

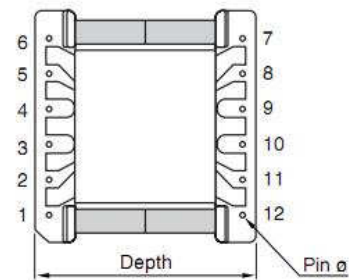
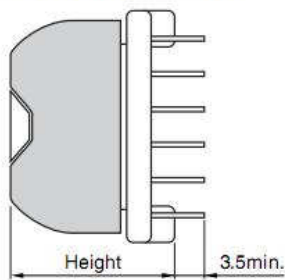
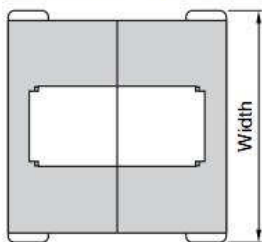
# Tính toán và Thiết kế Biến áp cho mạch off-line Flyback

## I) Một số Hình dạng BA xung

### 1) Kiểu 1:



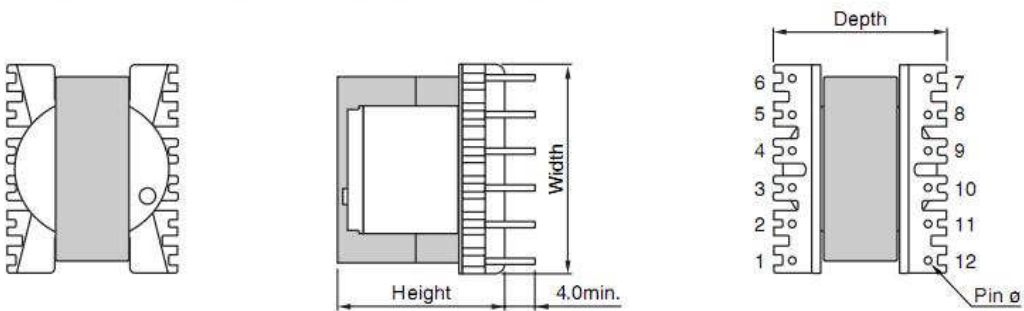
EXAMPLE: SRW24LQ, SRW24LQL TYPE(BOBBIN TYPE: I)



2) Kiểu 2:



EXAMPLE: SRW2017EG TYPE(BOBBIN TYPE: I)



Các kiểu lõi Ferrite :

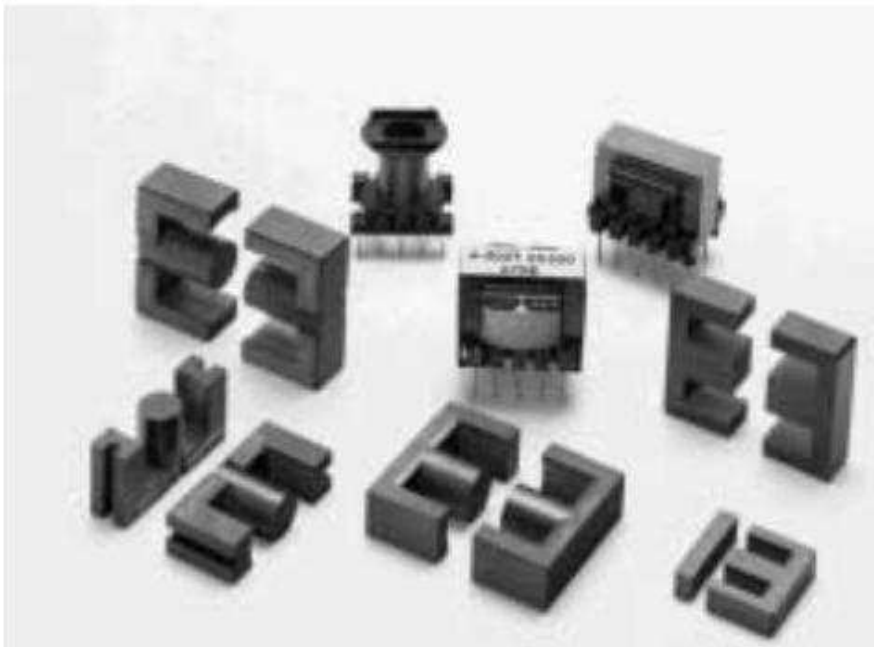


Figure 1. Ferrite core (TDK)

## II) Tính toán thông số cho BA

**1) Cách chọn lõi :** kiểu lõi và kích thước lõi được chọn dựa vào thông số sau :

$A_e$  : diện tích mặt cắt ngang (diện tích hình trụ ở giữa) ( $\text{mm}^2$ )

$A_w$  : vùng quấn dây ( $\text{mm}^2$ )

$B_{\text{sat}}$  : mật độ từ thẩm bão hòa ( Tesla) . Thường chọn 0.3 ~ 0.35 T

$A_e$  và  $A_w$  được thể hiện bằng hình màu vàng :

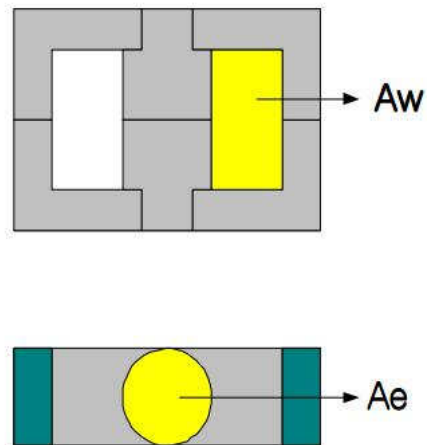


Figure 2. Window Area and Cross Sectional Area

1 hệ số quan trọng cần lưu ý đó là  $L_m$  (primary side inductance), được xác định :

$$L_m = \frac{(V_{DC}^{\min} \cdot D_{\max})^2}{2P_{in} f_s K_{RF}}$$

Trong đó :

$P_{in}$  : công suất ngõ vào lớn nhất. Được xác định bởi :

$$P_{in} = \frac{P_o}{E_{ff}}$$

$P_o$  : công suất ngõ ra lớn nhất.

$E_{ff}$  : hiệu suất, thường chọn trong khoảng 0.7~0.85.

$V_{DC}^{\min}$  : Điện áp DC vào nhỏ nhất

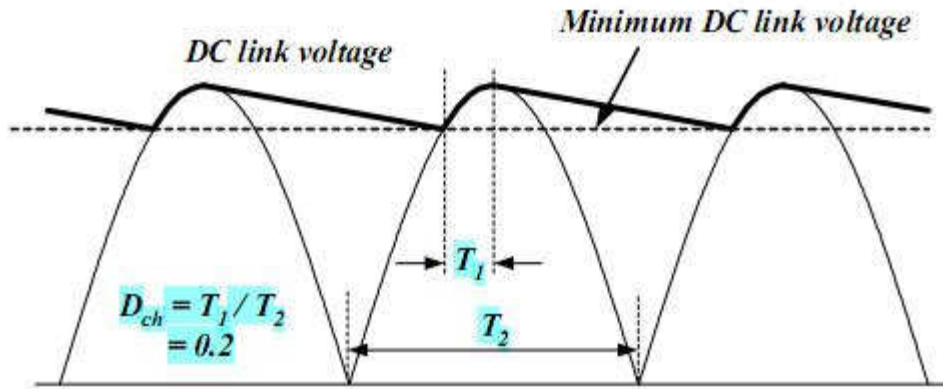
$f_s$  : tần số làm việc

$K_{RF}$  : hệ số gợn sóng.

+ Đối với chế độ dẫn điện không liên tục (discontinuous conduction mode : DCM) thì  $K_{RF}=1$ .

+ Đối với chế độ dẫn điện liên tục (continuous conduction mode : CCM) thì  $K_{RF} < 1$ . Thường chọn  $K_{RF}=0.3-0.5$  cho băng ngõ vào phổ biến (85 V-265 Vrms),  $K_{RF}=0.4-0.8$  cho băng ngõ vào Châu Âu (195 V – 265 Vrms)

$D_{\max}$  : chu trình làm việc lớn nhất, được thể hiện như hình sau :



**Figure 3. DC Link Voltage Waveform**

Chỉ số  $L_m$  được chọn dựa vào các đặc điểm sau :

$$I_{ds}^{peak} = I_{EDC} + \frac{\Delta I}{2}$$

$$I_{ds}^{rms} = \sqrt{\left[ 3(I_{EDC})^2 + \left(\frac{\Delta I}{2}\right)^2 \right] \frac{D_{max}}{3}}$$

$$\text{where } I_{EDC} = \frac{P_{in}}{V_{DC}^{\min} \cdot D_{max}}$$

$$\text{and } \Delta I = \frac{V_{DC}^{\min} D_{max}}{L_m f_s}$$

Trong đó :

$I_{ds}^{peak}$  : dòng đỉnh cực đại trên Mosfet.

$I_{ds}^{RMS}$  : dòng hiệu dụng trên Mosfet.

$L_m$  được chọn sao cho dòng này cao nhất có thể

## 2) Tính toán số vòng dây

Trong Việc chọn lõi, thì số vòng nhỏ nhất cho cuộn sơ cấp (cuộn chính - Primary) để tránh hiện tượng bão hòa của lõi được cho bởi công thức :

$$N_P^{\min} = \frac{L_m I_{over}}{B_{sat} A_e} \cdot 10^6 \quad (\text{vòng})$$

Với  $I_{over}$  : là dòng đỉnh xung cao nhất. Qua công thức ta thấy nếu  $I_{over}$  mà lớn thì sẽ làm cho kích thước biến áp lớn. Thường chọn sao cho  $I_{ds}^{peak} = 70\%-80\%$   
 $I_{over}$

Tính số vòng dây cho các ngõ ra:

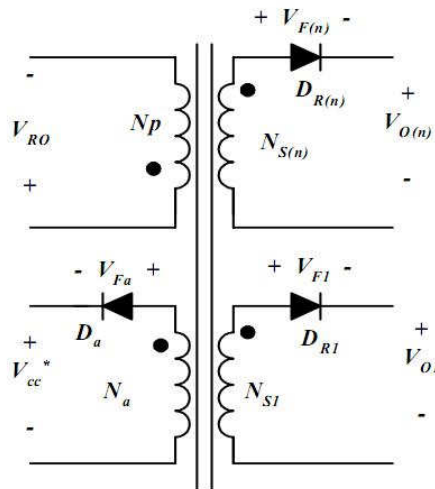


Figure 6. Simplified diagram of the transformer

### Sơ đồ rút gọn của Biến Áp

Trong đó ta xem ngõ ra  $V_{o1}$  là gốc để điều chỉnh các ngõ ra khác.

#### a) Hệ số vòng dây:

$$n = \frac{V_{R0}}{V_{o1} + V_{F1}} = \frac{N_P}{N_{s1}}$$

$N_P, N_{s1}$  : số vòng cuộn sơ cấp, thứ cấp.

$V_{o1}$  : điện áp ngõ ra.

$V_{F1}$  : điện áp rơi trên Diode 1

$N_{s1}$  sẽ được làm tròn sao cho  $N_P$  lớn hơn  $N_P^{\min}$

#### b) Số vòng cho ngõ ra thứ n :

$$N_{s(n)} = \frac{V_{o(n)} + V_{F(n)}}{V_{o1} + V_{F1}} \cdot N_{s1} \text{ (vòng)}$$

#### c) Số vòng dây cho cuộn $V_{cc}$ :

$$N_a = \frac{V_{cc}^* + V_{Fa}}{V_{o1} + V_{F1}} \cdot N_{s1} \text{ (vòng)}$$

#### d) Chiều dài của lõi cho bởi công thức:

$$G = 40\pi A_e \left( \frac{N_P^2}{1000L_m} - \frac{1}{A_L} \right) \text{ (mm)}$$

$A_L$  : giá trị AL khi không có khe, đơn vị là  $nH / \text{vòng}^2$ .

### 3) Tính toán đường kính cho dây cuộn:

Đường kính dây được tính dựa vào dòng hiệu dụng qua dây. Mật độ dòng thông dụng là  $5A/mm^2$ , khi dây dài hơn 1m. Khi dây ngắn và số vòng ít thì có thể lấy  $6-10A/mm^2$ . Lưu ý, không nên dùng đường kính dây lớn hơn 1mm, để tránh dòng Faulco

### III) Phương thức cuộn biến áp:

#### 1. Cuộn nối tiếp

##### a). Cách bố trí Cuộn sơ cấp:

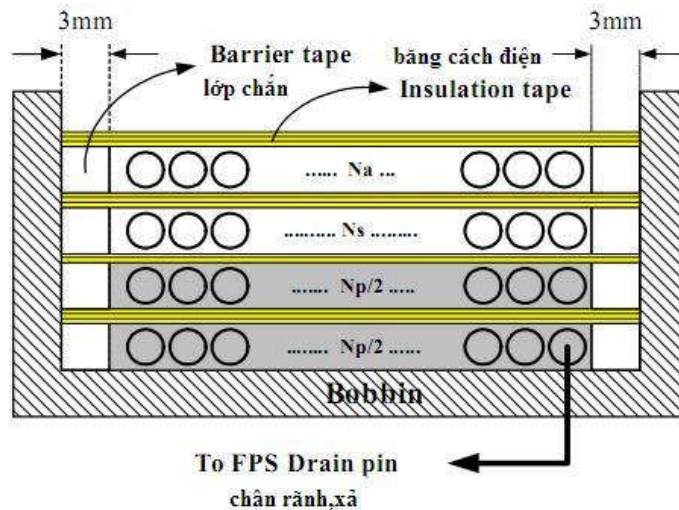


Figure 7. Primary side winding

Thông thường cuộn sơ cấp được chia thành nhiều đoạn, với chiều dài nhỏ nhất để tránh tổn hao đường dây. Khi cuộn sơ cấp đã hơn 2 lớp thì lớp bên trong sẽ bắt đầu từ chân rãnh, như hình trên.

##### b) Cuộn Vcc:

Nhìn chung, thì điện áp của mỗi cuộn sẽ ảnh hưởng đến điện áp của cuộn bên cạnh. Vì vậy sự bố trí cuộn Vcc sẽ ảnh hưởng đến điện áp quá tải (OVP-over voltage protection), băng điện áp Vcc, và mạch điều khiển.

+ OVP-over voltage protection : khi điện áp ngõ ra vượt quá điều kiện hoạt động bình thường thì điện áp Vcc cũng tăng, điện áp Vcc cũng ảnh

hướng đến mạch Snubber(mạch bảo vệ cho cuộn sơ cấp), đặc biệt là điện áp trên tụ Snubber

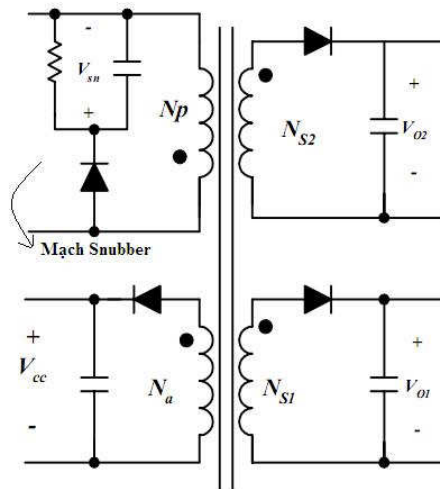


Figure 8. Primary side winding

### Mạch Snubber

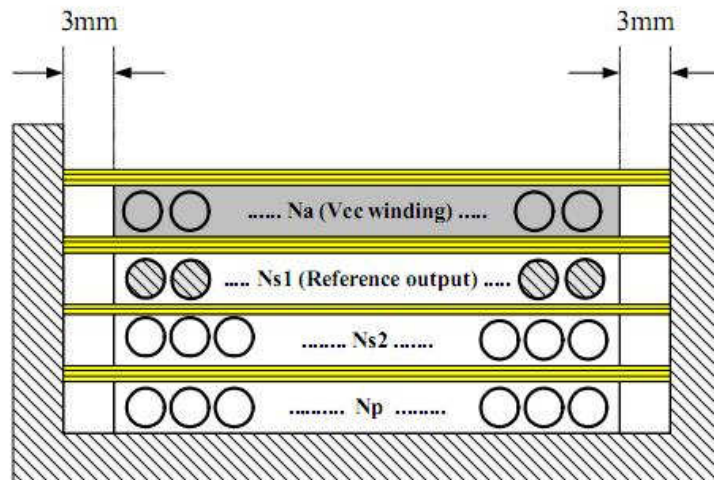


Figure 9. Winding sequence to reduce Vcc variation

Bố trí cuộn Vcc để tránh sự biến thiên điện áp Vcc



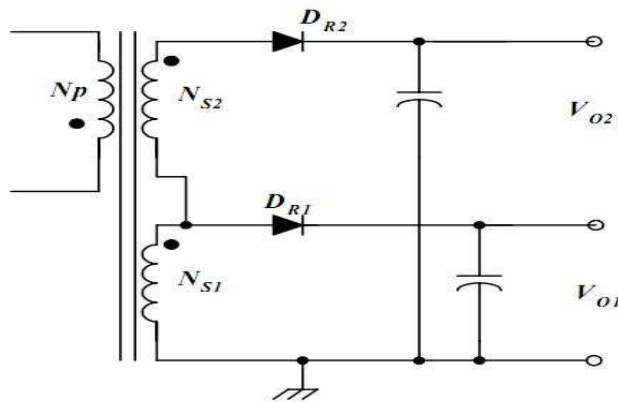
Qua hình trên ta thấy để tránh sự biến thiên điện áp  $V_{cc}$  thì ta nên đặt cuộn  $V_{cc}$  ngay kế bên cuộn  $N_{s1}$  và phải **cách xa cuộn sơ cấp**. Trong trường hợp có cuộn điều chỉnh thứ cấp thì cuộn  $V_{cc}$  được bố trí ở giữa cuộn sơ cấp và thứ cấp, hoặc bố trí ở ngoài cùng.

### c) Cuộn thứ cấp:

Với biến áp có nhiều ngõ ra thì cuộn thứ cấp được bố trí như sau: cuộn có công suất cao nhất đặt gần cuộn sơ cấp, rồi đến cuộn có điện cảm rò ít, rồi đến cuộn truyền tải năng lượng cao nhất.

### 2. Cách cuộn:

Sắp xếp cuộn này trên cuộn khác : 1 kỹ thuật chung cho biến áp nhiều ngõ ra là dùng mass chung, nhằm làm giảm bớt số vòng dây cho cuộn thứ cấp. Những cuộn có ngõ ra điện áp thấp sẽ cung cấp số vòng dây cho cuộn có điện áp cao hơn. Số vòng dây của cuộn ngõ ra điện áp thấp và cuộn có điện áp cao đó lại cung cấp cho cuộn tiếp theo. Xem hình:

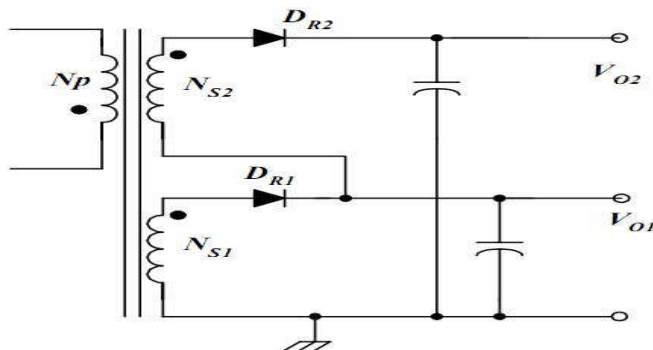


cuộn này cuốn trên cuộn khác

Figure 11. Stacked winding on other winding

- Sắp xếp cuộn này trên ngõ ra cuộn khác : nếu điện áp ngõ ra cao và dòng thấp

-



cuộn này cuốn trên ngõ ra cuộn khác

Figure 12. Stacked winding on other output

Với cách này sẽ giảm bớt điện áp rơi trên Diode

### 3. Làm giảm dòng điện cảm rò:

Cách cuộn khác có ảnh hưởng đến dòng rò:

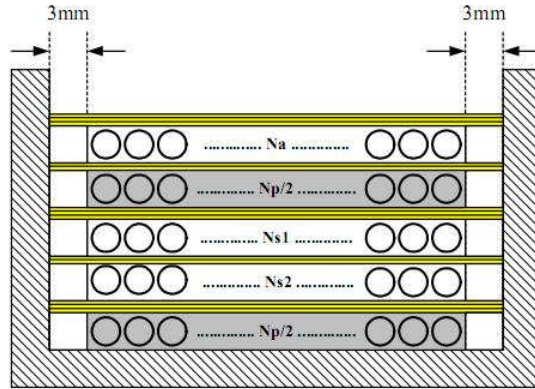
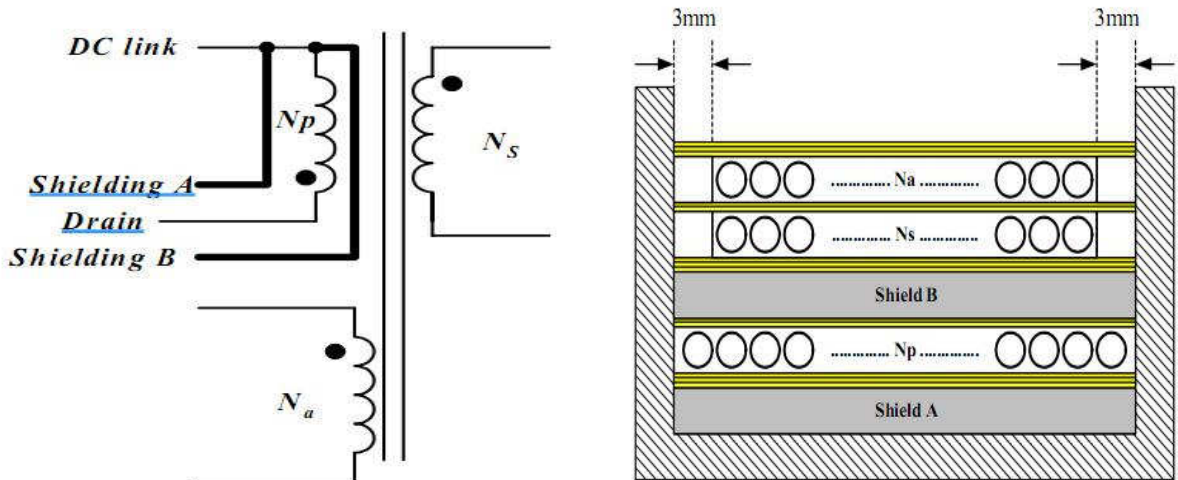


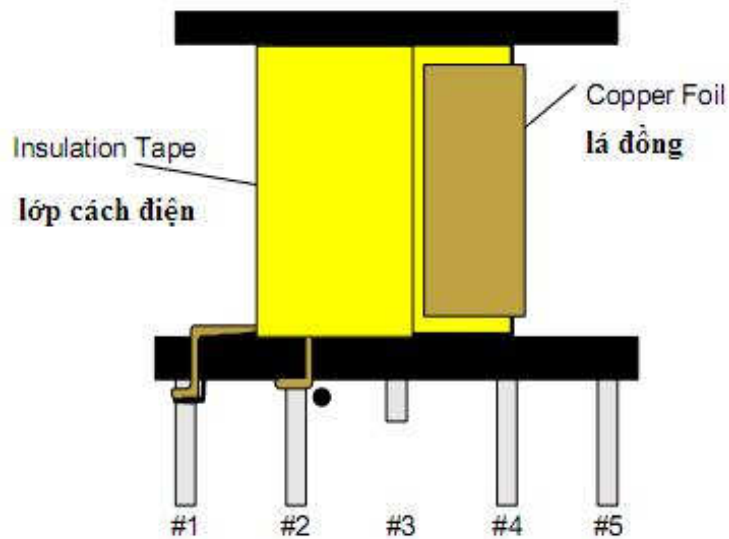
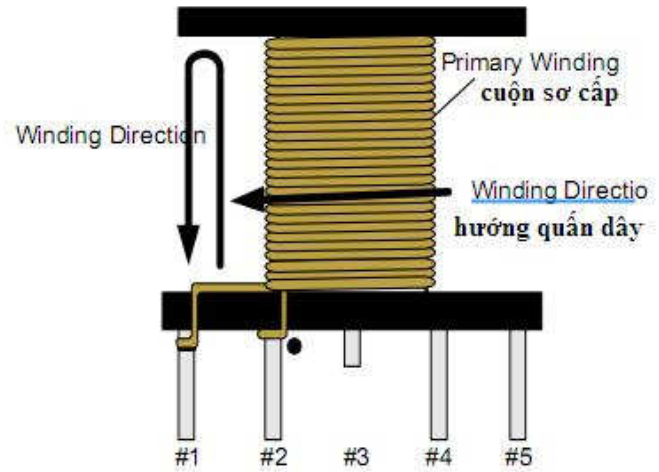
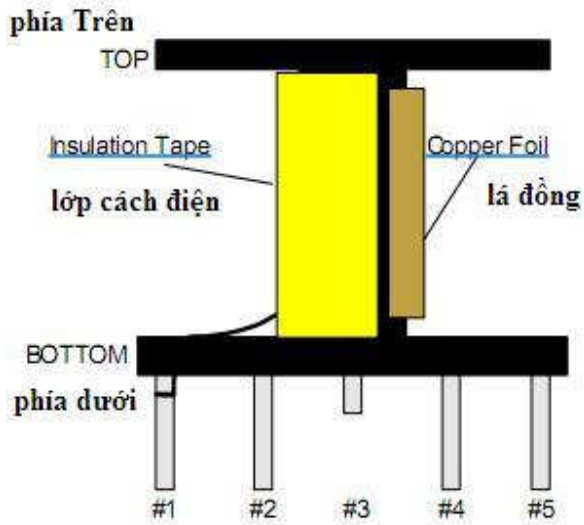
Figure 13. Sandwich winding

### 4. Lá chắn, lá bảo vệ cho biến áp.



Lá chắn được bọc ở trên và dưới cuộn sơ cấp.

#### IV) Ví dụ về cuộn biến áp.



### 1) Ví dụ màn hình LCD :

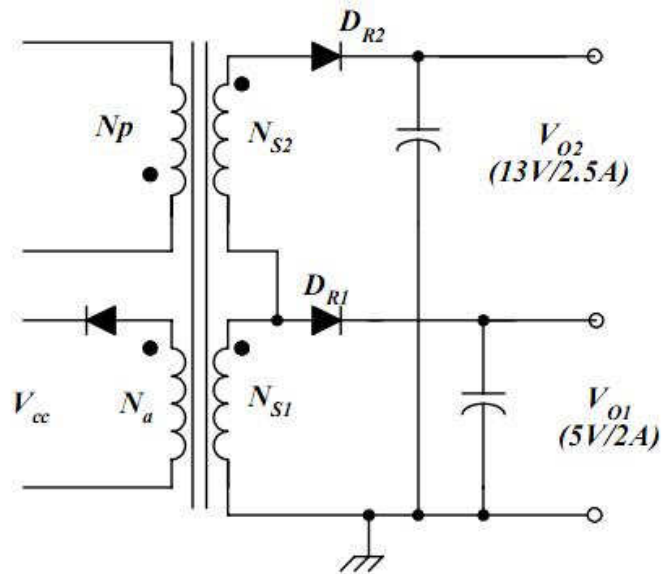
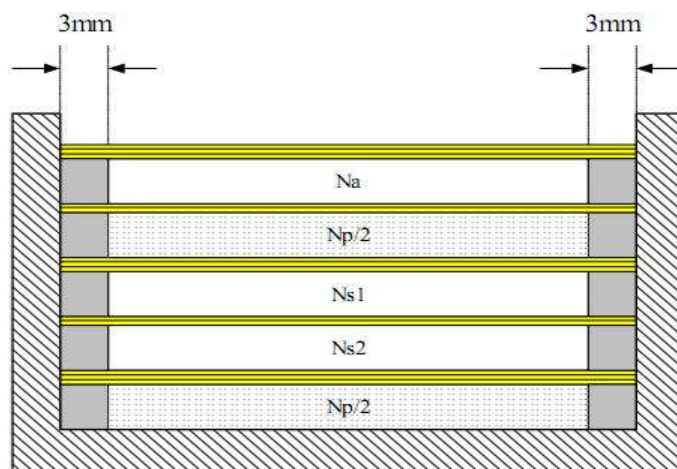


Figure 16. LCD monitor SMPS transformer example

Hình trên là 1 biến áp đơn giản với ngõ ra là 5V và 13V. Ngõ ra 5V được điều chỉnh bởi mạch Feedback, ngõ ra 13V được tính toán dựa vào hệ số vòng dây và sự sắp xếp các cuộn sao cho độ ổn định là cao nhất. Hai cách sắp xếp như sau :

- a) Trong cách này làm cho dòng điện cảm rò là nhỏ nhất bằng cách sử dụng cuộn nhiều lớp.

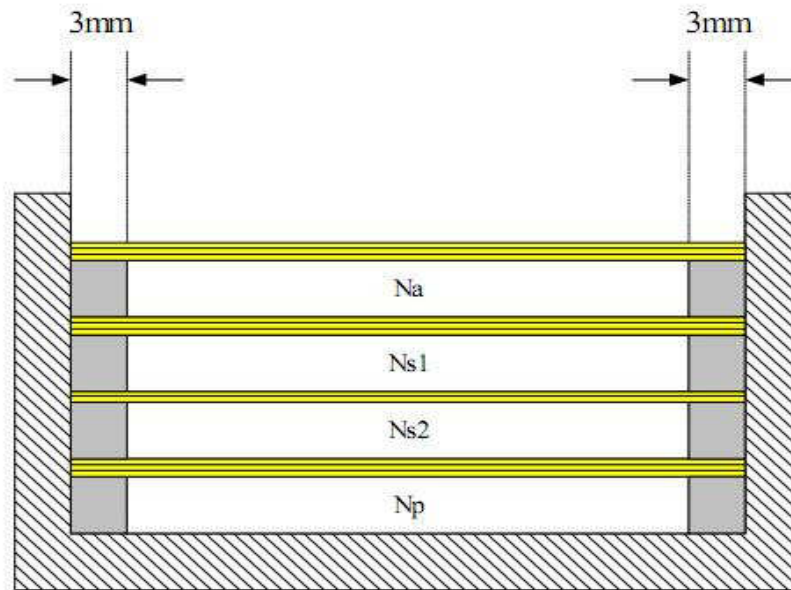


Cuộn Vcc được đặt ở ngoài cùng, và được đặt ở trên nửa cuộn sơ cấp.

Cuộn sơ cấp ở giữa cuộn Vcc và cuộn 5V thì ít vòng. Cách này phải sử dụng tải ảo để tránh được vấn đề không tải ở ngõ ra 5V này.

Cuộn có công suất cao (13V) đặt gần cuộn sơ cấp hơn.

b) Trong cách này thì dòng điện cảm rò lớn hơn cách trên :



Phương pháp cuộn nhiều lớp không được sử dụng. Tuy nhiên, cuộn ngõ ra 5V và cuộn Vcc sẽ được gọn gẽ hơn. Cách này không cần tải ảo trong chế độ không tải. Hiệu suất của cách này không bằng cách trên.

## 2) Biến áp trong mạch nguồn CRT

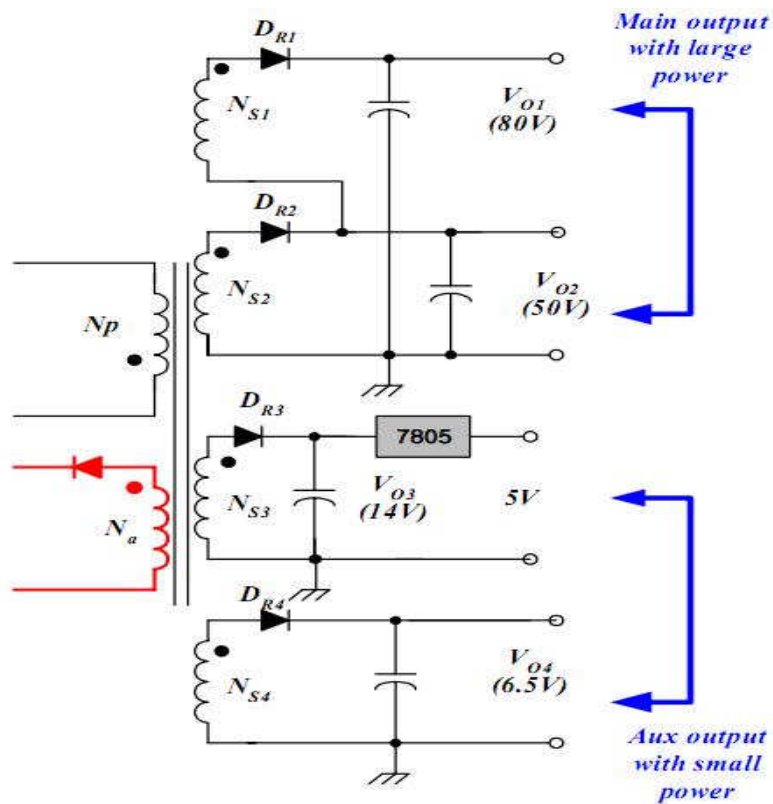
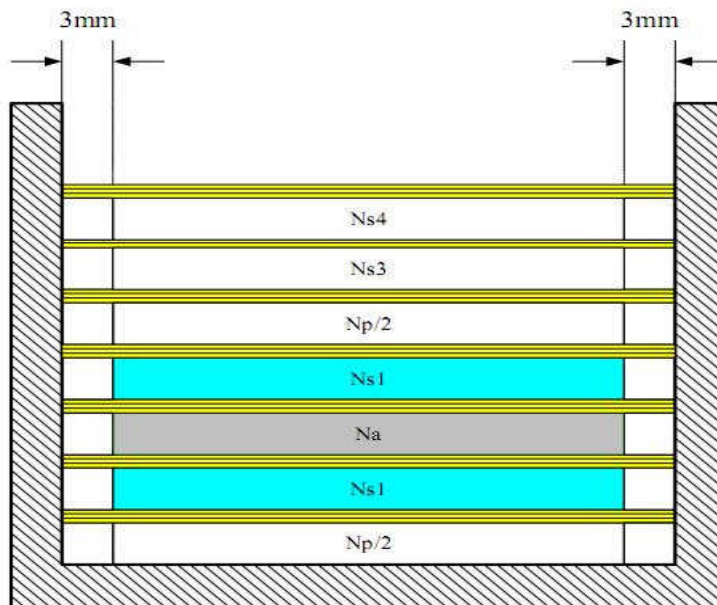


Figure 19. CRT monitor SMPS transformer example-PSR

Hình trên là mạch nguồn đơn giản trong màn hình CRT. Với ngõ ra 80V-50V là công suất cao còn ngõ ra 5V-6,5V công suất thấp hơn.

Ngõ ra 80V được xếp lên ngõ ra 50V để giảm bớt điện áp trên Diode chỉnh lưu  $D_{R1}$

a) Bố trí các cuộn dây(với sự điều tiết của cuộn sơ cấp)



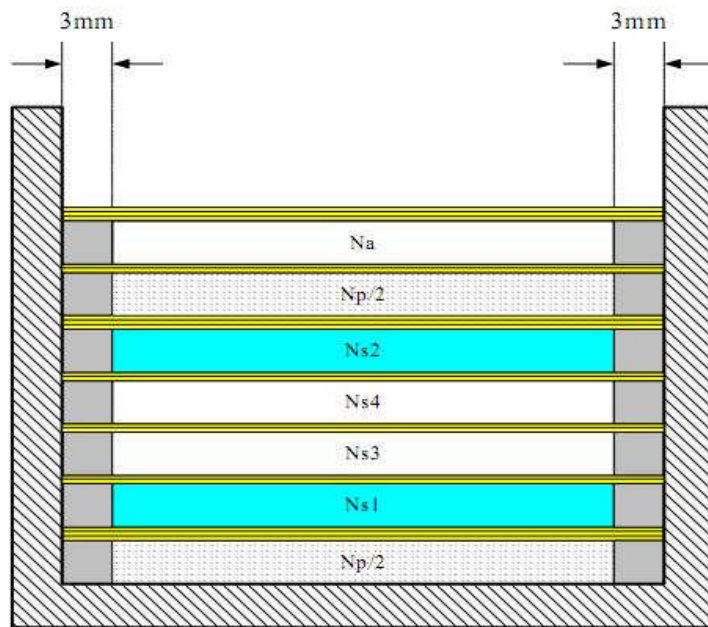
Cấu trúc của biến áp như hình trên

Nhận xét như sau:

dòng điện cảm rò là nhỏ nhất, do sử dụng cách chia ra nhiều phần nhỏ, cuộn nhiều lớp và cuộn ngõ ra có công suất cao được đặt gần cuộn sơ cấp.

Cuộn Vcc đặt gần cuộn công suất cao làm cho cuộn này được gọn gàng hơn. Còn các ngõ ra khác được đặt ở ngoài cuộn sơ cấp, được cách điện với nhau bằng giấy cách điện.

b) Bố trí các cuộn dây(với sự điều tiết của cuộn thứ cấp)



Nhận xét :

Dòng điện cảm rò là nhỏ nhất, sử dụng cách cuốn nhiều lớp, và cuộn công suất cao được đặt gần cuộn sơ cấp.

Cuộn Vcc được bố trí ở ngoài cùng, có lớp cách điện.

Các cuộn khác được đặt ở giữa hai cuộn chính( 2 cuộn ngõ ra có công suất cao) để sự điều tiết được tốt hơn.