

Bài 3:

MÔ PHỎNG MÁY BIẾN ÁP MỘT PHA

I. Mục tiêu

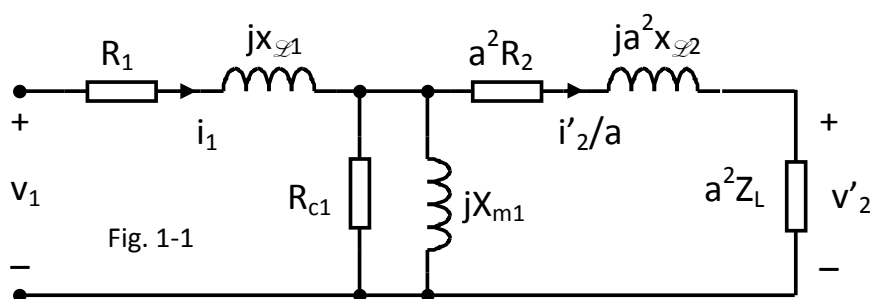
Giúp sinh viên nắm được những vấn đề cơ bản của máy biến áp một pha (MBA1P) lý tưởng và MBA1P thực tế, hiểu được cách từ hóa mạch từ máy biến áp lúc máy biến áp hoạt động không tải, ngắn mạch, có tải. Đồng thời giúp sinh viên xây dựng các đặc tuyến cơ bản của một máy biến áp trên cơ sở mô phỏng bằng phần mềm MATLAB và công cụ Simulink.

II. Mô hình máy biến áp 1 pha

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 MBA1P:

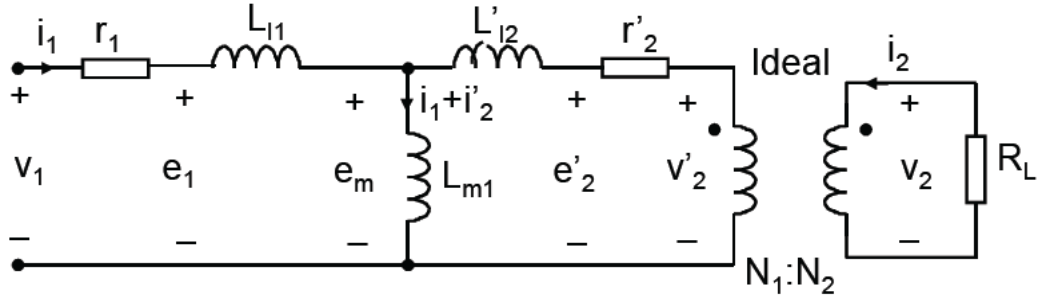


Hình 3.1 – Sơ đồ tương đương thay thế máy biến áp một pha

Tuy nhiên với mạch tương đương vẫn còn chưa cho phép phân tích nhiều trường hợp thực tế như: mạch ba pha không cân bằng hay mạch từ bị bão hòa.

1. Máy biến áp một pha lý tưởng:

Xét mạch tương đương MBA1P lý tưởng như sau:



Hình 3.2 – Sơ đồ tương đương thay thế máy biến áp một pha

Phương trình điện áp và từ thông trong mạch:

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

$$v'_2 = i'_2 r'_2 + \frac{1}{\omega_b} \frac{d\psi'_2}{dt} \quad (2)$$

$$\psi_1 = \omega_b \lambda_1 = x_{l1} i_1 + \psi_m \quad (3)$$

$$\psi'_2 = \omega_b \lambda'_2 = x'_{l2} i'_2 + \psi_m \quad (4)$$

$$\psi_m = \omega_b L_{m1} (i_1 + i'_2) = x_{m1} (i_1 + i'_2) \quad (5)$$

Từ phương trình (3), (4):

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

$$i'_2 = \frac{\psi'_2 - \psi_m}{x'_{l2}}$$

Lúc này:

$$\psi_m = x_M \left(\frac{\psi_1}{x_{l1}} + \frac{\psi'_2}{x'_{l2}} \right)$$

với $\frac{1}{x_M} = \frac{1}{x_{m1}} + \frac{1}{x_{l1}} + \frac{1}{x'_{l2}}$

Từ thông ψ_1 và ψ'_2 được tính:

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

$$\psi'_2 = \int \left\{ \omega_b v'_2 - \omega_b r'_2 \left(\frac{\psi'_2 - \psi}{x'_{l2}} \right) \right\} dt$$

Vậy hệ phương trình mô tả MBA 1P lý tưởng:

$$i_1 = \frac{\psi_1 - \psi_m}{x_{l1}} \quad (6)$$

$$i'_2 = \frac{\psi'_2 - \psi_m}{x'_{l2}} \quad (7)$$

$$\psi_m = x_M \left(\frac{\psi_1}{x_{l1}} + \frac{\psi'_2}{x'_{l2}} \right) \quad (8)$$

$$\psi_1 = \int \left\{ \omega_b v_1 - \omega_b r_1 \left(\frac{\psi_1 - \psi_m}{x_{l1}} \right) \right\} dt \quad (9)$$

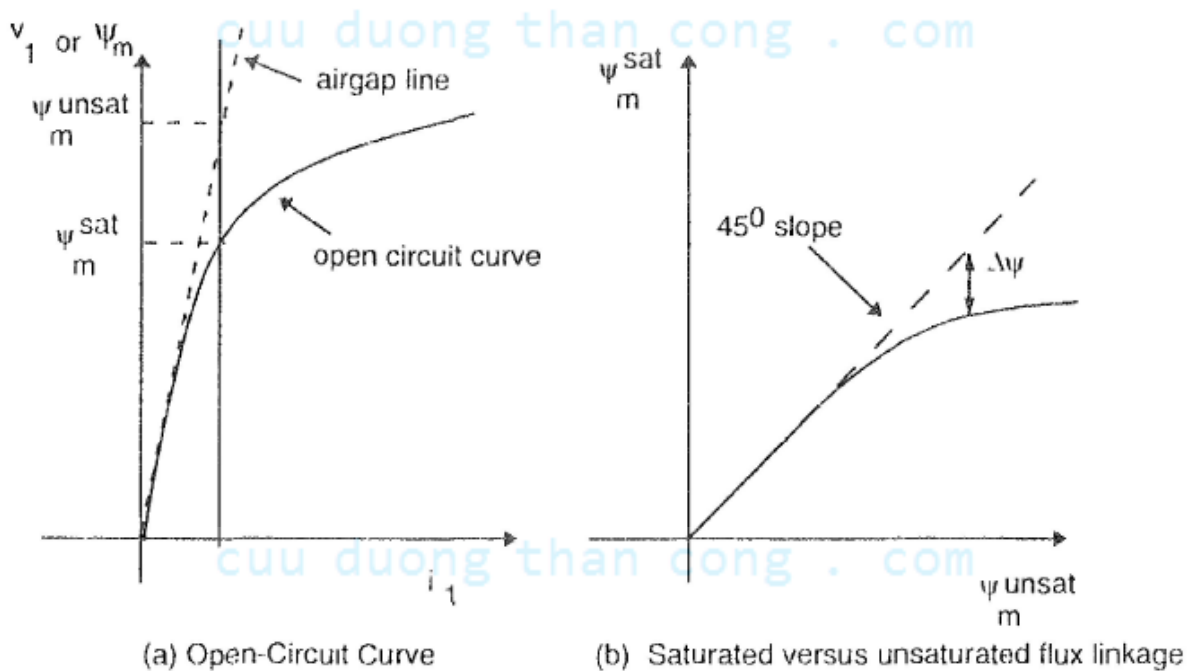
$$\psi_2' = \int \left\{ \omega_b v_2' - \omega_b r_2' \left(\frac{\psi_2' - \psi_m}{x_{l2}'} \right) \right\} dt \quad (10)$$

2. Máy biến áp một pha có xét bão hòa

Trên thực tế, do bão hòa mạch từ và từ trễ, nên dòng điện i trong lúc khởi động máy biến áp có sự khác biệt và ảnh hưởng nhiều đến hệ thống. Do đó ta phải xét kết hợp hiệu ứng bão hòa từ vào trong mô hình mô phỏng MBA1P.

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

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



Hình 3.3 – Cách tính $\Delta\Psi$

Hệ phương trình mô tả MBA1P có xét bão hòa như sau:

$$i_1 = \frac{\psi_1 - \psi_m^{sat}}{x_{l1}} \quad (11) \quad i_2 = \frac{\psi_2' - \psi_m^{sat}}{x_{l2}'} \quad (12)$$

$$\psi_m^{sat} = x_M \left(\frac{\psi_1}{x_{l1}} + \frac{\psi_2'}{x_{l2}'} - \frac{\Delta \psi}{x_{m1}^{unsat}} \right) \quad (13)$$

$$\psi_1 = \int \left\{ \omega_b v_1 - \omega_b r_1 \left(\frac{\psi_1 - \psi_m^{sat}}{x_{l1}} \right) \right\} dt \quad (14)$$

$$\psi_2' = \int \left\{ \omega_b v_2' - \omega_b r_2' \left(\frac{\psi_2' - \psi_m^{sat}}{x_{l2}'} \right) \right\} dt \quad (15)$$

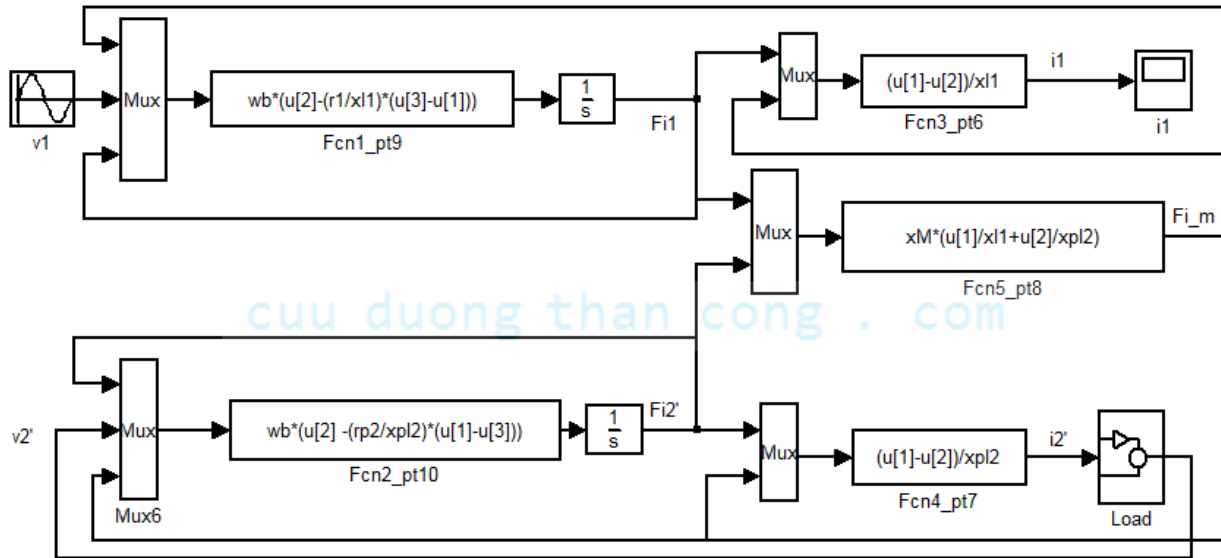
Trong đó:

$$\psi_m^{unsat} = \psi_m^{sat} + \Delta \psi \quad \text{và} \quad \frac{1}{x_M} = \frac{1}{x_{m1}^{unsat}} + \frac{1}{x_{l1}} + \frac{1}{x_{l2}'}$$

III. Xây dựng mô hình mô phỏng MBA một pha bằng MATLAB/ Simulink

1. Mô phỏng MBA1P lý tưởng:

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.



Hình 3.4 – Mô hình mô phỏng máy biến áp một pha lý tưởng

Xây dựng M_File chứa thông số của mô hình mô phỏng:

```
clear all % clear workspace

Vrated = 120; % rms rated voltage
Srated = 1500; % rated VA
Frated = 50; % rated frequency in Hz
Zb = Vrated^2/Srated; % base impedance on primary side
wb = 2*pi*Frated; % base frequency
Vpk = Vrated*sqrt(2); % peak rated voltage
NpbyNs = 120/240; % nominal turns ratio
r1 = 0.25; % resistance of wdg 1 in ohms
rp2 = 0.134; % referred resistance of wdg 2 in ohms
x11 = 0.056; % leakage reactance of wdg 1 in ohms
xpl2 = 0.056; % leakage reactance of wdg 1 in ohms
xm = 708.8; % unsaturated magnetizing reactance in ohms
xM = 1/(1/xm + 1/x11 + 1/xpl2);

RH = 960; % load

% set up simulation parameters

tstop = 0.2; % stop time
Psi1o = 0; % initial value of wdg 1 flux linkage
Psi2o = 0; % initial value of wdg 2 flux linkage
```

Bảng thiết lập thông số mô phỏng:

Simulation time

Start time: 0.0 Stop time: tstop

Solver options

Type: Variable-step Solver: ode15s (stiff/NDF)

Max step size: 2e-3 Relative tolerance: 5e-5

Min step size: auto Absolute tolerance: 5e-5

Initial step size: auto Shape preservation: Disable all

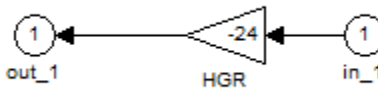
Solver reset method: Fast Maximum order: 4

Number of consecutive min steps: 1

Solver Jacobian method: auto

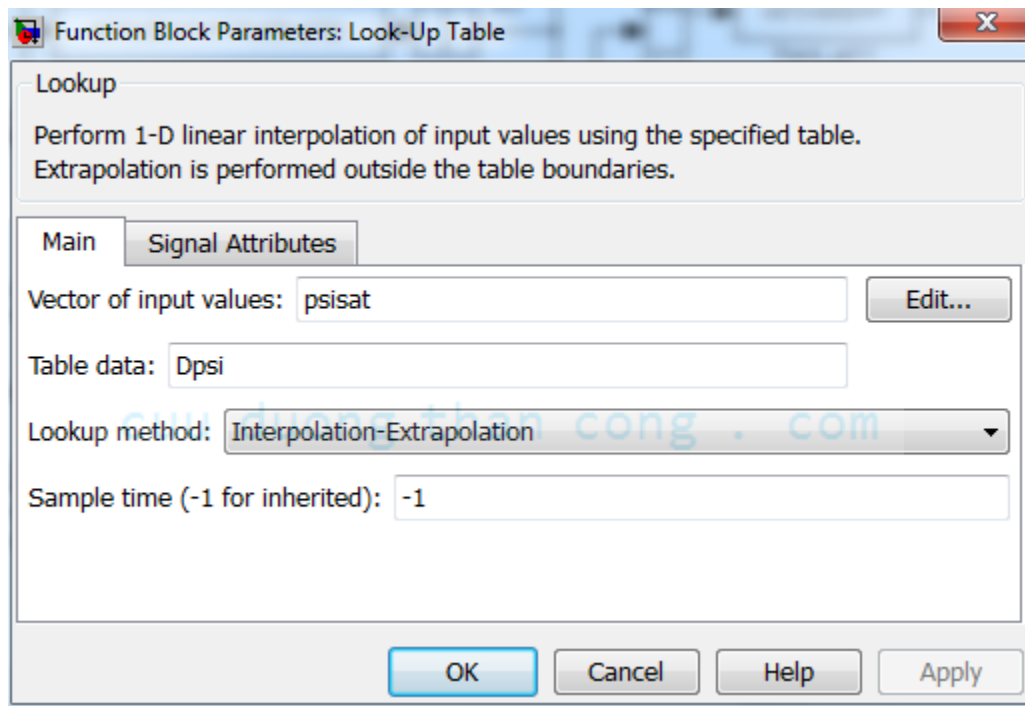
Hình 3.5 – Thiết lập thông số trước khi mô phỏng máy biến áp một pha

Khối Load:



Hình 3.6 – Khối load

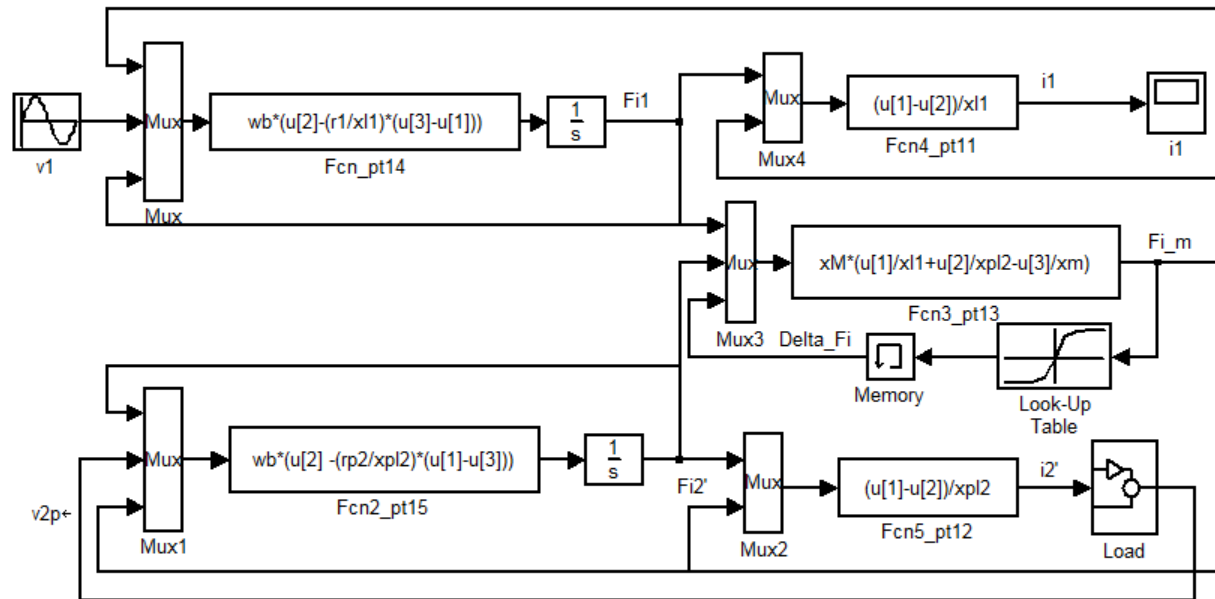
Bảng Look – Up Table:



Hình 3.7 – Khối Look – Up Table

2. Mô phỏng MBA1P có xét bảo hòa:

Tiến hành tương tự như máy biến áp lý tưởng, ta được mô hình như sau:



Hình 3.8 – Mô hình mô phỏng máy biến áp một pha có xét bão hòa

Xây dựng m_File chứa thông số của mô hình mô phỏng: tương tự MBA1P lý tưởng, nhưng ta thêm vào phần bão hòa:

```
% mag. curve Dpsi versus psisat
```

```
Dpsi=[ -2454.6 -2412.6 -2370.5 -2328.5 -2286.4 -2244.4 -2202.3 ...
-2160.3 -2118.2 -2076.1 -2034.1 -1992.0 -1950.0 -1907.9 -1865.9 ...
-1823.8 -1781.8 -1739.7 -1697.7 -1655.6 -1613.6 -1571.5 -1529.5 ...
-1487.4 -1445.3 -1403.3 -1361.2 -1319.2 -1277.1 -1235.1 -1193.0 ...
-1151.0 -1108.9 -1066.9 -1024.8 -982.76 -940.71 -898.65 -856.60 ...
-814.55 -772.49 -730.44 -688.39 -646.43 -604.66 -562.89 -521.30 ...
-479.53 -438.14 -396.75 -355.35 -313.96 -272.56 -231.17 -192.60 ...
-154.04 -116.41 -81.619 -46.822 -19.566 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 ...
0.0000 0.0000 19.566 46.822 81.619 116.41 154.04 192.60 231.17 ...
272.56 313.96 355.35 396.75 438.14 479.53 521.30 562.89 604.66 ...
646.43 688.39 730.44 772.49 814.55 856.60 898.65 940.71 982.76 ...
1024.8 1066.9 1108.9 1151.0 1193.0 1235.1 1277.1 1319.2 1361.2 ...
1403.3 1445.3 1487.4 1529.5 1571.5 1613.6 1655.6 1697.7 1739.7 ...
1781.8 1823.8 1865.9 1907.9 1950.0 1992.0 2034.1 2076.1 2118.2 ...
2160.3 2202.3 2244.4 2286.4 2328.5 2370.5 2412.6 2454.6 ];
```

```
psisat=[ -170.21 -169.93 -169.65 -169.36 -169.08 -168.80 -168.52
...
-168.23 -167.95 -167.67 -167.38 -167.10 -166.82 -166.54 -166.25 ...
-165.97 -165.69 -165.40 -165.12 -164.84 -164.56 -164.27 -163.99 ...
-163.71 -163.43 -163.14 -162.86 -162.58 -162.29 -162.01 -161.73 ...
-161.45 -161.16 -160.88 -160.60 -160.32 -160.03 -159.75 -159.47 ...
-159.18 -158.90 -158.62 -158.34 -157.96 -157.39 -156.83 -156.07 ...
-155.51 -154.57 -153.62 -152.68 -151.74 -150.80 -149.85 -146.08 ...
-142.31 -137.60 -130.06 -122.52 -107.44 -84.672 -42.336 0.0000 ...
0.0000 42.336 84.672 107.44 122.52 130.06 137.60 142.31 146.08 ...
149.85 150.80 151.74 152.68 153.62 154.57 155.51 156.07 156.83 ...
157.39 157.96 158.34 158.62 158.90 159.18 159.47 159.75 160.03 ...
160.32 160.60 160.88 161.16 161.45 161.73 162.01 162.29 162.58 ...
162.86 163.14 163.43 163.71 163.99 164.27 164.56 164.84 165.12 ...
165.40 165.69 165.97 166.25 166.54 166.82 167.10 167.38 167.67 ...
167.95 168.23 168.52 168.80 169.08 169.36 169.65 169.93 170.21 ];
```

IV. Yêu cầu thí nghiệm

- Sinh viên xây dựng 2 mô hình máy biến áp lý tưởng và máy biến áp có xét bão hòa trên máy tính.
- Mô phỏng dòng điện i_1 , i_2' , từ thông ψ_1 , ψ_2' , ψ_m trong các trường hợp sau:
 - o Hở mạch thứ cấp:
 - Điện áp v_1 bằng giá trị định tại $t = 0$.
 - Điện áp v_1 bằng giá trị 0 tại $t = 0$.
 - o Ngắn mạch thứ cấp (cấp vào điện áp sao cho dòng điện thứ cấp đạt giá trị định mức)
 - Điện áp v_1 bằng giá trị định tại $t = 0$.
 - Điện áp v_1 bằng giá trị 0 tại $t = 0$.
 - o MBA hoạt động có tải:
 - Tải $RH = 500$.
 - Tải $RH = 300$.
 - Tải $RH = 100$.
 - Tải $RH = 50$.
- So sánh giữa mô hình lý tưởng và có xét bão hòa, cho nhận xét về dòng điện sơ cấp i_1 trong các trường hợp không tải và tải định mức.

- Dòng xung kích của MBA có xét bão hòa xuất hiện khi nào? Ảnh hưởng của dòng này đối với máy biến áp.
- Xây dựng đặc tuyến ngắn mạch của MBA1P có xét bão hòa (đặc tuyến $I_{2n} = f(U_{1n})$)
- Xây dựng đặc tuyến tải của MBA1P có xét bão hòa (đặc tuyến $U_2 = f(I_2)$)

V. Nộp báo cáo

- Báo cáo ghi rõ Họ tên, MSSV, Nhóm, Tổ, ngày thực hiện bài TN.
- Các kết quả đo và kết quả thí nghiệm phải được trình bày rõ ràng, ngắn gọn và đầy đủ các yêu cầu theo bài hướng dẫn báo cáo thí nghiệm.
- GV có quyền cho điểm 0 những báo cáo như sau:
 - Những bài sao chép lẫn nhau dưới mọi hình thức.
 - Số liệu báo cáo không trùng khớp với số liệu đã thực hiện tại PTN.

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com