



Giải tích máy điện nâng cao

cuu duong than cong. com

Giới thiệu môn học

Máy biến áp

cuu duong than cong. com



CÁN BỘ GIẢNG DẠY

- TS. TRỊNH HOÀNG HƠN
Bộ môn Thiết Bị Điện
- TS. NGUYỄN NGỌC TÚ
Bộ môn Thiết Bị Điện
Email: nguyenntu@yahoo.com



Giới thiệu

- Môn học nghiên cứu việc phân tích động học máy điện trong các chế độ làm việc sát với thực tế
- Nội dung:
 - Ôn tập và giới thiệu Matlab/Simulink
 - Máy biến áp 1 pha và 3 pha
 - Biến đổi hệ qui chiếu trong phân tích máy điện quay
 - Phân tích và điều khiển máy điện không đồng bộ
 - Máy điện đồng bộ trong hệ thống điện và các hệ truyền động
 - Máy điện một chiều và các phương pháp điều khiển tốc độ



Đánh giá môn học

- Đánh giá gồm 2 phần: tiểu luận (báo cáo + thuyết trình, 50%), thi cuối kỳ (50%)
- Thuyết trình: chia nhóm thuyết trình trước lớp
- Báo cáo: mỗi học viên nộp báo cáo thuyết minh về kết quả thực hiện tiểu luận của riêng mình
- Thi: viết hoặc trắc nghiệm (~60 phút)



TIỂU LUẬN MÔ PHỎNG

- Sinh viên làm theo nhóm (2-3 sinh viên).
- Sinh viên bốc thăm chọn hướng đề tài vào tuần 2.
- Phần trình bày và mô phỏng làm theo nhóm.
- Từng thành viên trong nhóm phải có mặt khi trình bày, mỗi thành viên sẽ nhận câu hỏi riêng để đánh giá cho điểm.



TIỂU LUẬN

- 1 buổi (3 tiết): Hướng dẫn về phương pháp trình bày và viết tiểu luận.
- Các nhóm tự liên hệ thầy hướng dẫn để triển khai thực hiện phần trình bày và bài tập mô phỏng.
- Thời gian và địa điểm cụ thể cho mỗi nhóm sẽ được thông báo sau.



Đề tài mẫu cho Tiểu luận mô phỏng

- 1/ Mô phỏng động cơ KĐB 3 pha trong hệ quy chiếu α - β .
- 2/ Mô phỏng động cơ KĐB 3 pha có xem xét tổn hao sắt từ.
cuuduongthancong.com
- 3/ Mô phỏng động cơ KĐB 3 pha có xem xét tổn hao sắt từ và bão hòa từ.
- 4/ Mô phỏng máy phát không đồng bộ nguồn kép (DFIG).
cuuduongthancong.com
- 5/ Mô phỏng động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu.



Đề tài cho Tiểu luận mô phỏng

6/- Mô phỏng dòng xung kích, và

- Mô phỏng ngắn mạch của MBA 3 pha

7/- Mô phỏng DC bias core saturation

- Mô phỏng trường hợp hở mạch MBA 3 pha

8/ Mô phỏng động học của động cơ DC kích từ song song

9/ Mô phỏng các biện pháp hãm (brake) cho động cơ DC

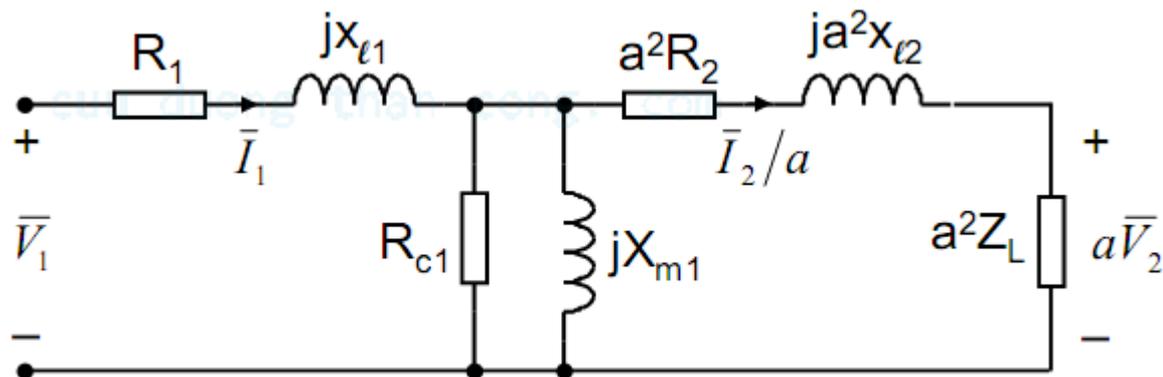
10/ Mô phỏng động học của động cơ BLDC



Ôn tập về máy biến áp

- MBA là thiết bị điện từ để truyền năng lượng từ một hệ điện áp/dòng điện này sang hệ điện áp/dòng điện khác dựa trên nguyên tắc cảm ứng điện từ. Máy gồm có mạch từ và dây quấn.
- Phân loại: 1 pha và 3 pha, hai và nhiều dây quấn, cách ly và tự ngẫu
- Với máy ba pha, cần chú ý đến kiểu nối dây (Y hay Δ), và tổ nối dây

Mạch tương đương pha



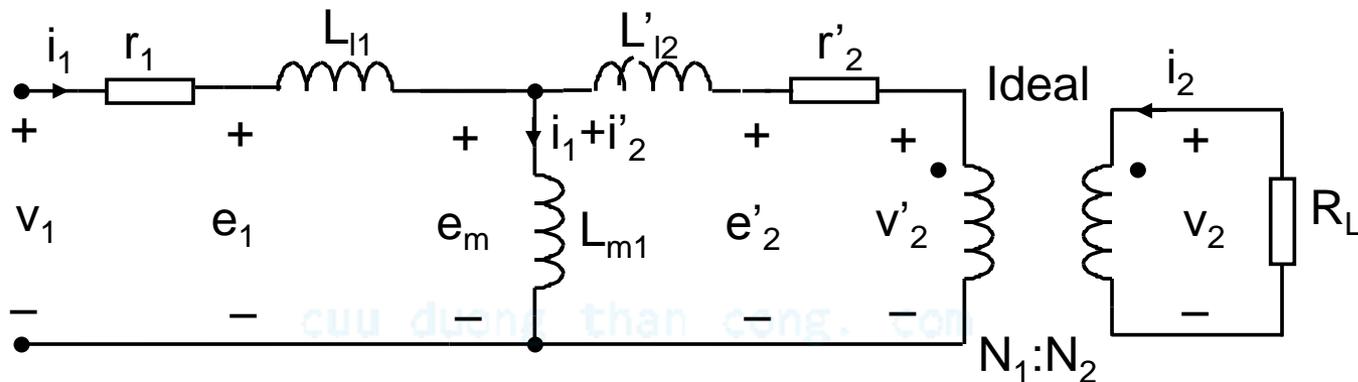


Những vấn đề tồn đọng với mạch tương đương

- Chưa cho phép phân tích nhiều trường hợp trong thực tế:
 - Mạch ba pha không cân bằng
 - Mạch từ bị bão hòa
 - Dòng xung kích khi đóng điện
 - Ảnh hưởng của shunt từ (ví dụ trong MBA hàn)
 - Làm việc với điện áp không sine
 - Tải phi tuyến



Mạch tương đương



$$v_1 = i_1 r_1 + \frac{1}{\omega_b} \frac{d\psi_1}{dt}$$

$$v_2' = i_2' r_2' + \frac{1}{\omega_b} \frac{d\psi_2'}{dt}$$

$$\psi_1 = \omega_b \lambda_1 = x_{l1} i_1 + \psi_m$$

$$\psi_2' = \omega_b \lambda_2' = x_{l2}' i_2' + \psi_m$$

$$\psi_m = \omega_b L_{m1} (i_1 + i_2') = x_{m1} (i_1 + i_2')$$

ω_b là tần số cơ bản dùng để tính điện cảm



Mô hình MBA tuyến tính

$$i_1 = \frac{\psi_1 - \psi_m}{x_{l1}}$$

Dòng điện ngõ vào và dòng ngõ ra

$$i_2' = \frac{\psi_2' - \psi_m}{x_{l2}'}$$

$$\psi_m = x_M \left(\frac{\psi_1}{x_{l1}} + \frac{\psi_2'}{x_{l2}'} \right) \quad \text{Trong đó}$$

$$1/x_M = \frac{1}{x_{m1}} + \frac{1}{x_{l1}} + \frac{1}{x_{l2}'}$$

$$\psi_1 = \int \left\{ \omega_b v_1 - \omega_b r_1 \left(\frac{\psi_1 - \psi_m}{x_{l1}} \right) \right\} dt$$

$$\psi_2' = \int \left\{ \omega_b v_2' - \omega_b r_2' \left(\frac{\psi_2' - \psi_m}{x_{l2}'} \right) \right\} dt$$



Mô phỏng MBA 1 pha tuyến tính

Mô hình có ngõ vào là các điện áp sơ cấp và thứ cấp, ngõ ra là các dòng điện sơ và thứ cấp, biến trung gian là các từ thông

-Trong các hệ vật lý, điện áp sơ cấp thường là yếu tố biết trước

-Với các điều kiện tải khác nhau, có thể biểu diễn điện áp thứ cấp như một hàm số của dòng điện thứ cấp

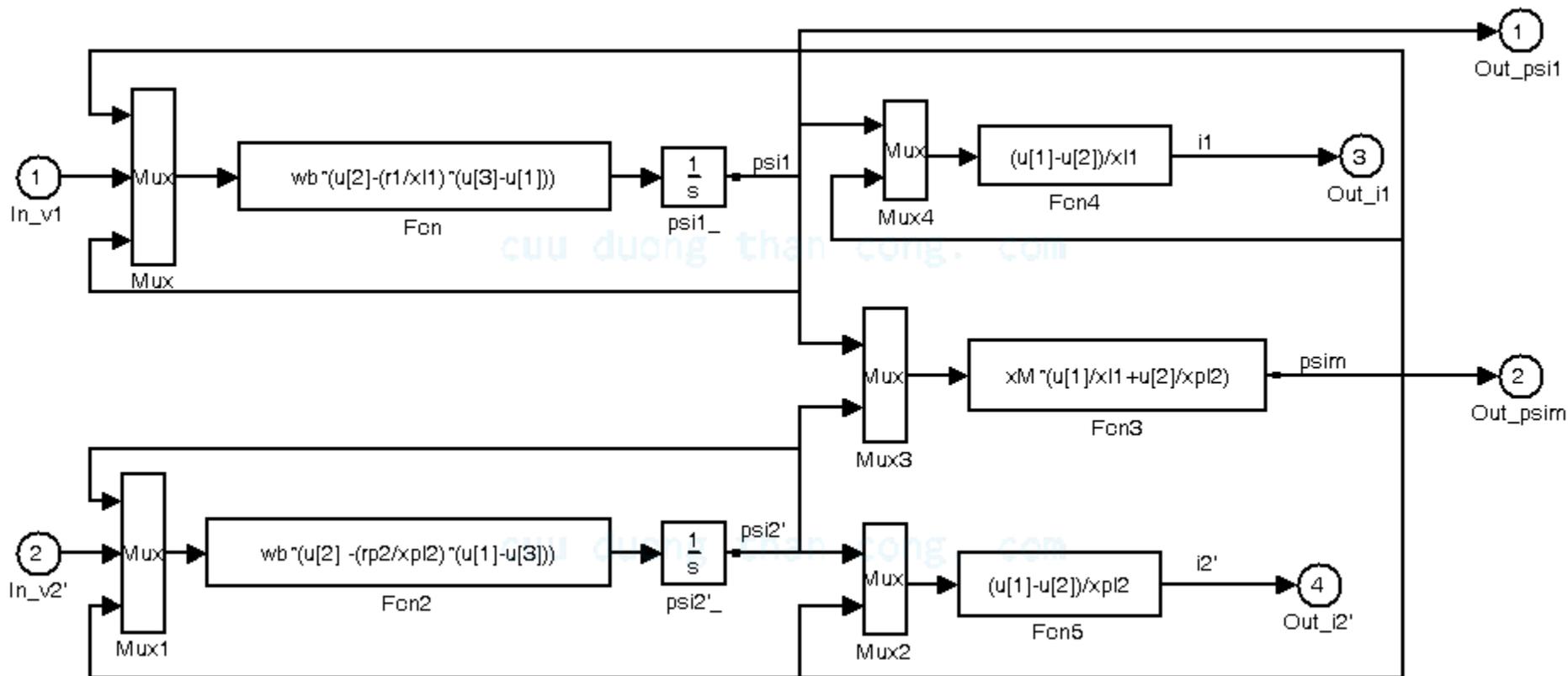
-Điều kiện tải ngắn mạch: điện áp thứ cấp được đặt bằng 0

-Điều kiện không tải: thực tế dòng thứ cấp bằng 0, suy ra

$$v'_{2oc} = \frac{d\psi_m}{dt} = \frac{x_{m1}}{x_{l1} + x_{m1}} \frac{d\psi_1}{dt} = \frac{x_{m1}}{x_{l1} + x_{m1}} (v_1 - i_1 r_1) \omega_b$$



Mô hình MBA 1 pha tuyến tính





Mô phỏng MBA có xét bảo hòa

Một số phương pháp được dùng để kết hợp hiệu ứng bảo hòa từ vào mô hình mô phỏng:

- Dùng giá trị hồ cảm bảo hòa thích hợp ở mỗi bước thời gian
- Xấp xỉ dòng từ hóa bằng hàm giải tích của từ thông móc vòng bảo hòa
- Dùng quan hệ giữa các giá trị bảo hòa và không bảo hòa của từ thông móc vòng tương hỗ

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)



Mô phỏng MBA có xét bão hòa

$$i_1 = \frac{\psi_1 - \psi_m^{sat}}{x_{l1}}$$

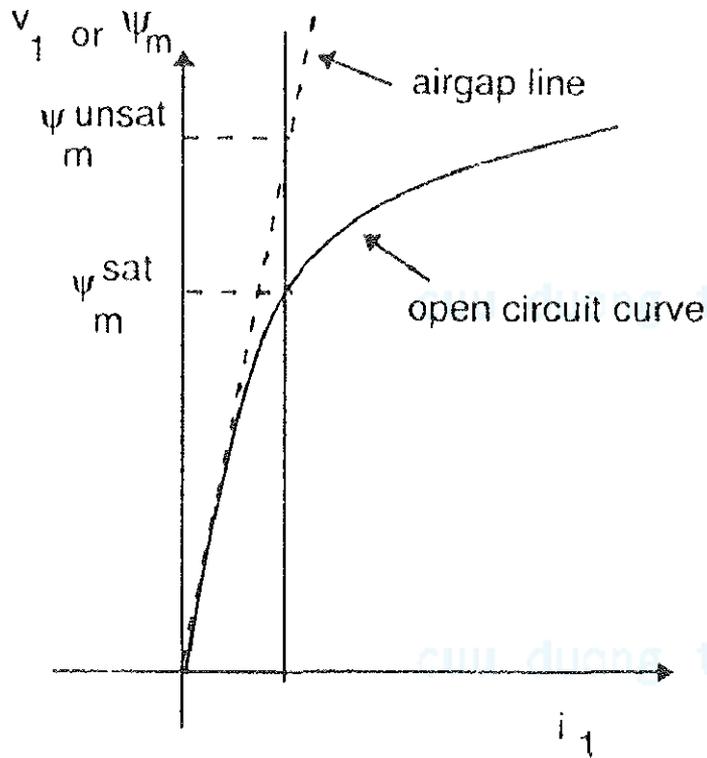
Trong đó $1/x_M = \frac{1}{x_{m1}^{unsat}} + \frac{1}{x_{l1}} + \frac{1}{x_{l2}'}$

$$i_2' = \frac{\psi_2' - \psi_m^{sat}}{x_{l2}'}$$

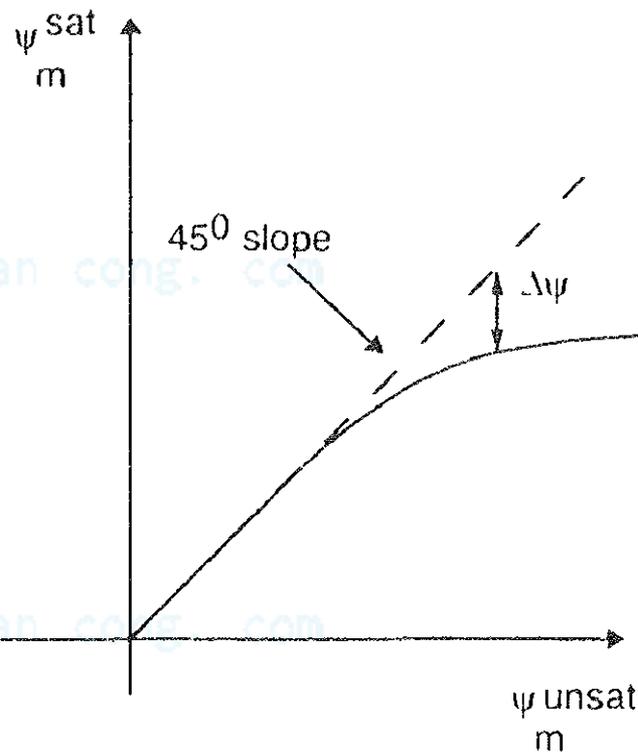
$$\frac{\psi_m^{unsat}}{x_{m1}^{unsat}} = \frac{\psi_1 - \psi_m^{sat}}{x_{l1}} + \frac{\psi_2' - \psi_m^{sat}}{x_{l2}'}$$

$$\psi_m^{unsat} = \psi_m^{sat} + \Delta\psi \qquad \psi_m^{sat} = x_M \left(\frac{\psi_1}{x_{l1}} + \frac{\psi_2'}{x_{l2}'} - \frac{\Delta\psi}{x_{m1}^{unsat}} \right)$$

$\Delta\psi$ được xác định dựa vào quan hệ hàm số giữa nó và ψ_m^{sat}



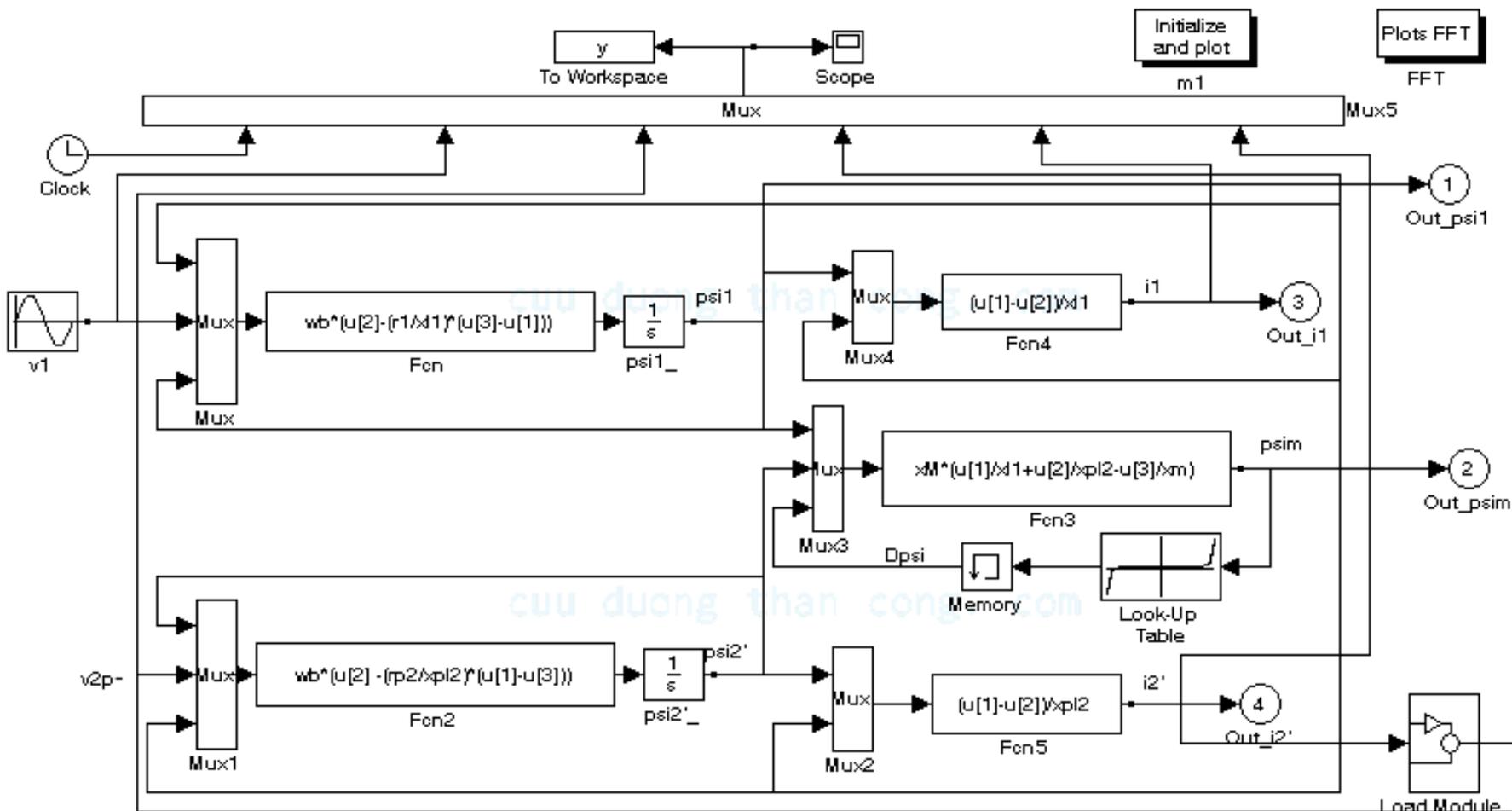
(a) Open-Circuit Curve



(b) Saturated versus unsaturated flux linkage



Mô hình MBA có xét bão hòa





Điện áp và tần số

Điện áp định mức: a) để bảo vệ cách điện cuộn dây khỏi bị đánh thủng; b) quan hệ tới dòng từ hóa của MBA (quan trọng)

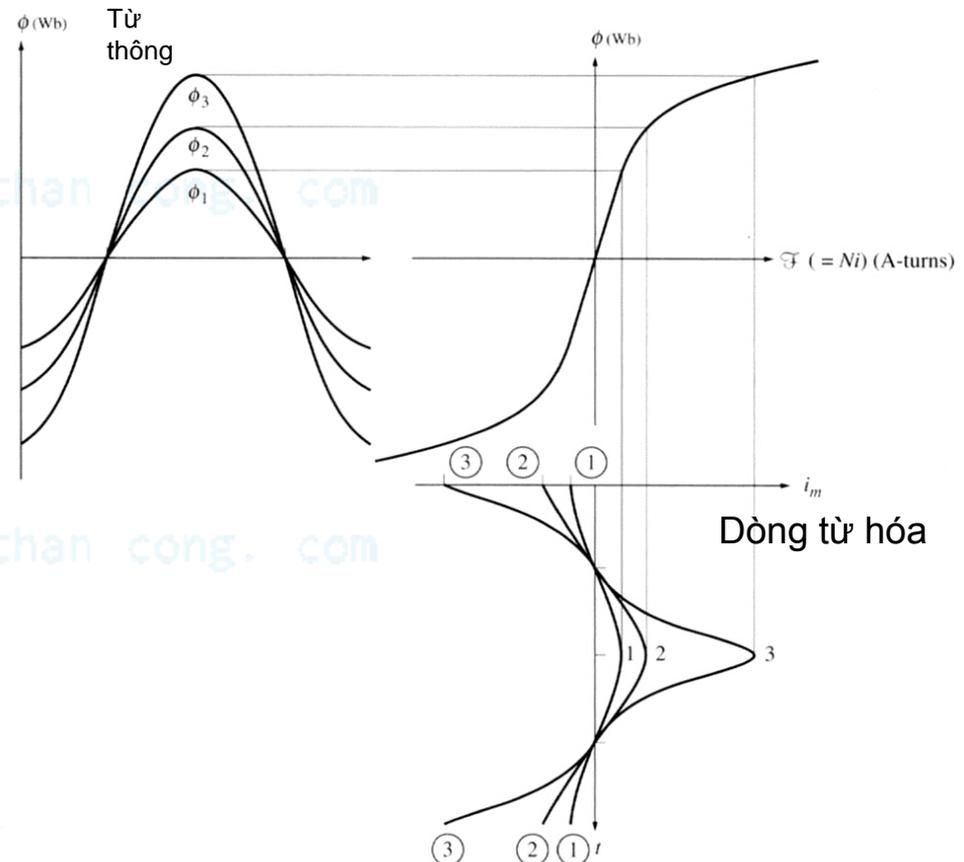
Nếu điện áp xác lập có dạng

$$v(t) = V_M \sin \omega t$$

được cấp vào cuộn sơ cấp, từ thông trong mạch từ sẽ là

$$\phi(t) = \frac{1}{N_p} \int v(t) dt = -\frac{V_M}{\omega N_p} \cos \omega t$$

Điện áp tăng sẽ dẫn tới việc tăng tuyến tính của từ thông. Tuy nhiên, khi đạt tới một điểm nào đó (trong vùng bão hòa), từ thông tăng sẽ cần tới một dòng từ hóa rất lớn!





Điện áp và tần số

Do đó, giá trị cực đại của điện áp cung cấp (điện áp định mức) được đặt ra tương ứng với dòng điện từ hóa cực đại mà lõi thép chấp nhận được.

Ta có quan hệ giữa biên độ từ thông và tần số:

$$\phi_{\max} = \frac{V_{\max}}{\omega N_p}$$

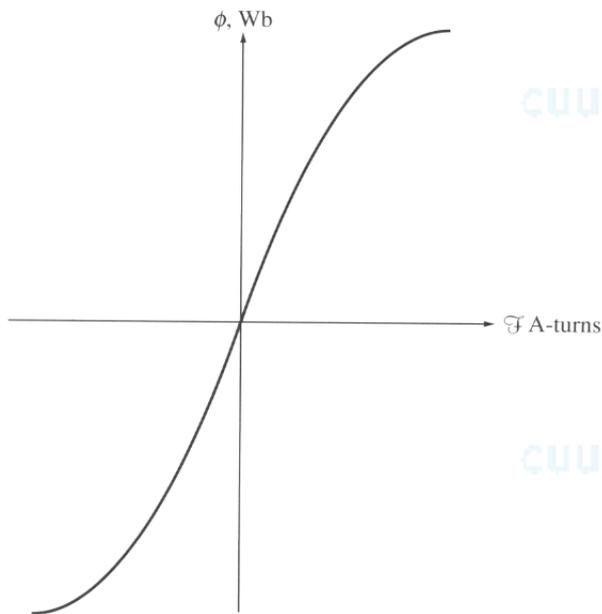
Để biên độ từ thông không đổi, khi thay đổi tần số làm việc thì điện áp cực đại cho phép cần phải thay đổi tương ứng để tránh làm hư hỏng cách điện.



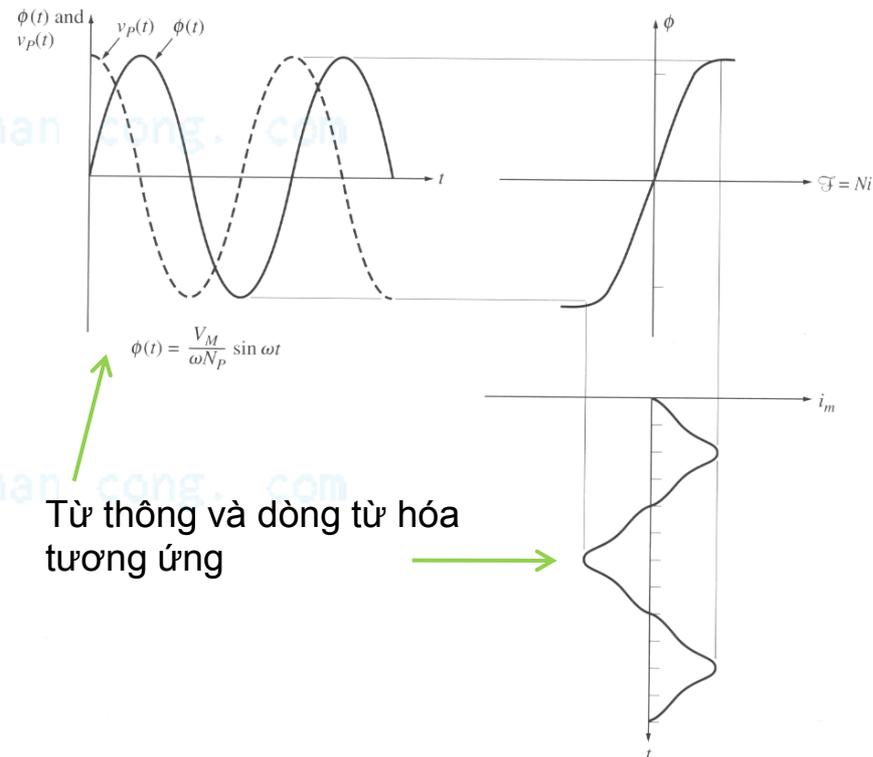
Dòng từ hóa trong MBA

Khi MBA chạy không tải, dòng điện chạy trong cuộn sơ cấp bao gồm:

1. Dòng từ hóa i_m để tạo ra từ thông trong lõi;
2. Dòng tổn hao lõi i_{h+e} (tổn hao từ trễ và dòng xoáy).

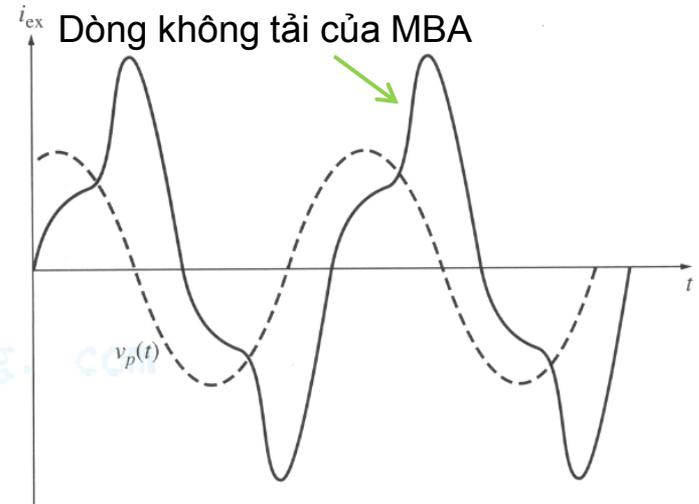
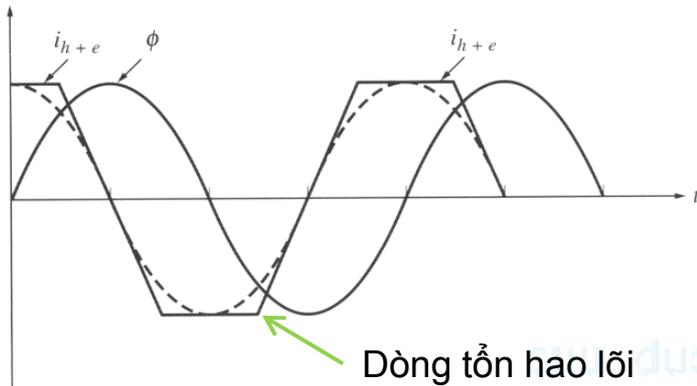


Đường cong từ hóa



Từ thông và dòng từ hóa tương ứng

Dòng từ hóa trong MBA



Dòng tổn hao lõi:

1. Phi tuyến do tác động phi tuyến của hiện tượng từ trễ;
2. Cùng pha với điện áp.

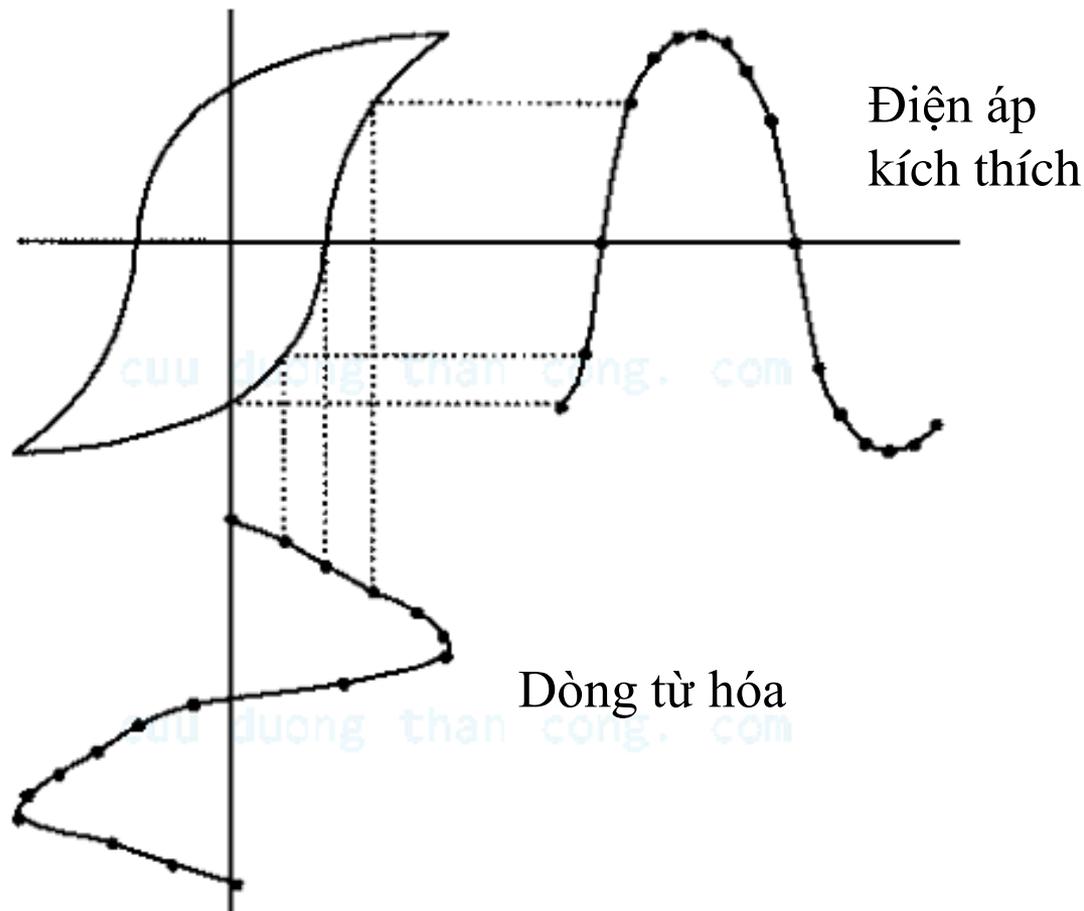
Dòng không tải:

$$i_0 = i_m + i_{h+e}$$

(4.25.1)

Dòng từ hóa và điện áp kích thích

Đặc tính B-H





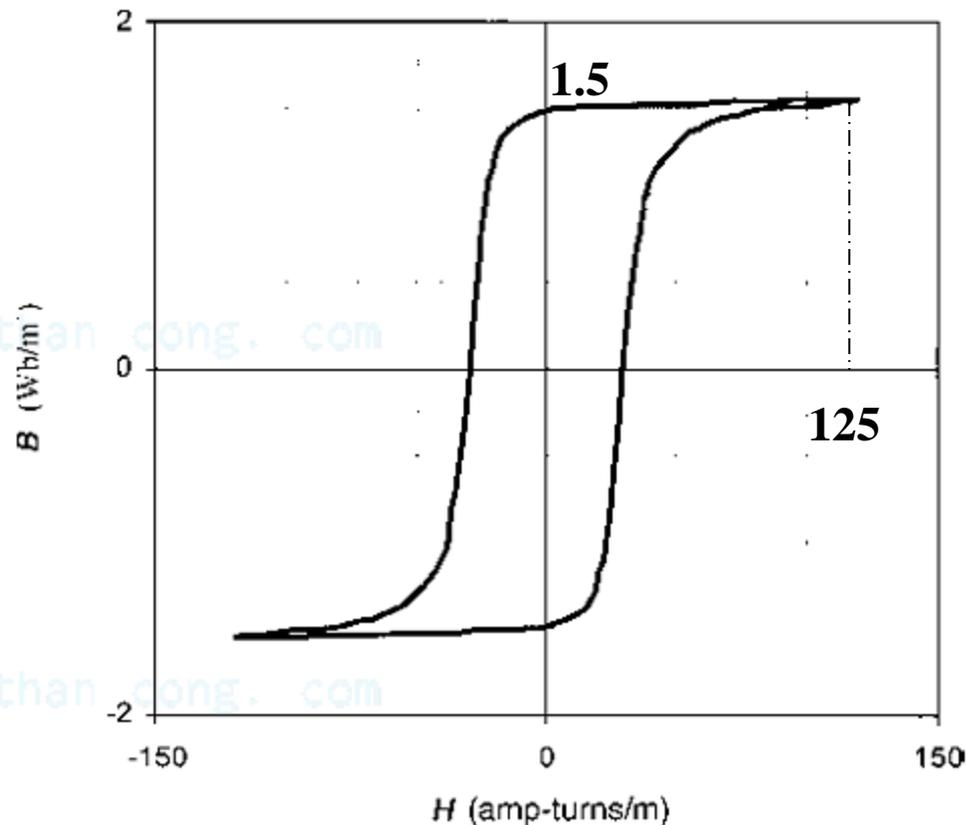
Dòng từ hóa và điện áp kích thích

Cuộn dây có 100 vòng quấn trên một lõi tiết diện đều 0.25m^2 và chiều dài trung bình là 4m. Lõi có đặc tính từ hóa tại 60Hz như hình bên. Tìm điện áp dạng sin cần thiết để kích từ cho lõi đến điểm có tọa độ như hình và tìm dòng từ hóa đỉnh?

Năng lượng cung cấp cho cuộn dây:

$$W = (\text{core volume in meter}^3) \times \int H dB \quad \text{J}$$

$$\int H dB = \text{area contained in the } B\text{-}H \text{ loop}$$



Biết diện tích của vòng từ trễ ~ 225 . Ước lượng tổn hao từ trễ tính bằng Watt của lõi?



Dòng xung kích (Inrush Current)

Giả sử rằng điện áp $v(t)$ có dạng sau tại thời điểm cấp nguồn cho MBA:

$$v(t) = V_M \sin(\omega t + \theta)$$

Từ thông cực đại đạt trong nửa chu kỳ đầu phụ thuộc vào pha của điện áp tại thời điểm cấp nguồn. Nếu điện áp ban đầu có dạng

$$v(t) = V_M \sin(\omega t + 90^\circ) = V_M \cos \omega t$$

và từ thông ban đầu trong lõi bằng 0, từ thông cực đại trong nửa chu kỳ đầu tiên sẽ bằng từ thông cực đại khi xác lập:

$$\phi_{\max} = \frac{V_M}{\omega N_p}$$

Tuy nhiên, nếu pha của điện áp ban đầu bằng 0

$$v(t) = V_M \sin(\omega t)$$



Dòng xung kích (Current inrush)

Từ thông cực đại trong nửa chu kỳ đầu tiên sẽ là

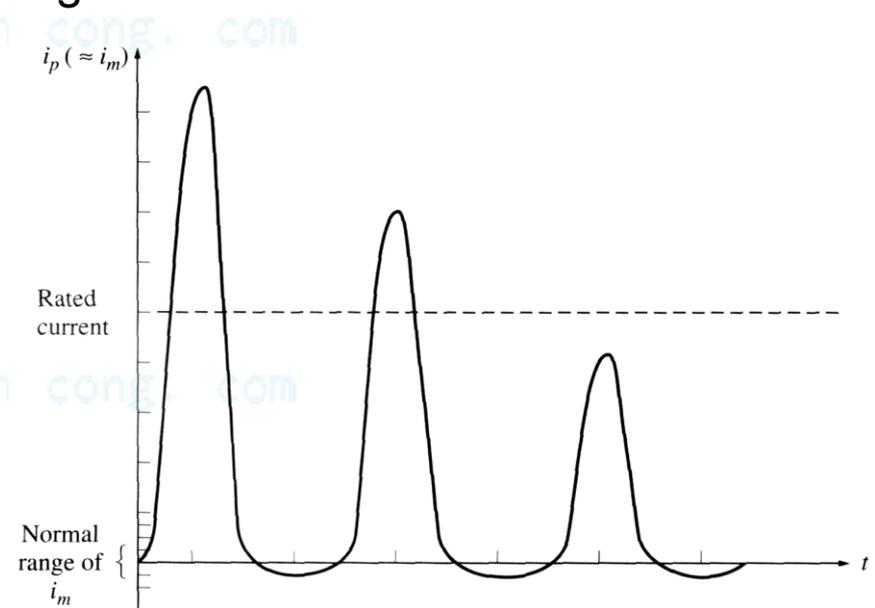
$$\phi_{\max} = \frac{1}{N_p} \int_0^{\pi/\omega} V_M \sin(\omega t) dt = -\frac{V_M}{\omega N_p} \cos(\omega t) \Big|_0^{\pi/\omega} = \frac{2V_M}{\omega N_p}$$

Gấp 2 lần so với từ thông xác lập bình thường

Biên độ từ thông tăng gấp 2 trong lõi sẽ gây ra bão hòa và dẫn tới sự tăng vọt của dòng từ hóa!

Thông thường, pha điện áp không thể điều khiển được. Kết quả là dòng xung kích có thể rất lớn trong vài chu kỳ đầu tiên sau khi kích hoạt MBA.

MBA và hệ thống điện phải có thể chịu đựng được các giá trị xung kích lớn này.



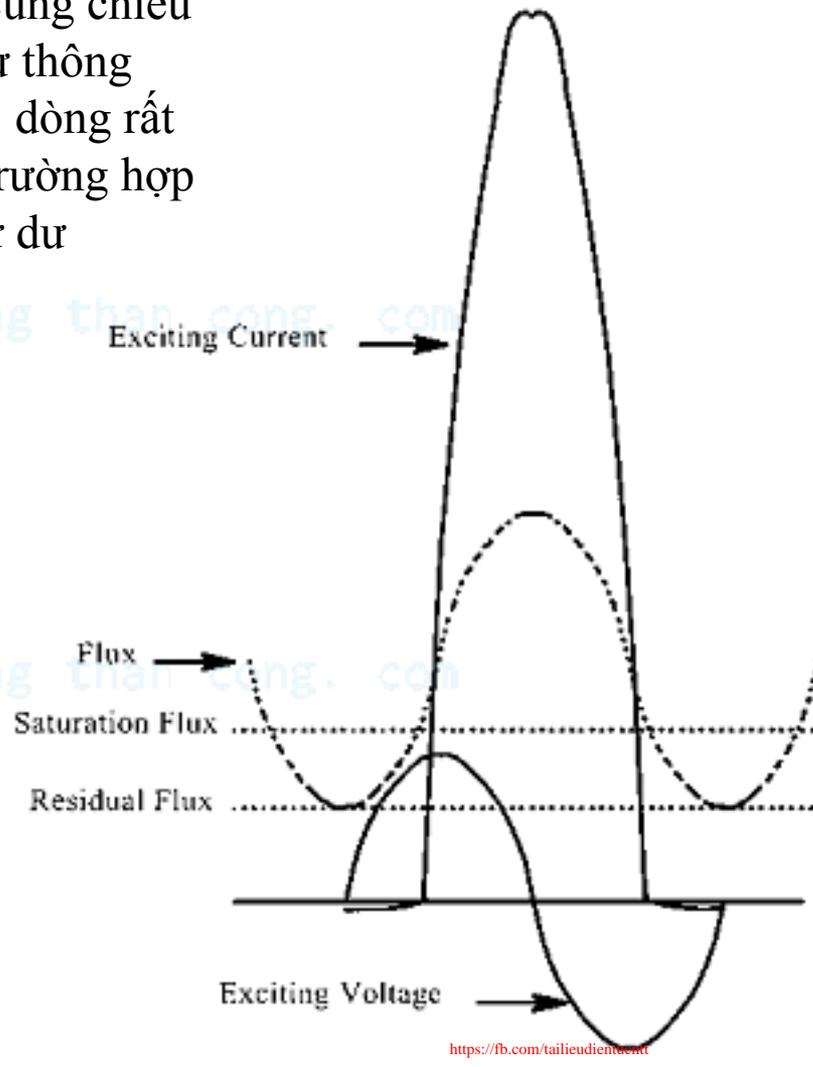
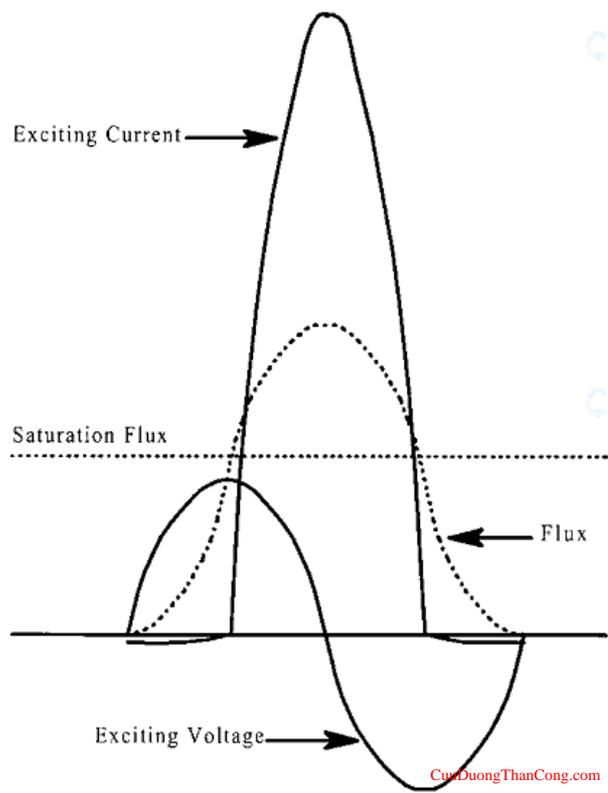
$$v(t) = V_m \sin \omega t$$

Bộ môn Thiết bị điện



Dòng xung kích Exciting current inrush

Nếu từ dư cùng chiều
offset với từ thông
trong lõi \rightarrow dòng rất
lớn so với trường hợp
không có từ dư





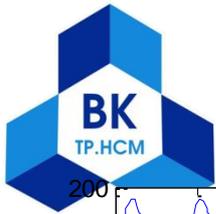
Review test

Phân tích và bình luận về dạng sóng của từ thông ψ_m và dòng điện i_1 trong các trường hợp:

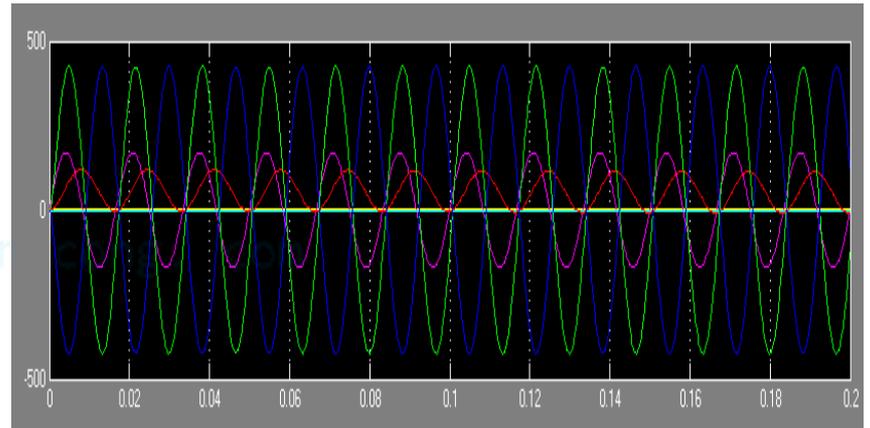
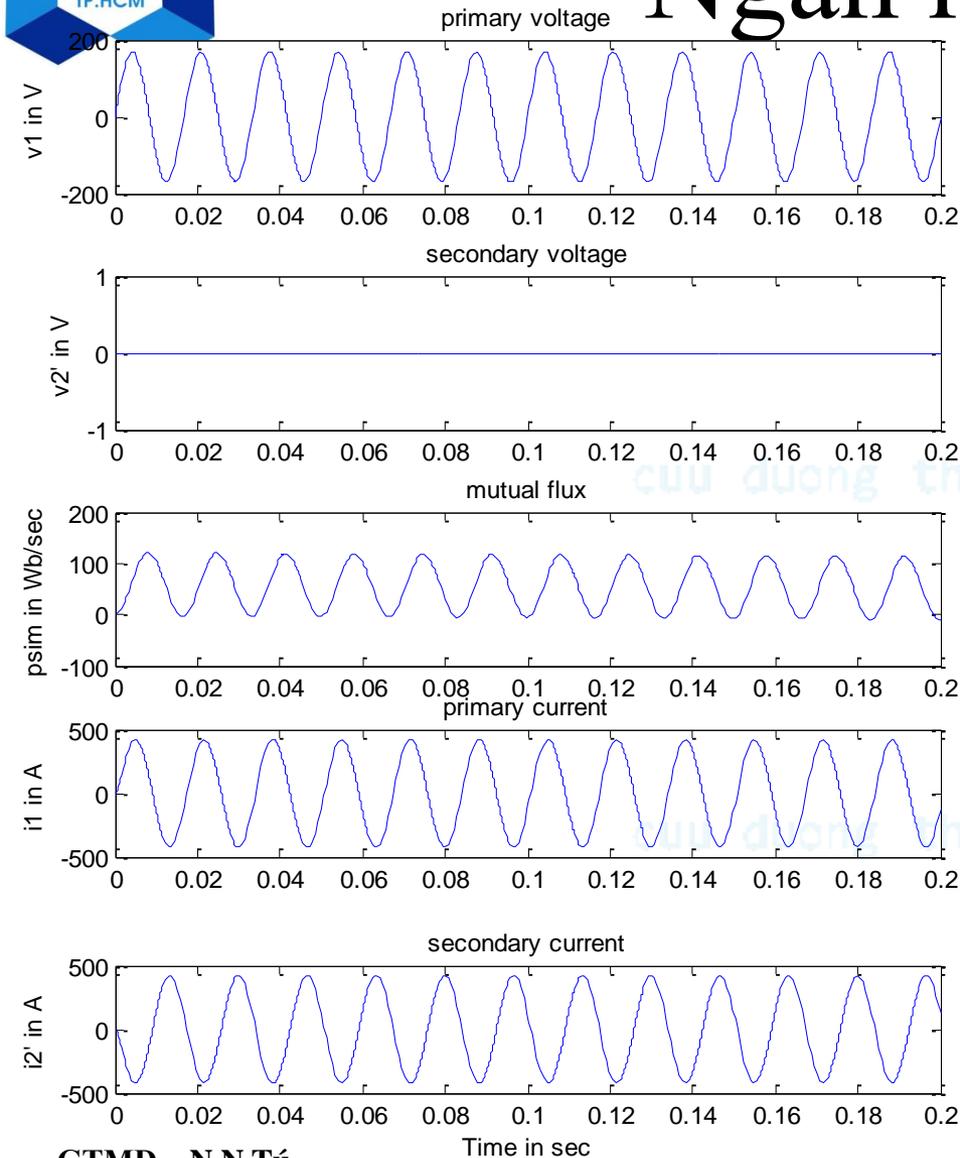
- Ngắn mạch cuộn thứ cấp (2 trường hợp điện áp v_1 bằng giá trị đỉnh và 0 tại $t=0$)
- Hở mạch cuộn thứ cấp (2 trường hợp điện áp v_1 bằng giá trị đỉnh và 0 tại $t=0$)

cuu duong than cong. com

Giải thích tại sao khi tải tăng thì dòng i_1 càng gần dạng sin?

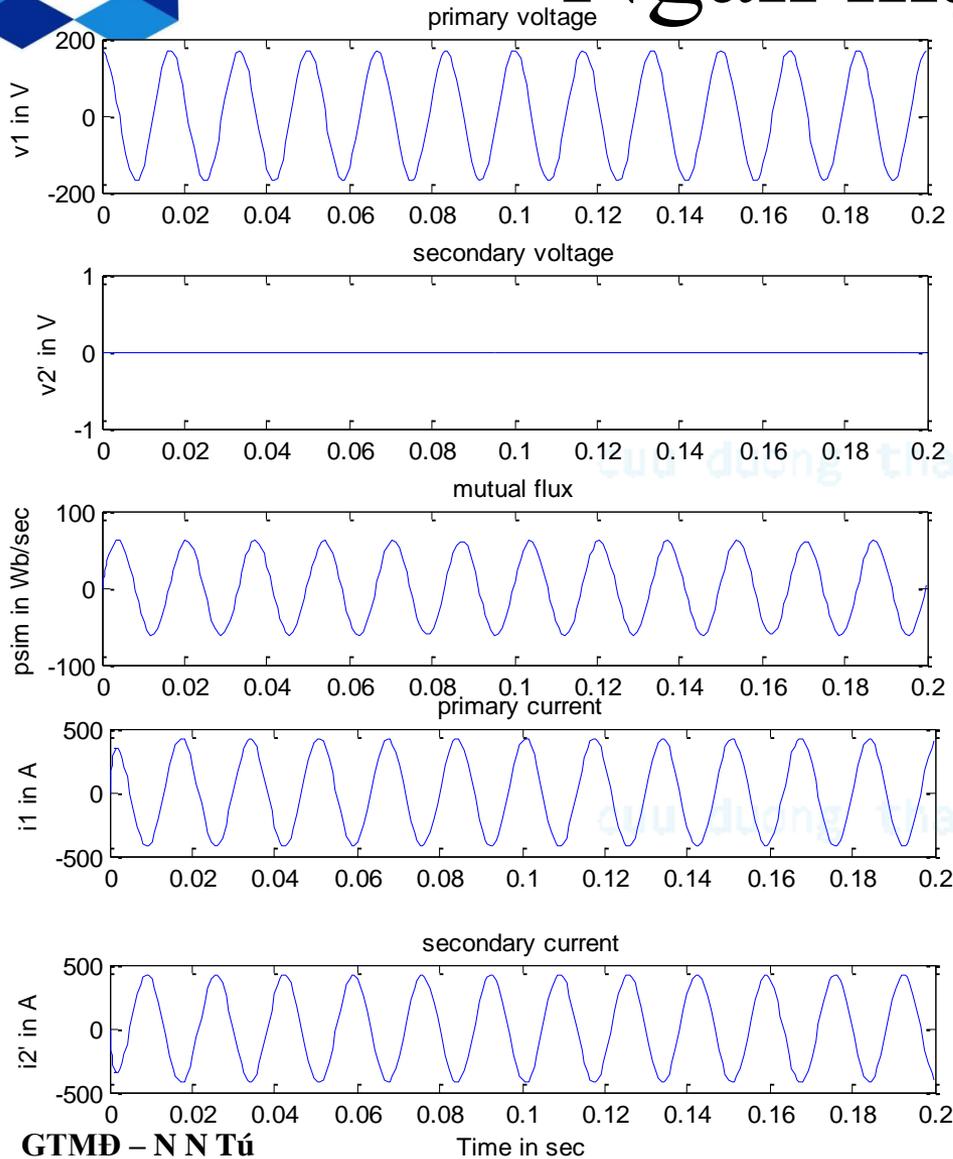


Ngắn mạch: $\theta=0$

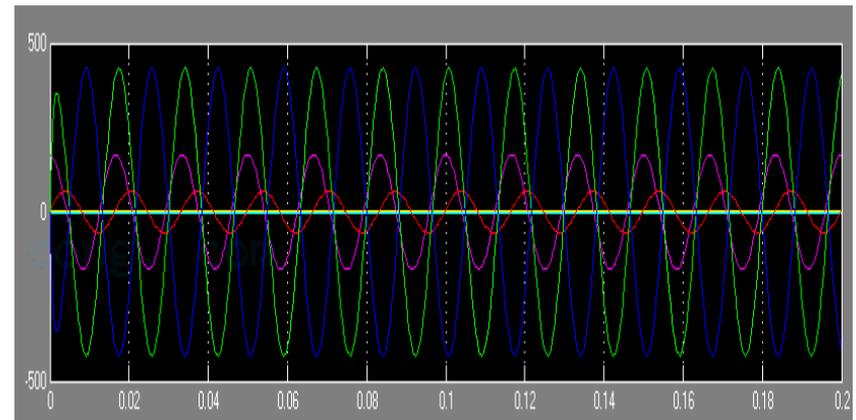




Ngắn mạch: $\theta = \pi/2$



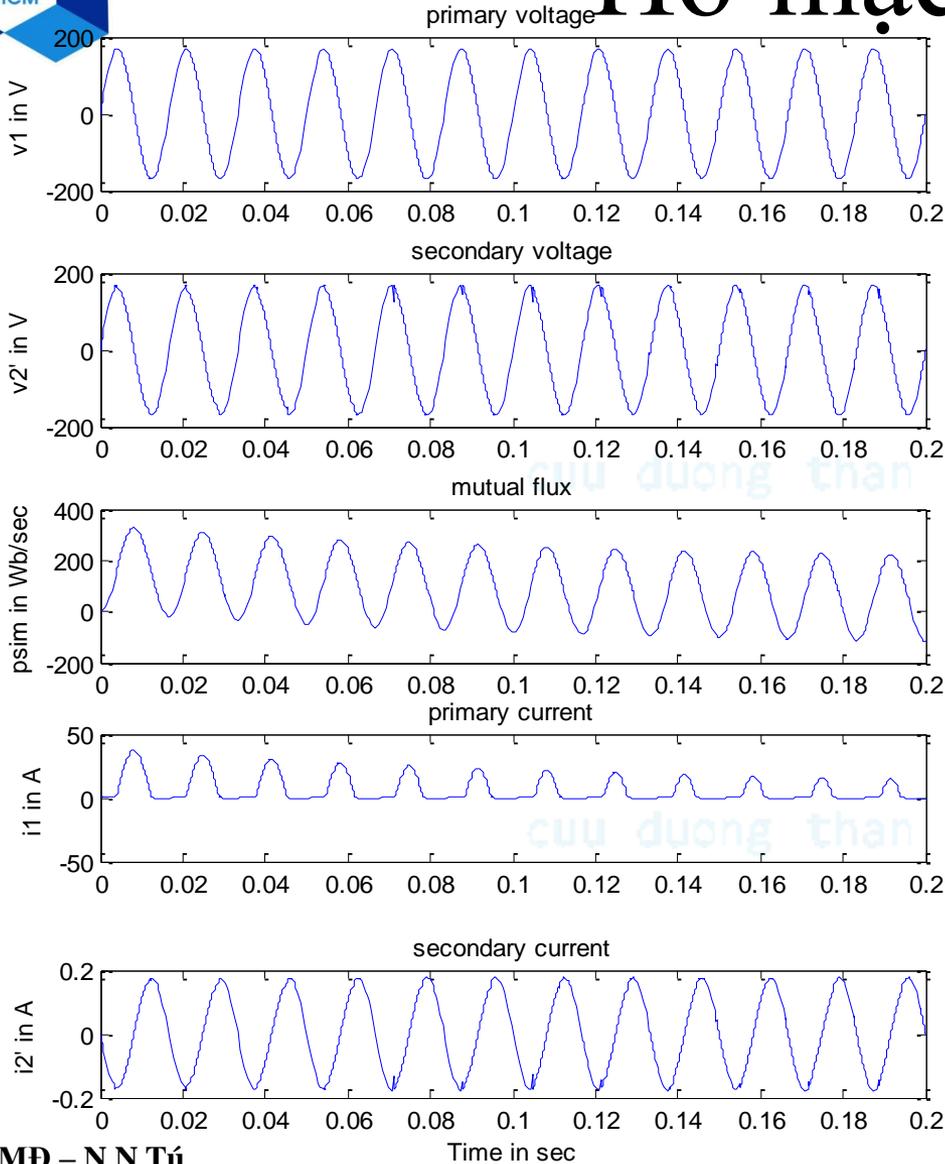
GTMD – N N Tú



Bộ môn Thiết bị điện

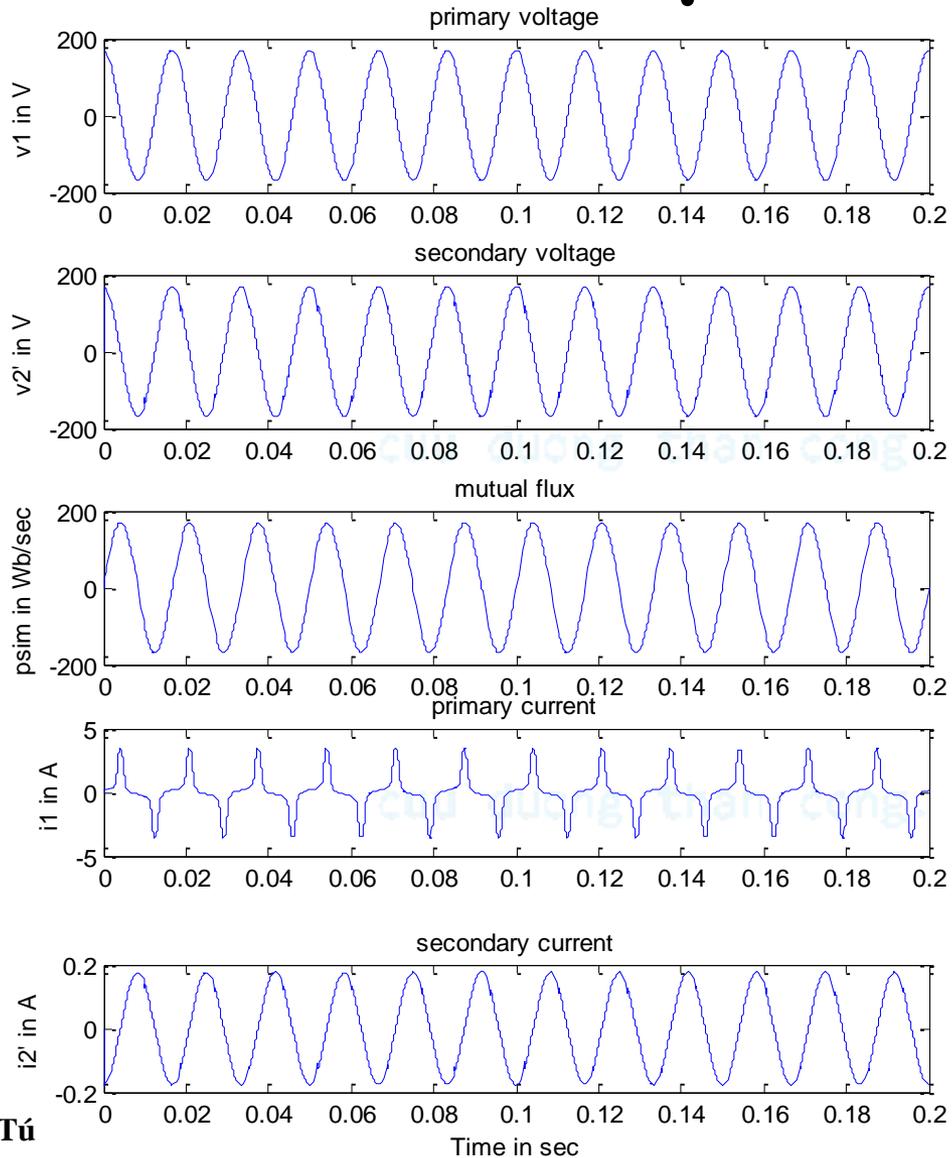


Hở mạch: $\theta=0$



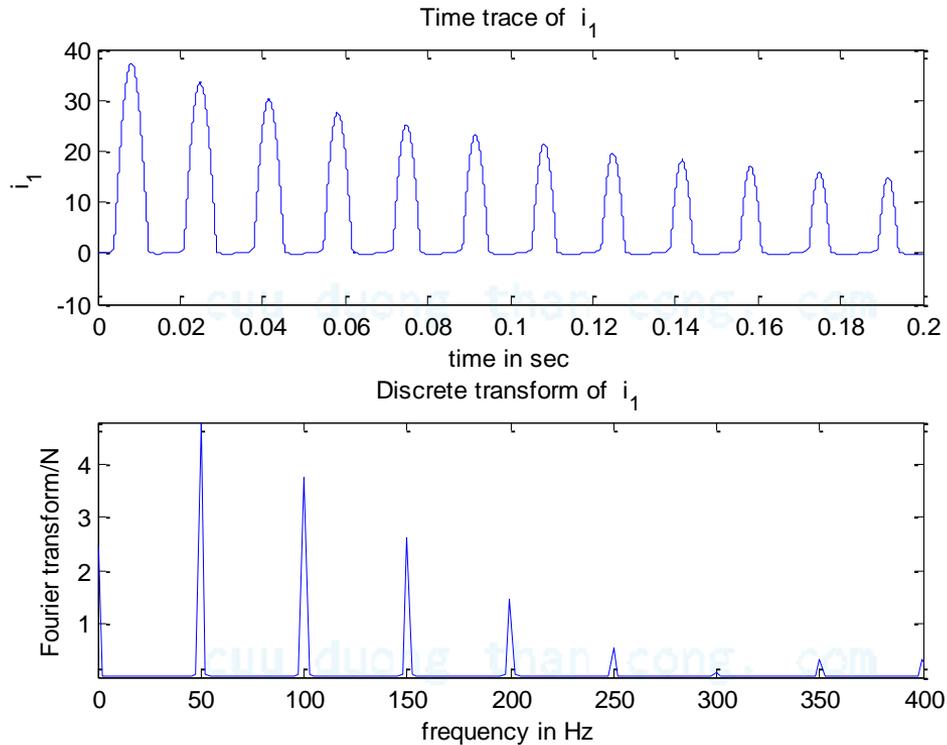


Hở mạch: $\theta = \pi/2$



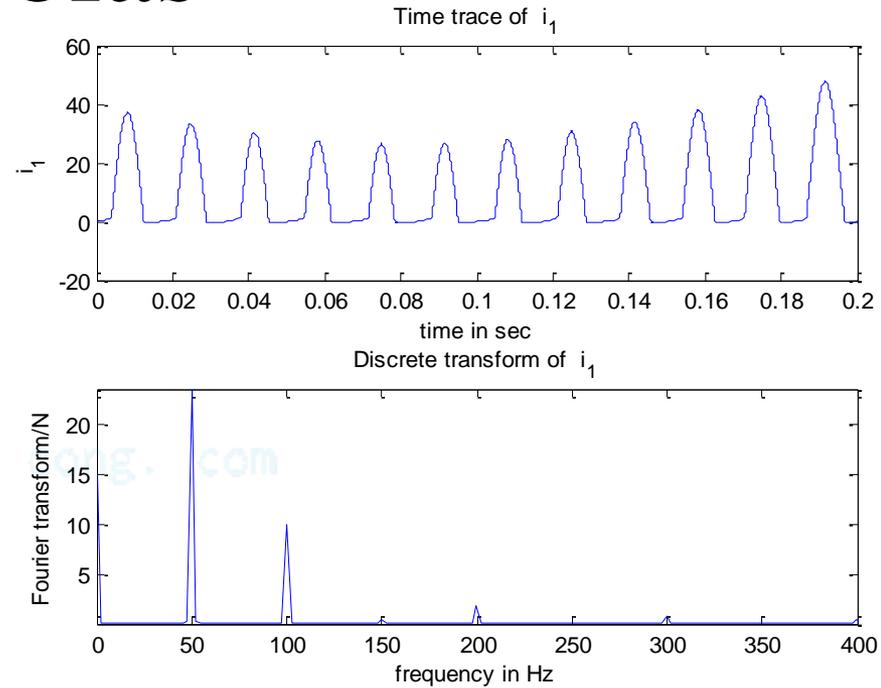
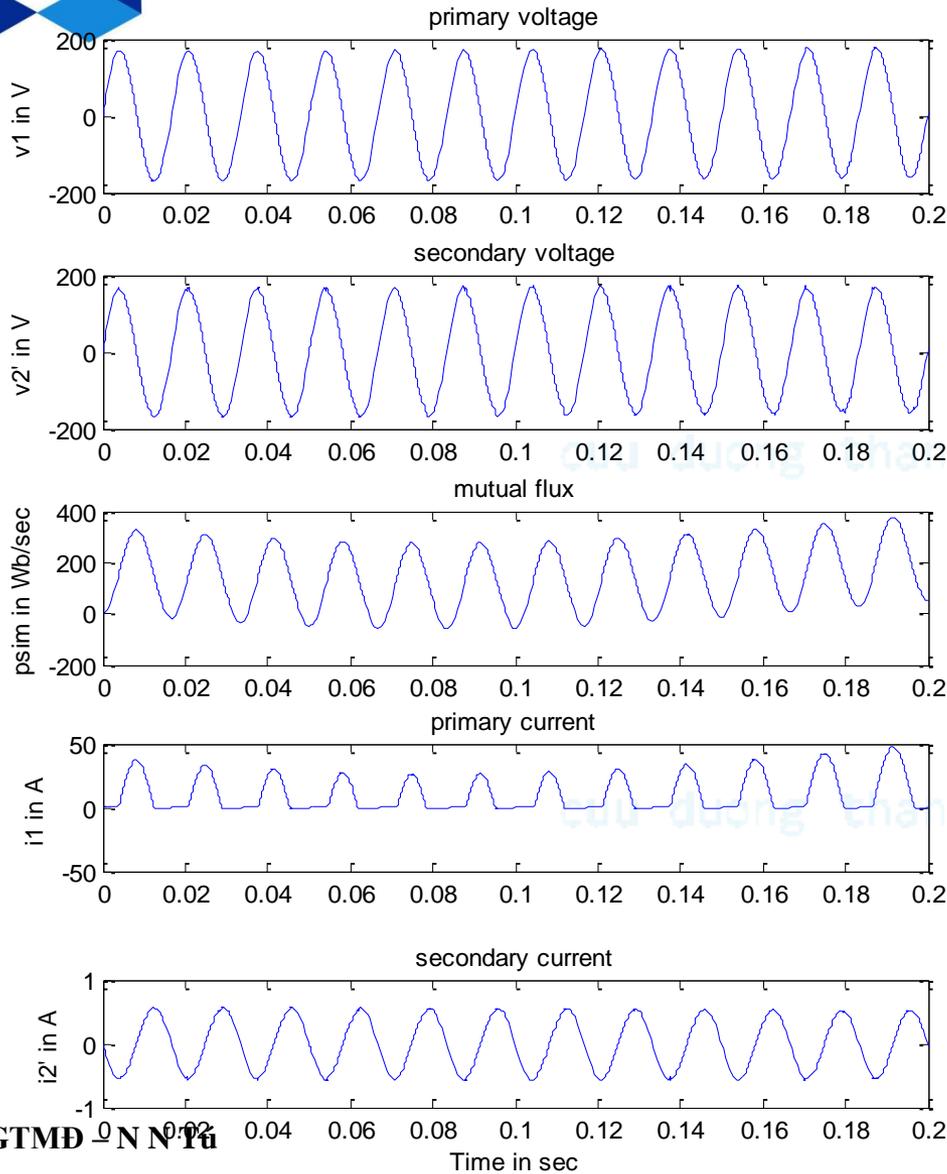


In rush current



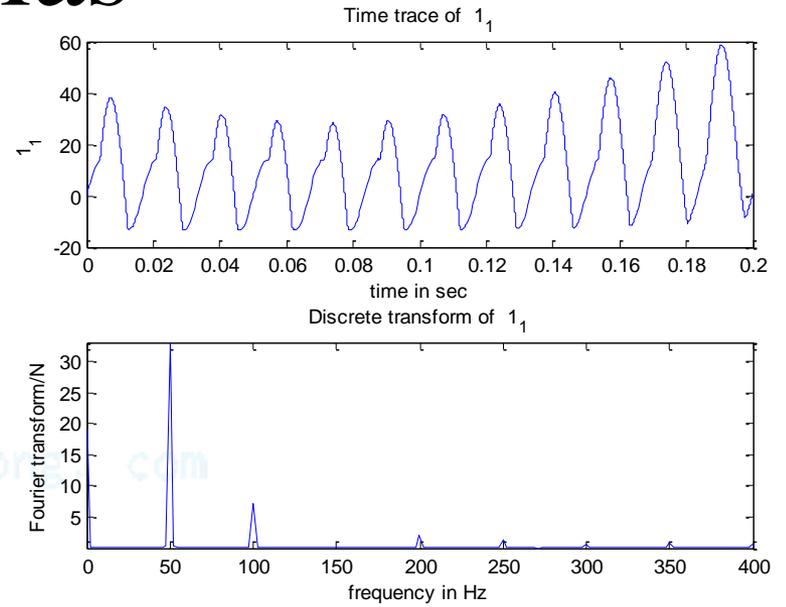
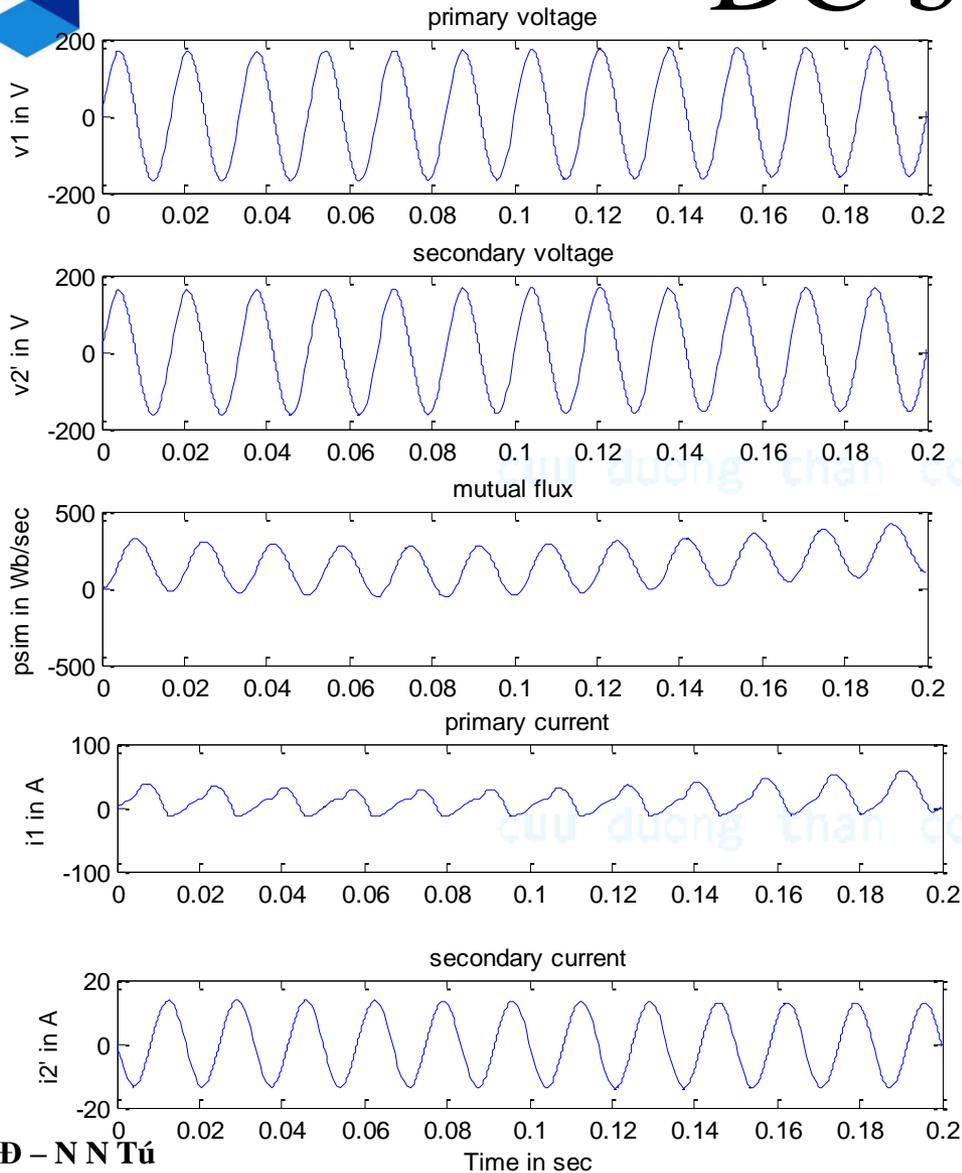


DC bias



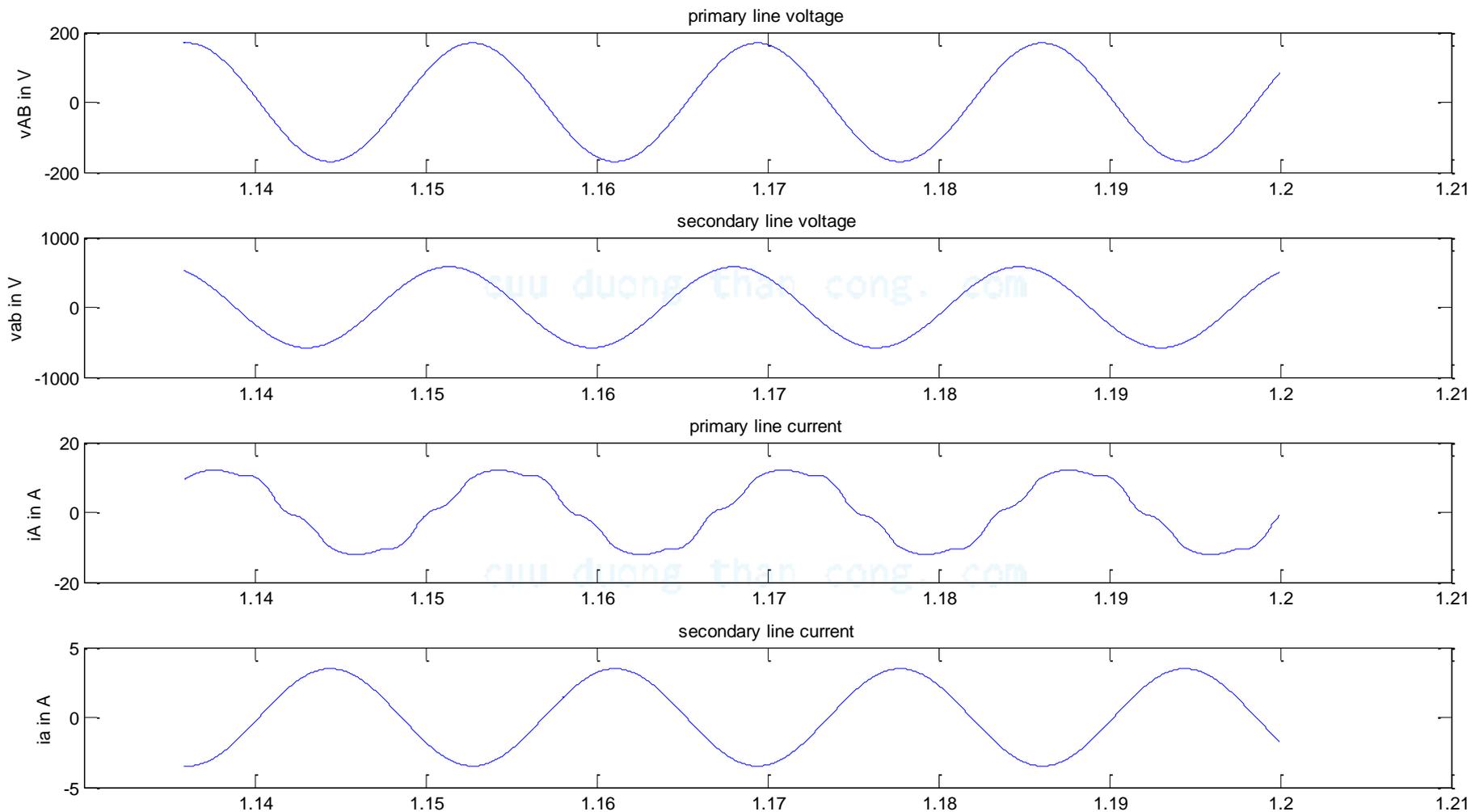


DC bias





MBA 3 pha





MBA ba pha

