

loại tiêu chuẩn này với định dạng  $D_2, D_3$ . Ở Châu Âu cũng dùng tiêu chuẩn máy ghi hình số composite 4  $f_{SC}$  (không thích hợp cho hệ SECAM).

Tiêu chuẩn video số component có nhiều định dạng khác nhau như 4 : 1 : 1 ; 4 : 2 : 2 ; 4 : 4 : 4. Châu Âu và Châu Mỹ tiêu chuẩn hoá tín hiệu video số theo khuyến nghị CCIR - Rec 601 cho tín hiệu video số component (tương thích với các tiêu chuẩn quét 625/50 và 525/60 với 8 và 10 bit/mẫu).

### 5.1.3. Vấn đề đồng bộ đối với tín hiệu audio và video số

Tín hiệu số là các mẫu rời rạc, việc trộn, cấy và dàn dựng (assembling) từ nhiều nguồn đòi hỏi phải đồng bộ mẫu với nguồn chuẩn theo pha và tần số.

– Đồng bộ tần số tức : điều chỉnh thời gian các đồng hồ (clock) của mẫu.

– Đồng bộ pha tức : điều chỉnh khung (frame) của tín hiệu.

Khuyến nghị AES 11 - 1991 về đồng bộ tần số và pha được dùng cho các thiết bị audio số trong studio.

Trong môi trường truyền hình, tín hiệu audio số chuẩn phải được đồng bộ với tín hiệu video số chuẩn để loại trừ hiện tượng trôi (drift) và cho phép chuyển mạch audio và video không gây nên tạp âm gõ (click-free). Quan hệ về pha giữa tín hiệu audio và video được nêu trong tiêu chuẩn EBU-R83-1996.

## 5.2. NGUYÊN LÝ GHI VÀ TẠO LẠI TÍN HIỆU VIDEO THEO PHƯƠNG PHÁP TỪ TÍNH

Như đã nêu trong chương 3, nguyên lý ghi và tạo lại tín hiệu video lên băng từ về cơ bản không khác mấy so với việc ghi và tạo lại đối với tín hiệu âm thanh. Tuy nhiên do tín hiệu hình có những điểm khác biệt nên phải có biện pháp xử lý trước khi đưa đến đầu ghi cũng như sau khi lấy ra từ đầu tạo lại để hoàn nguyên được dạng gốc của nó.

### 5.2.1. Dải tần và dải động của tín hiệu video

Các máy ghi âm từ có thể bù lại sự mất tuyến tính của đáp tuyến tần số trong quá trình ghi và tạo lại bằng các mạch hiệu chỉnh (xem mục 3.4.1 và 3.5.2). Bù không phải là việc khó đối với người thiết kế, tuy nhiên có những giới hạn làm ảnh hưởng đến kết quả và có thể không đạt được đầy đủ yêu cầu mong muốn. Các giới hạn đó là dải động của bản thân băng từ, dải tần tín hiệu video, độ rộng khe từ...

Dải động của băng từ là tỉ số  $D_{bmax}/D_{bmin} = D_b$ , trong đó  $D_{bmax}$  là mức tín hiệu lớn nhất có thể ghi lên băng trước khi nó đạt đến mức bão hoà và  $D_{bmin}$  là mức tín hiệu thấp nhất có thể tách sóng được trên ngưỡng ồn (tạp âm).

Các loại băng từ hiện nay có dải động xấp xỉ 70dB, nó cho phép ghi trực tiếp lên băng tín hiệu với dải thông lớn nhất khoảng 10 octa. Máy ghi âm chất lượng cao có thể xử lý tín hiệu từ 20 đến 20.000 Hz.

Dải tần tín hiệu video từ 20 Hz đến dưới 4 MHz đối với các máy ghi hình dân dụng và từ 20 Hz đến khoảng 6 MHz đối với các máy chuyên dùng, tương ứng 16 đến 20 octa, thực tế vượt ra ngoài dải động của băng từ. Do vậy việc hiệu chỉnh đáp tuyến tần số như trong các máy ghi âm thông thường đối với tín hiệu video là không thể được.

Vì thế việc ghi tín hiệu video lên băng từ được thực hiện bằng cách giảm nhỏ độ rộng khe, tăng tốc độ tương đối giữa băng và đầu từ và tín hiệu video phải được chuyển phổ một cách đặc biệt. Dưới đây ta lần lượt phân tích đầy đủ các khía cạnh nêu trên.

### 5.2.2. Khe đầu từ

Độ rộng khe đầu từ của các máy ghi âm thông dụng (28) cỡ vài micrômét. Độ rộng khe đầu từ video được chế tạo cỡ phần mười micrômét. Khe đầu từ video đối với các máy dân dụng khoảng  $0,3 + 0,6 \mu\text{m}$ . Giảm độ rộng khe thêm nữa, sẽ làm giảm độ nhảy của đầu từ. Mặt khác diện trở và điện dung của cuộn dây là đại lượng phụ thuộc tần số nên cũng là yếu tố gây tổn hao đáng kể đối với đầu từ video.

Cuộn dây có ít vòng sẽ có mức tổn hao thấp song điện áp ra bé. Nếu quấn nhiều vòng điện áp ra sẽ tăng lên nhưng điện dung tập tán lớn có thể gây cộng hưởng với điện cảm của đầu từ làm tăng mức tổn hao ở phạm vi tần số cao ( $f_c$ ). Vì vậy phải có sự thỏa hiệp trong thiết kế và chế tạo đầu video. Thông thường số vòng dây của đầu video khoảng 1000 đến 2000 vòng quấn trên cả hai nửa lõi (hình 3.2).

### 5.2.3. Tốc độ ghi và tạo lại

Như đã nêu ở trên, dải tần của tín hiệu video theo lý thuyết chạy từ 20 Hz đến 6 MHz. Để ghi và tạo lại được băng thông đó, nếu dùng đầu từ đứng yên với độ rộng khe  $2\delta = 2 \mu\text{m}$ , thì băng phải dịch chuyển với tốc độ :

$$\bar{v} = f \cdot \lambda = f \cdot 2\delta = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^6 = 12 \text{ m/sec}$$

Để sản xuất chương trình với thời lượng một giờ, cần có chiều dài băng là :

$$l = v \cdot t = 12 \text{ m/sec} \cdot 3600 \text{ sec} = 43.200 \text{ m}$$

Để giảm bớt lượng băng, cần phải giảm độ rộng khe từ ( $2\delta$ ), tuy nhiên chỉ có thể giảm đến một giới hạn nhất định vì bản thân khe từ phải có đủ độ rộng nhằm đảm bảo độ nhảy đồng đều trong suốt dải tần. Nếu không, với tần số thấp nhất của tín hiệu video  $f_{\text{min}} = 20 \text{ Hz}$ , khi đó bước sóng tương ứng cực đại :

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{\bar{v}}{f_{\text{min}}} = \frac{12 \text{ m/sec}}{20 \text{ Hz}} = 60 \text{ cm}$$

Điều này có nghĩa là ở tần số thấp, do bước sóng quá lớn so với độ rộng khe từ  $\frac{\lambda_{max}}{2} \gg 2\delta$ , nên điện áp ra trên hai đầu cuộn dây hầu như không có, tổn hao tần thấp tương ứng sẽ rất lớn.

Rõ ràng cả hai điều vừa nêu đều không thể chấp nhận được.

Giải pháp nâng cao tốc độ tương đối giữa băng và đầu từ là cho đầu quay trên trống với tốc độ 1800 vòng/phút. Tín hiệu ghi và tạo lại được đưa vào và lấy ra khỏi đầu từ video thông qua biến áp cùng quay với trống đầu từ. Băng được kéo qua quanh cơ cấu trống với góc nghiêng nhỏ hay vuông góc nhờ các trục dẫn định vị chính xác tùy theo phương pháp ghi xiên (quét xoắn ốc), chéo hay vuông góc.

Nếu băng không chuyển động, thì chiều dài vệt ghi theo phương pháp ghi xiên bằng  $1/2$  chu vi của trống từ (để đơn giản, giả sử băng được quấn đúng  $180^\circ$ , mặc dù trên thực tế là lớn hơn  $180^\circ$ ). Đường kính trống từ trong máy ghi hình hệ Betamax là 74,487mm, chu vi của nó là :

$$P = \pi D = 3,1416 \cdot 74,487 = 234,011 \text{ mm}$$

Khi đó chiều dài vệt ghi là :

$$P/2 = 234,011/2 = 117,006 \text{ mm}$$

Với góc nghiêng của trống đầu từ xấp xỉ  $5^\circ$ , có thể coi vệt ghi song song với đường chạy băng. Vì các đầu ghi từng mảnh chắn, lẻ trong nửa chu vi trống từ, nên tốc độ tương đối ghi sẽ là tích số của tốc độ mảnh với  $1/2$  chu vi trống đầu từ trừ đi tốc độ dịch chuyển của băng ở máy hệ Betamax tốc độ dịch chuyển của băng là 40 mm/sec tần số mảnh chính xác là 59,94 Hz, tốc độ tương đối  $\bar{v}$  sẽ là :

$$\bar{v} = 117,006 \text{ mm} \times 59,94 \frac{1}{\text{sec}} - 40 \text{ mm/sec} = 6,973 \text{ m/sec}$$

Các máy hệ VHS có đường kính trống đầu từ nhỏ hơn (6,2 cm), tốc độ dịch chuyển băng cũng nhỏ hơn : 33,35 mm/sec ở chế độ chuẩn (SP) ; 16,7 mm/sec, ở chế độ phát chậm (LP) và 11,12 mm/sec với chế độ phát siêu chậm (SLP). Tốc độ tương đối ở máy VHS - SP sẽ là 5 m/sec.

#### 5.2.4. Nén dải tần tín hiệu video

Một trong những phương pháp hữu hiệu nhằm nén dải tần của tín hiệu hình từ  $18 \div 20$  octa xuống vài octa đó là việc thực hiện điều chế tần số (FM) thông tin chói của tín hiệu video.

Như đã biết khi điều tần tín hiệu  $f_s$  với tải tin (sóng mang ( $f_t$ )), biểu thức của tín hiệu sau khi điều chế có dạng :

$$U_{FM} = U_{tm} \cdot \cos(\omega_t t + \frac{\Delta\omega_m}{\omega_{smax}} \sin\omega_s t + \varphi_0) \quad (5.1)$$

hay 
$$U_{FM} = U_{tm}(\cos\omega_t t + M_T \sin\omega_s t + \varphi_0) \quad (5.2)$$

ở đây :  $U_{tm}$  – biên độ của tải tin (sóng mang) ;

$\omega_t$  – tần số góc tải tin ;

$\varphi_0$  – góc di pha ban đầu ;

$$M_T = \frac{\Delta\omega_m}{\omega_{smax}} = \frac{\Delta f_m}{f_{smax}} \text{ – chỉ số điều tần ;}$$

$\Delta f_m$  – độ di tần cực đại ;

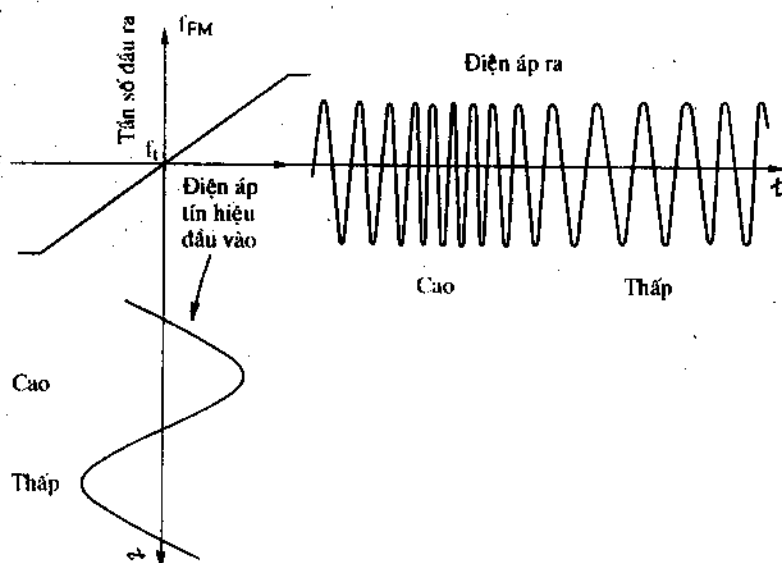
$f_{smax}$  – tần số tín tức cực đại.

Dải tần của tín hiệu sau khi điều chế với  $M_T > 1$  được xác định theo biểu thức (5.3).

$$B_{FM} = 2 (\Delta f_m + f_{smax}) \quad (5.3)$$

Phổ của tín hiệu FM bao gồm các thành phần tần số  $f_t \pm n f_s$  và tần số sóng mang  $f_t$  với biên độ giảm dần ở các tần số càng lệch về hai phía so với  $f_t$ . Tại thời điểm biên độ của tín tức ( $f_s$ ) lớn nhất (cực đại ở 1/2 chu kỳ dương của tín hiệu  $f_s$ ),  $U_{FM}$  có độ di tần lớn nhất về phía trên của  $f_t$ , nghĩa là tín hiệu đã điều chế có tần số cao nhất.

Ngược lại, tại thời điểm biên độ của tín hiệu bé nhất (cực đại ở 1/2 chu kỳ âm),  $U_{FM}$  có độ di tần lớn nhất về phía dưới của  $f_t$ , nghĩa là  $U_{FM}$  có tần số thấp nhất (hình 5.4).



Hình 5.4. Dạng sóng của tín hiệu điều tần (FM).

Thông thường trong kĩ thuật phát thanh, truyền hình chỉ số điều tần  $M_T$  được chọn trong khoảng từ 4 đến 5 nhằm đảm bảo cho tín hiệu không bị méo phi tuyến.

Đối với máy ghi hình, để giảm nhỏ dải thông tần sau khi điều chế  $M_T$  thường được chọn khá bé ( $M_T \leq 0,1 + 0,2$ ), khi đó :

$$B_{FM} \approx 2f_{smax} \quad (5.4)$$

Đối với các VCR dân dụng, do yêu cầu chất lượng không thật cao nên có thể chọn  $f_{smax} \approx 3$  MHz.

Tần số sóng mang trong lĩnh vực phát thanh, truyền hình thường chọn cao hơn nhiều so với tần số cực đại của tín tức ( $f_t \gg f_{smax}$ ).

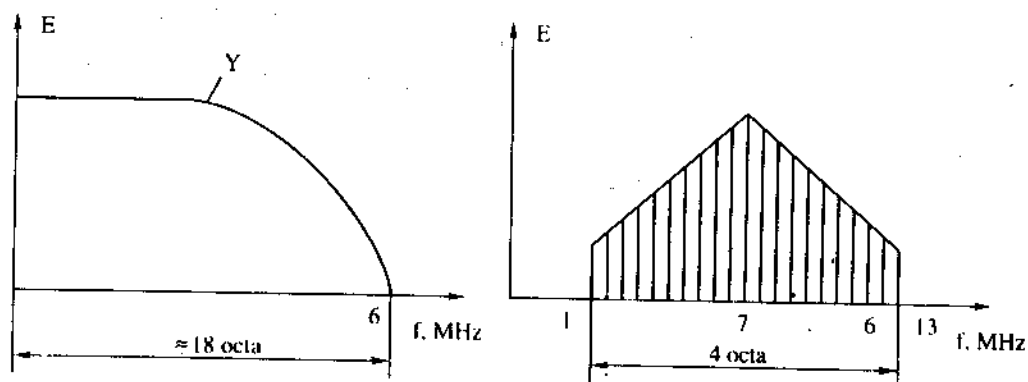
Đối với VCR tần số tải tin ( $f_t$ ) thường chọn lớn hơn  $f_{smax}$  một chút ít để đảm bảo sao cho độ dài bước sóng ngắn nhất ( $\lambda_{min}$ ) phải lớn hơn độ rộng khe từ (28).

Như vậy khi áp dụng phương pháp FM, ví dụ nếu ta chọn  $f_t = 7$  MHz,  $f_{smax} = 6$  MHz, khi đó :

$$f_{FMmin} = f_t - f_{smax} = 7 - 6 = 1 \text{ MHz} ;$$

$$f_{FMmax} = f_t + f_{smax} = 7 + 6 = 13 \text{ MHz} ;$$

Dải thông tần tín hiệu chói (Y) sau khi đã điều chế tần số biến đổi từ 1 đến 13 MHz, tương đương với 4 octa so với ban đầu là 16 ÷ 20 octa khi chưa điều chế FM, (hình 5.5).



Hình 5.5. Dải thông của tín hiệu chói trước và sau khi điều tần.

Đối với phát thanh FM, do tín hiệu âm thanh có dạng đối xứng nên độ di tần cũng có tính đối xứng.

Thông tin video là tín hiệu không đối xứng, do đó khi điều tần tải tín  $f_t$  thay đổi phụ thuộc vào độ chói của hình ảnh. Trong kỹ thuật ghi hình, tần số điều chế cực đại  $f_{FMmax}$  ứng với mức trắng, còn tần số điều chế cực tiểu  $f_{FMmin}$  tương ứng với đỉnh xung đồng bộ như trên hình 5.6.

Vì độ sáng của ảnh thay đổi từ phần này đến phần khác nên tín hiệu cũng thay đổi từ tần số này đến tần số khác liên quan trực tiếp đến biên độ tín hiệu ảnh gốc. Điều chế tạo ra các dải biên phức tạp mở rộng về hai phía trên và dưới độ di tần ( $\Delta f_m$ ).

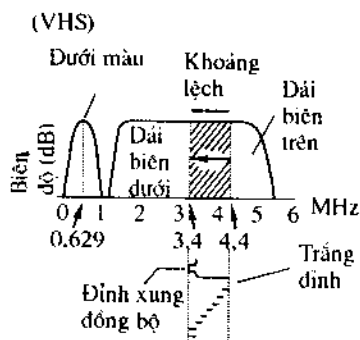
Mặt khác hai biên tần mang thông tin nhu nhau nên ta chỉ cần sử dụng dải biên dưới và một phần của dải biên trên. Điều này có thể làm tăng méo tín hiệu đối với các chi tiết nhỏ của ảnh (thông tin tần số cao) vì vậy biên trên thường chọn khoảng:  $f_t + (2 \div 3)\Delta f_m$ .

Bảng 5.1 là đặc tính kỹ thuật của một số hệ máy ghi hình cơ bản khi thực hiện FM với tín hiệu chói Y.

**Bảng 5.1.**

Hệ máy	$f_{FMmin}$ (MHz) (đỉnh xung đồng bộ)	$f_{FMmax}$ (MHz) (mức trắng)	$\Delta f_m$ (MHz)	Độ phân giải đối với Y (đòng)
VHS	3,4	4,4	1,0	240
SVHS	5,4	7,0	1,6	400
Betamax (I)	3,5	4,8	1,3	250
Betamax (II & III)	3,6	4,8	1,2	240
Super Beta	4,4	5,6	1,2	285
ED Beta	6,8	9,3	2,5	500

Điều chế tần số làm toàn bộ dải thông tín hiệu video được thu hẹp xuống dưới 4 octa, nó còn khắc phục được trở ngại khác liên quan đến tín hiệu hình. Điều tần làm tín hiệu video có thể chứa thông tin một chiều (DC). Ví dụ: nếu ảnh hoàn toàn trắng được phát đi từ đài truyền hình, thì nó không chứa thông tin dòng xoay chiều, nó thể hiện như tín hiệu DC. Nếu tín hiệu một chiều này ghi lên băng bằng phương pháp thông thường thì không có thông tin để tạo lại. Để



**Hình 5.6.** Phổ của tín hiệu video VHS bao gồm khoảng di tần với các dải biên trên và dưới.

đầu video tạo lại được thông tin trên băng, các đường sức của từ thông phải thay đổi cực tính. Trái lại khi điều tần tín hiệu một chiều này được đổi lên một tần số đại diện cho nó thì lúc đó dễ dàng ghi lên băng. Khi tạo lại nó được đổi về tín hiệu gốc một chiều (DC).

Quá trình ghi điều tần cho phép ghi trực tiếp lên băng mà không cần dòng thiên từ.

### 5.2.5. Xử lý tín hiệu màu trong máy ghi hình

Đối với các máy ghi hình, tín hiệu màu (C) phải được chuyển phổ xuống vùng tần số thấp hơn giới hạn dưới của tín hiệu chói đã được điều tần (Y'). Quá trình dời phổ tín hiệu màu (C) được gọi là quá trình dưới màu (color under), nhằm thực thi hai nhiệm vụ :

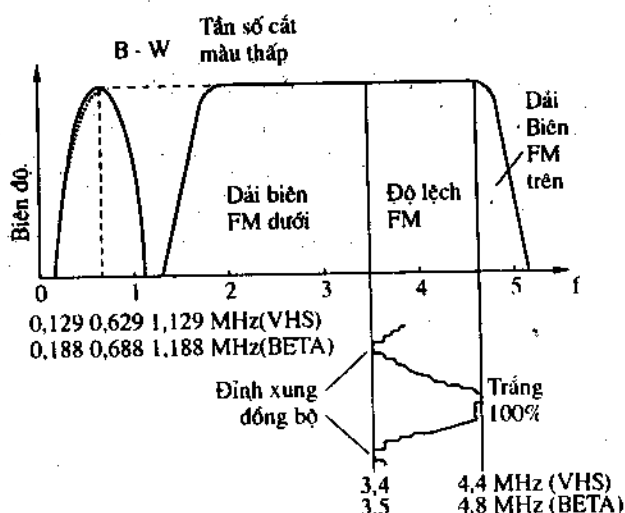
- Thứ nhất, nó dịch thông tin màu (C) xuống thấp để tránh rơi vào vùng di tần của tín hiệu chói (Y').

- Thứ hai, quá trình chuyển phổ về phía tần thấp làm giảm sai số gốc thời gian màu mà không đòi hỏi thiết bị ổn định gốc thời gian đắt tiền như ở đài phát.

Để đảm bảo độ ổn định tần số sóng mang màu phụ ( $f_{SC}$ ) trong quá trình ghi và tạo lại, phổ của tín hiệu màu được dời xuống khu vực tần số từ khoảng 627 đến 688 kHz tùy thuộc vào các hệ máy khác nhau.

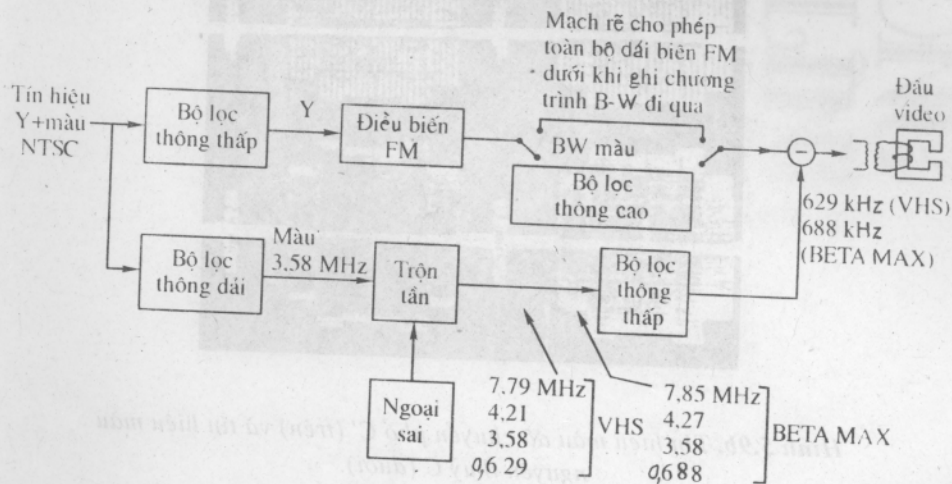
Với hệ màu NTSC, sóng mang màu phụ ( $f_{SC}$ ) của các máy VHS được dời xuống  $f_{SC} = 629$  kHz, còn các máy Beta là 688 kHz.

Hình 5.7 là phổ tần của tín hiệu tổng hợp  $T' = Y' + C'$  sau khi đã xử lý (điều tần với tín hiệu chói và dời phổ đối với tín hiệu màu).



Hình 5.7. Phổ tần tín hiệu  $T'$  đối với các VCR dân dụng VHS và Beta.

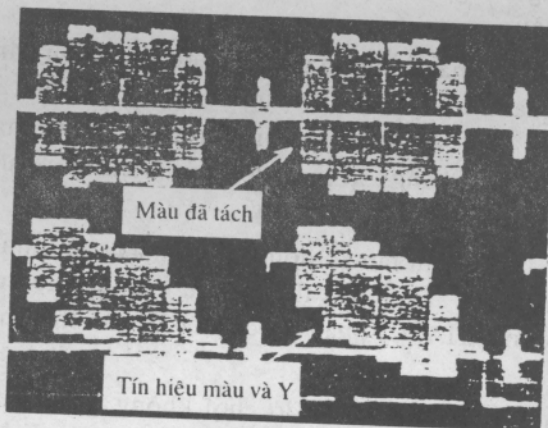
Việc chuyển phổ tín hiệu màu (C) được thực hiện bằng mạch trộn tần như trên hình 5.8. Các tần số sóng mang dưới màu  $f_{SC}$  trong hệ VHS và Betamax thu được bằng cách lấy hiệu hai tần số  $f_{SC} = 3,58$  MHz với tần số ngoại sai từ bộ dao động nội  $f_{ns} \approx 4,27$  MHz đối với Betamax và 4,21 MHz đối với VHS.



Hình 5.8. Sơ đồ khối mạch chuyển phổ (dưới màu) tín hiệu màu C.

Tín hiệu màu được tách khỏi tín hiệu video tổng hợp T như ảnh chụp trên oscilloscope ở hình 5.9a.

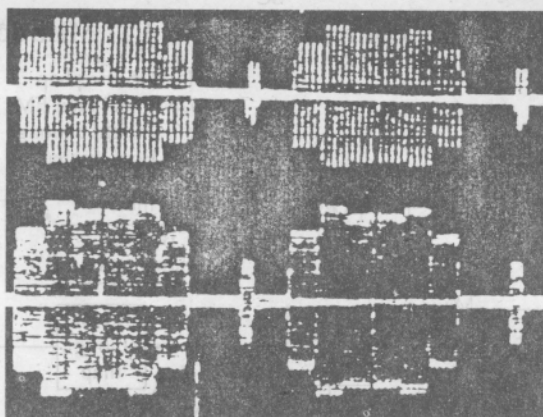
Hình 5.9b là dạng của tín hiệu màu đã chuyển phổ C' (trên) và tín hiệu màu nguyên thủy C (dưới).



Hình 5.9a. Màu được tách khỏi chói để xử lí.



Tín hiệu chói Y' và sắc màu C' sau khi xử lí được đưa đến bộ cộng, qua chuyển mạch đầu từ ghi trực tiếp lên băng. Việc ghi tín hiệu video tổng hợp đã xử lí T' tuân thủ nguyên lí đã xét trước đây trong chương 3.



Hình 5.9b. Tín hiệu màu đã chuyển phổ C' (trên) và tín hiệu màu nguyên thủy C (dưới).

### 5.3. VẤN ĐỀ SAI SỐ GỐC THỜI GIAN TRONG QUÁ TRÌNH GHI TÍN HIỆU VIDEO

Sự mất ổn định về cơ của đầu máy video trong khi ghi và tạo lại gây nên sai lệch về thời gian hay sai số gốc thời gian vốn xuất hiện trong các xung đồng bộ dòng, màn hình và màu. Bất kì sự sai lệch nào của xung đồng bộ đều gây ra nhảy hình theo chiều đứng, rung rinh, tiến, lui theo chiều ngang hay làm sai lệch sắc độ và độ bão hoà màu.

Nguyên nhân của sự mất đồng bộ gồm có : do sự co giãn băng video, sự thay đổi lực căng băng quanh trống đầu từ, sự mất đồng chỉnh của các đầu video trên trống (sai số góc nhị diện – dihedral error), sự ma sát giữa băng với đầu từ, sự rung cơ học của bản thân băng, sự thay đổi điều kiện môi trường làm tăng độ bám dính của băng vào các puli dẫn hướng.

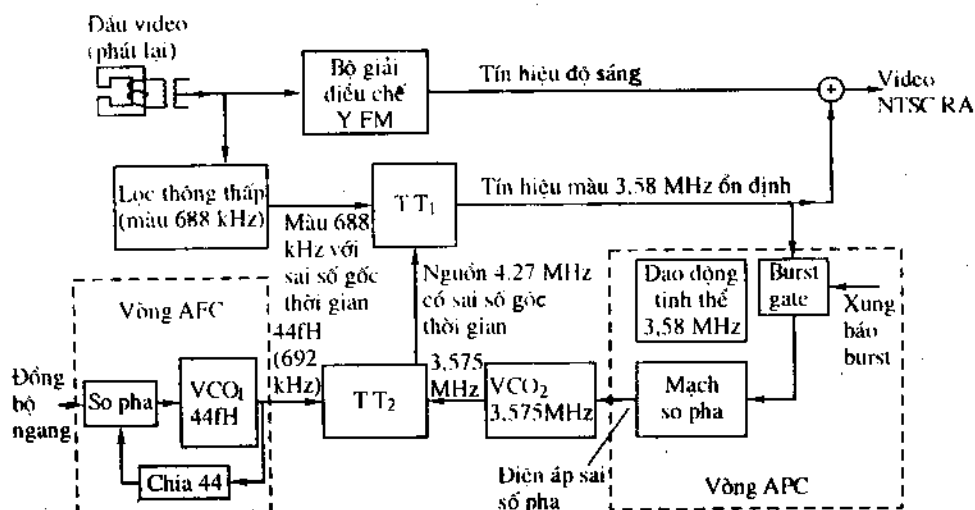
Mạch tự động điều chỉnh tần số dòng trong máy thu hình giữ vai trò quan trọng trong việc giảm bớt sai số này theo chiều ngang. Các mạch tự động điều chỉnh tần số quét dòng (H AFC) phải được thiết kế cẩn thận nhằm giảm bớt sự mất đồng bộ này.

Nói chung, sai số gốc thời gian độ chói không cần hiệu chỉnh trong các máy ghi hình dân dụng. Với điều kiện bình thường chúng nằm trong dung sai hiệu chỉnh ổn định của mạch quét trong máy thu hình.

Sai số gốc thời gian màu là nghiêm trọng hơn nhiều so với sai số quan sát được trong độ chói vì thế phải có mạch ổn định gốc thời gian ngay trong VCR.

Chức năng chính của mạch này là làm giảm sai số gốc thời gian tới mức có thể so sánh được với sự mất ổn định gốc thời gian của tín hiệu chói, nghĩa là sai số gốc thời gian màu phải bám sát các biến động gốc thời gian của độ sáng. Nhờ đó có thể đưa sự mất ổn định màu vào phạm vi điều chỉnh của các mạch sửa trong máy thu hình.

Hình 5.10 là một ví dụ về mạch ổn định sai số gốc thời gian trong VCR hệ Betamax.



**Hình 5.10.** Sơ đồ ổn định gốc thời gian đối với tín hiệu màu trong VCR hệ Betamax khi tạo lại.

Ở đây dùng hai mạch tự động điều chỉnh tần số sau : mạch tự động điều chỉnh tần số (AFC) như là sự điều chỉnh thô còn mạch tự động điều chỉnh (APC) như là mạch điều chỉnh tinh.

Tín hiệu màu được chuyển phổ từ 688 kHz lên 3,58 MHz nhờ bộ đổi tần được đưa về vòng khoá pha (PLL), ở đây nó gặp mạch chọn xung nhận dạng màu được lấy mẫu (burst). Xung burst gồm 6 + 8 chu kỳ của dao động 3,58 MHz và là tín hiệu đồng bộ màu phát đi từ đài phát hình để đồng bộ hoá mạch màu trong máy thu. Xung này đi qua cửa chọn burst bằng chuyển mạch đặc biệt. Tín hiệu nhận dạng màu qua mạch so pha, ở đây nó được so sánh với tín hiệu ra từ bộ dao động thạch anh ổn định 3,58 MHz. Mạch so pha phát hiện các thay đổi nhỏ về pha trong tín hiệu burst được tạo lại, đưa ra điện áp điều chỉnh sai số pha đối với bộ dao động điều khiển bằng điện áp (VCO<sub>2</sub>) 3,575 MHz. Bộ VCO<sub>2</sub> 3,575 MHz có chứa tín hiệu hiệu chỉnh sai pha màu nhỏ được đưa đến mạch trộn tần hai (TT<sub>2</sub>) kết hợp với tín