nut

for nut = 1:n

% Nodes(nut).Q = (Nodes(nut).P - Nodes(nut).PV\*dochieu)/(1 + Nodes(nut).cosphi\*Nodes(nut).cosphi);

Nodes(nut).P = Nodes(nut).Ptai - Nodes(nut).PV\*dochieu;

Nodes(nut).cosphi = (Nodes(nut).P)/sqrt((Nodes(nut).P)^2 + (Nodes(nut).Q)^2);

% cosphi = Nodes(nut).cosphi

Nodes(nut).Idm = (Nodes(nut).P)/(sqrt(3)\*Nodes(nut).Udm\*Nodes(nut).cosphi);

end

% Tinh nut trai va phai cua day

nut\_trai = [];

nut\_phai = [];

for i = 1 : n-1

nut\_trai(length(nut\_trai)+1) = duongdays(i).nut(1);

nut\_phai(length(nut\_phai)+1) = duongdays(i).nut(2);

end

% Tinh bac 1 cua nut

for nut = 1 : n

warn = false;

for day = 1 : n -1

if nut == nut\_trai(day)

warn = true;

end

end

if warn == false

Nodes(nut).bac = 1;

end

end

% Tinh bac 1 cua day

for day = 1 : n-1

if Nodes(duongdays(day).nut(2)).bac == 1

duongdays(day).bac = 1;

end

end

% Tinh dong day bac 1

for day = 1 : n-1

if duongdays(day).bac == 1

duongdays(day).I = Nodes(duongdays(day).nut(2)).Idm;

end

end

% Tinh dong day

for chay = 1:(n-1)\*1

for day = 1:n-1

duongdays(day).I = Nodes(duongdays(day).nut(2)).Idm;

phai = duongdays(day).nut(2);

for i = 1:n-1

if phai == duongdays(i).nut(1)

if duongdays(i).I > 0

duongdays(day).I = duongdays(day).I + duongdays(i).I;

end

end

end

end

end

% Tinh sut ap va P,Q roi tren tung doan day

for day = 1 : n-1

% deltaU = duongdays(day).delta;

I = duongdays(day).I/1000; % doi sang kA

R = duongdays(day).R\*duongdays(day).dai;

zL = duongdays(day).L\*duongdays(day).dai;

zX = duongdays(day).X\*duongdays(day).dai;

duongdays(day).deltaU = I\*sqrt(R\*R + (zL-zX)\*(zL-zX));

duongdays(day).P = I\*I\*R\*1000;

duongdays(day).Q = I\*I\*zL\*1000;

end

% Tinh tong PL va QL

PL = 0; QL = 0;

for i = 1 : n

PL = PL + Nodes(i).P;

QL = QL + Nodes(i).Q;

end

for i = 1 : (n-1)

PL = PL + duongdays(i).P;

QL = QL + duongdays(i).Q;

end

% Tinh Upa => Uha

PT = PL + RT\*(PL\*PL + QL\*QL)/110/110/1000;

QT = QL + XT\*(PL\*PL + QL\*QL)/110/110/1000;

Udm\_cao = sqrt((U\_cao - 1/110\*PT\*RT/1000-1/110\*QT\*XT/1000)^2 + (1/110\*PT\*RT/1000-1/110\*QT\*XT/1000)^2);

Upa = Udm\_cao\*(1+ nT\*0.0178);

kT = Upa/Udm\_ha;

U\_ha = Udm\_cao/kT;

% Tinh lai Udm tai cac nut va cho Udm = U\_ha

for i = 1:n

Nodes(i).U = U\_ha;

end

% Tinh dien ap tai cac nut

for chay = 1:n

% Xet day co nut 1 la nut trai -> tinh nut phai cua day do

for day = 1:n-1

if Nodes(duongdays(day).nut(1)).U < U\_ha || duongdays(day).nut(1) == 1

Nodes(duongdays(day).nut(2)).U = Nodes(duongdays(day).nut(1)).U - duongdays(day).deltaU;

end

end

end

% Tinh phan tram sut ap lon nhat va nho nhat: maxDrop, minDrop

maxDrop = 0;

minDrop = 100;

for i = 1:n

if(maxDrop < abs((Nodes(i).U - Udm\_ha)/Udm\_ha)\*100)

maxDrop = abs((Nodes(i).U - Udm\_ha)/Udm\_ha)\*100;

end

end

if (maxDrop < 5)

A(row, col) = nT;

else

A(row, col) = 999;

end

end

end

A