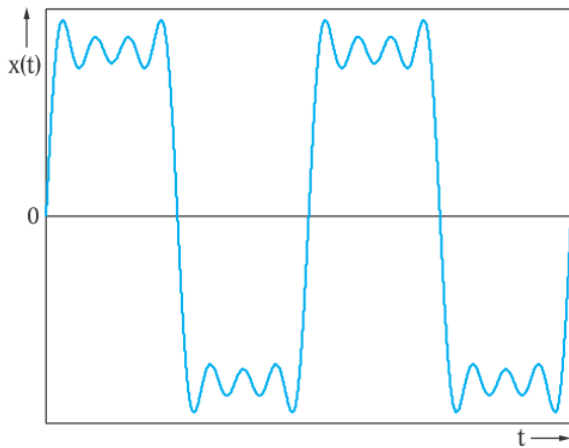


NỘI DUNG BÀI GIẢNG:

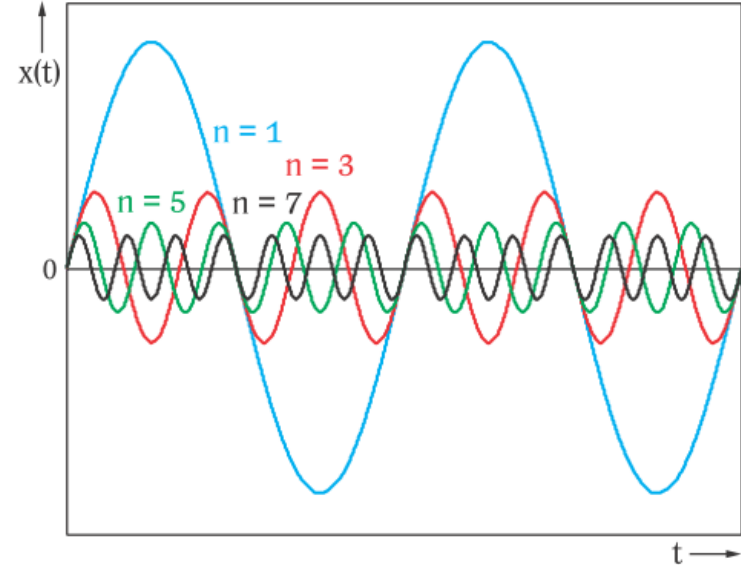
NGUYÊN LÝ CHUNG CỦA MÁY PHÂN TÍCH PHỔ SỬ DỤNG NGUYÊN LÝ TẠO PHÁCH (HETERODYNE)



Phổ tín hiệu (spectrum) là gì?

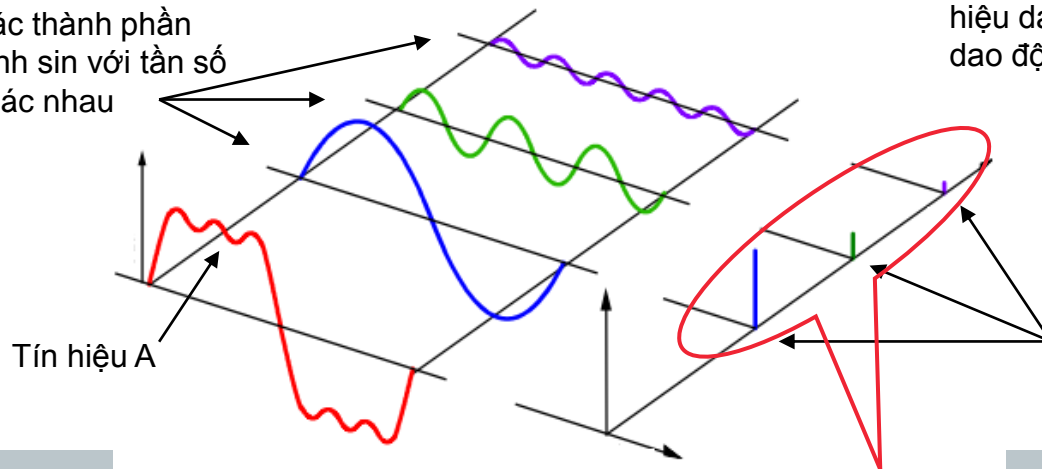


Một tín hiệu điện A không phải dạng hình sin biến đổi có chu kỳ T theo thời gian theo quy luật $A = x(t)$



Thực ra nó bao hàm các thành phần tín hiệu dạng hình sin có tần số và biên độ dao động khác nhau

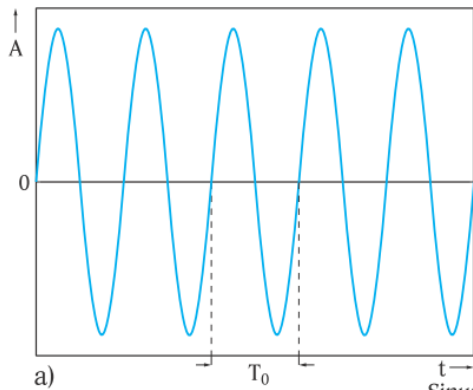
Các thành phần hình sin với tần số khác nhau



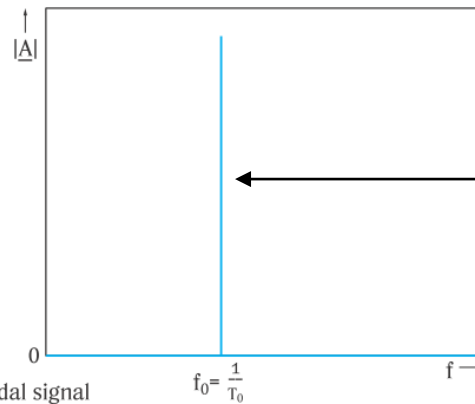
Khi biểu diễn trên miền tần số ta sẽ thấy được các thành phần tần số tách biệt của tín hiệu A

Phổ của tín hiệu A, biểu thị sự phân bố năng lượng của tín hiệu A theo từng thành phần tần số

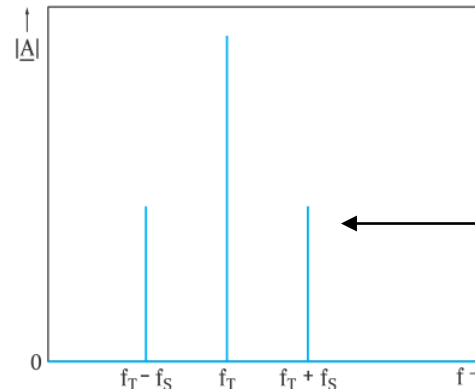
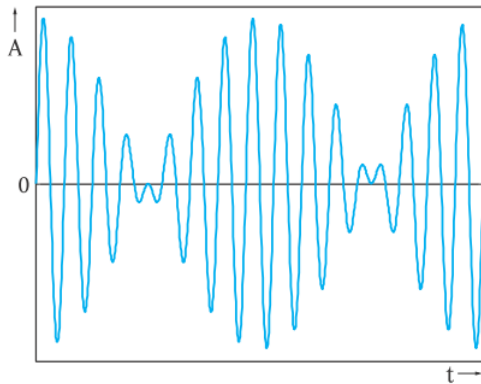
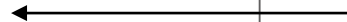
Phổ của một số dạng tín hiệu đặc biệt



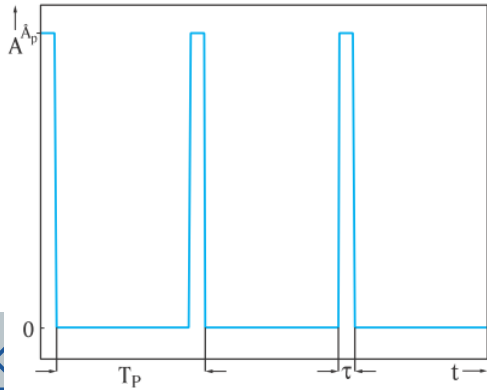
Sinusoidal signal



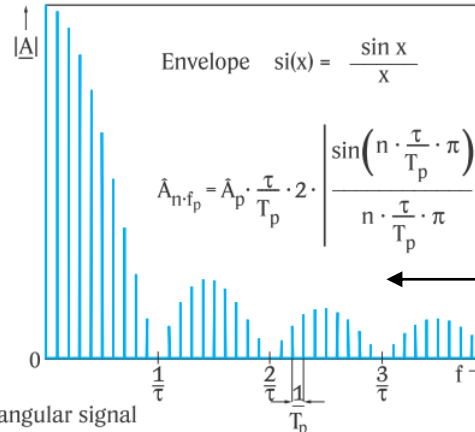
Phổ tín hiệu hình sin: là một vạch duy nhất



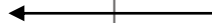
Phổ tín hiệu điều biên: gồm ba vạch phổ tách biệt



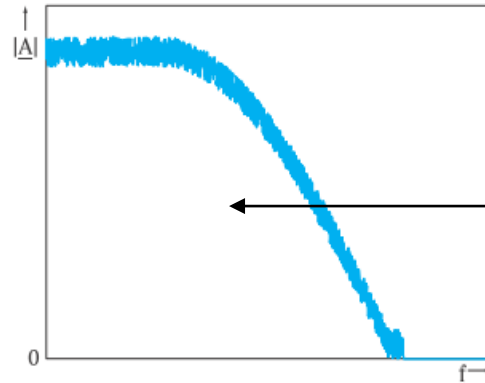
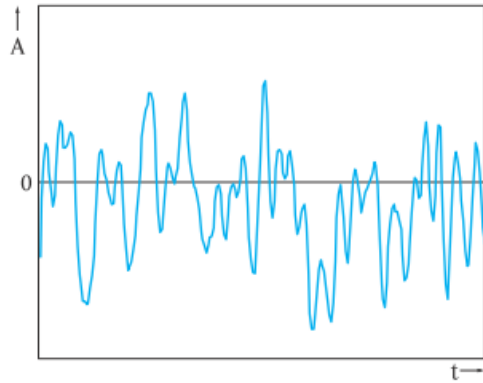
Periodic rectangular signal



Phổ tín hiệu xung có chu kỳ: gồm rất nhiều vạch phổ cách đều nhau

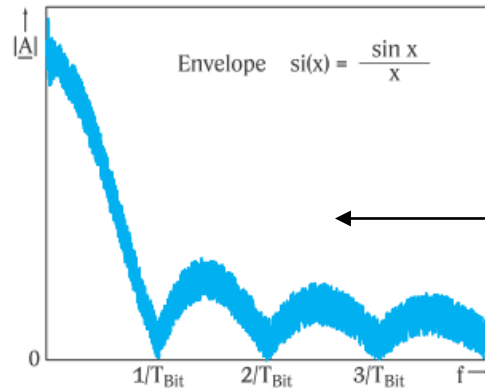
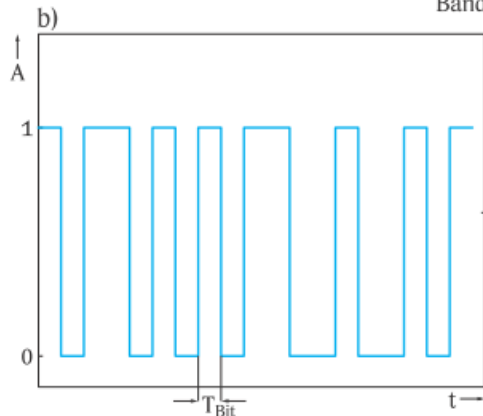


Phổ của một số dạng tín hiệu đặc biệt



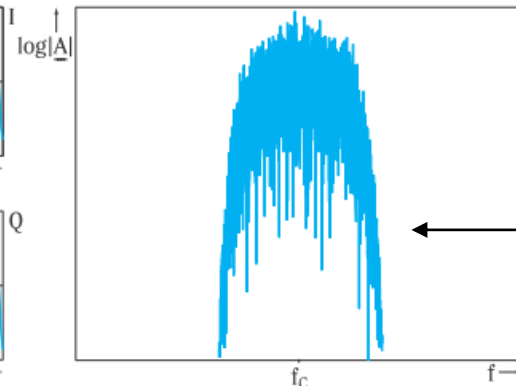
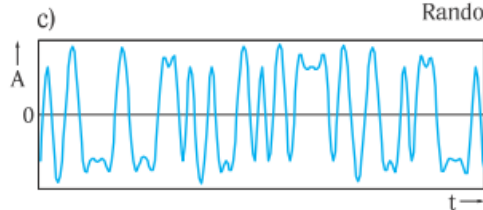
Phổ tạp âm băng hẹp: là một dải liên tục

Band-limited noise



Phổ của chuỗi bit ngẫu nhiên

Random bit sequence

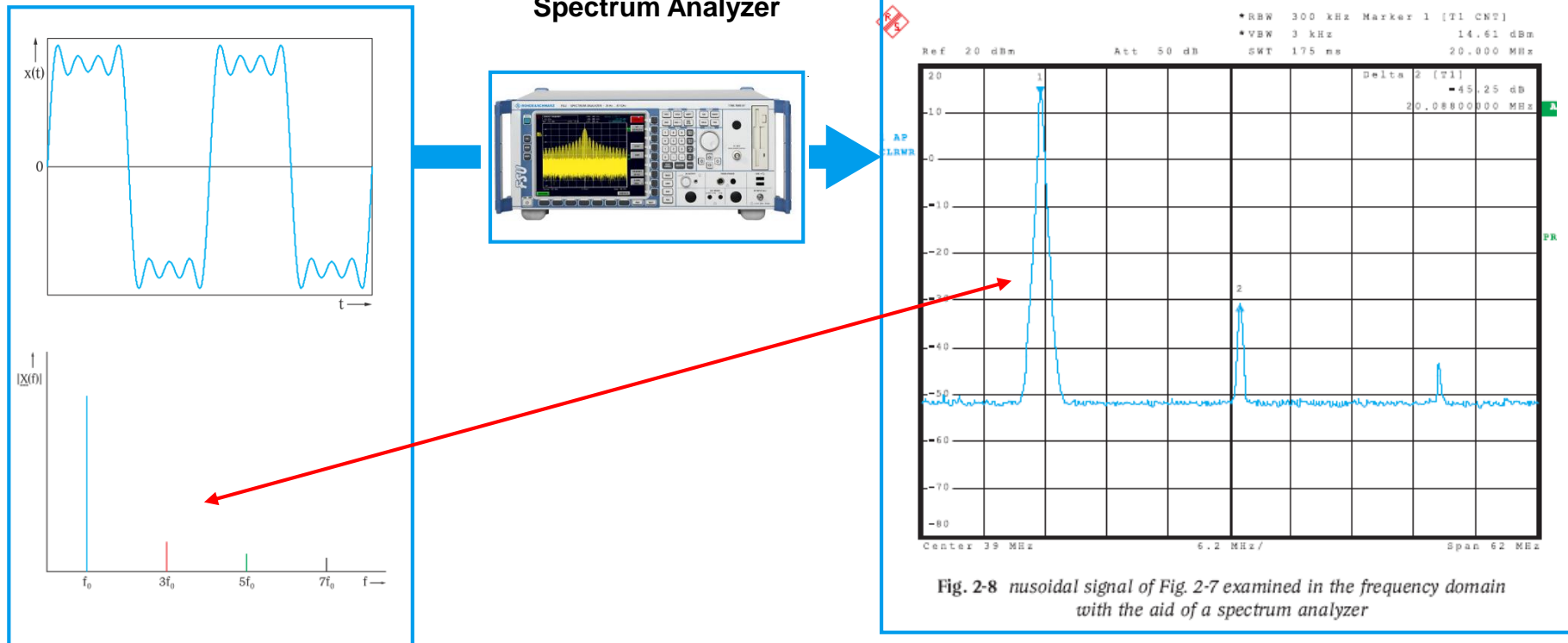


Phổ tín hiệu điều chế số QPSK

QPSK signal

Máy phân tích phổ (Spectrum Analyzer)

Sự phân bố năng lượng của tín hiệu theo từng thành phần tần số có thể được phân tích bằng một loại công cụ đo lường được gọi là “Máy phân tích phổ” (Spectrum Analyzer, gọi tắt là SPA)



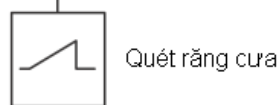
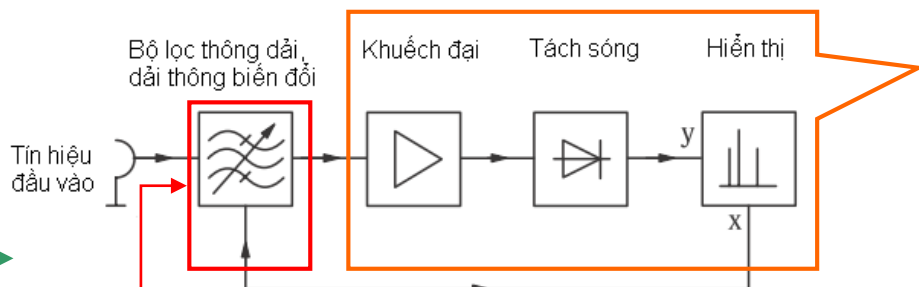
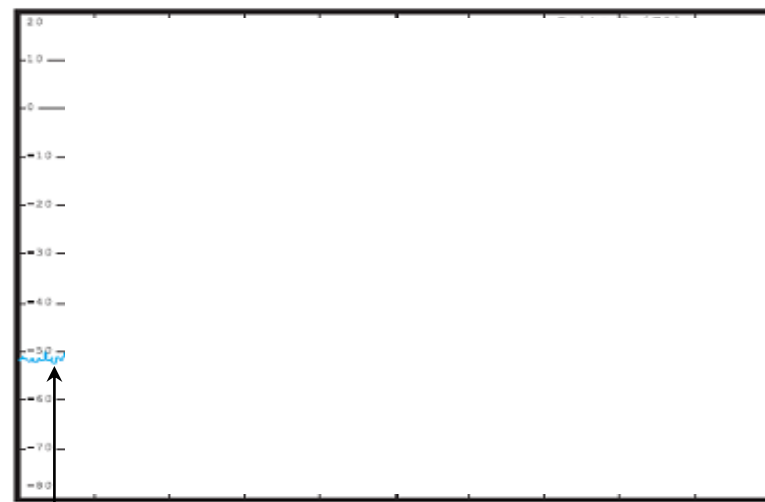
Sơ lược về máy phân tích phổ (SPA)

- Để thực hiện việc hiển thị phân bố năng lượng của tín hiệu trên miền tần số, cho đến nay, người ta sử dụng chủ yếu hai phương pháp sau:
 - Biến đổi Fourier (FFT)
 - Sử dụng nguyên lý tạo phách (heterodyne)
- Phương pháp biến đổi Fourier cũ là có một số nhược điểm khó khắc phục như: sai số lượng tử hóa, hạn chế băng thông của bộ chuyển đổi Tương tự - Số (ADC), không phân tích được tín hiệu xung hẹp và chỉ phù hợp khi phân tích tín hiệu có tần số thấp.
- Hầu hết các thiết bị phân tích phổ hiện đại đều hoạt động theo nguyên lý tạo phách nhằm khắc phục hầu hết các nhược điểm nói trên của nguyên lý FFT.
- Phần miêu tả sau đây sẽ tham chiếu đến các máy phân tích phổ sử dụng nguyên lý tạo phách (heterodyne)

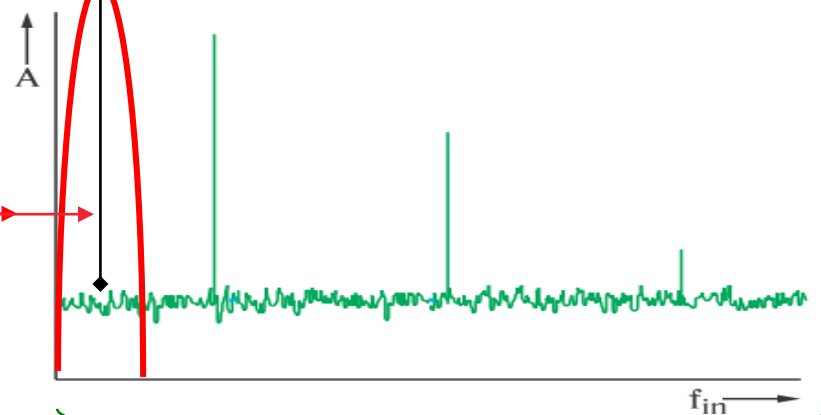
Nguyên lý chung

Trước khi đi vào nguyên lý làm việc của SPA, chúng ta cùng xem xét nguyên lý làm việc của một thiết bị phân tích phổ **(giả định)** sử dụng bộ lọc thông dải có tần số trung tâm thay đổi được, bản chất của nguyên lý này là sự chia nhỏ dải tần và xử lý hiển thị lần lượt.

Hiển thị phổ tín hiệu lần lượt




Thay đổi tần số trung tâm của bộ lọc, đồng bộ với việc quét màn hình hiển thị để lựa chọn dải tần số được phân tích, dải tần này trùng với dải thông của bộ lọc tại mỗi thời điểm



Tín hiệu cao tần dải rộng được đưa vào máy phân tích phổ



Nguyên lý chung

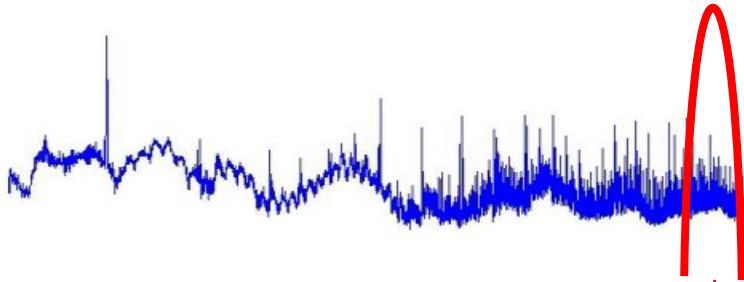
- Các điểm đáng chú ý trong nguyên lý làm việc của thiết bị giả định nói trên là:
 1. Tín hiệu đầu vào dải rộng được chia nhỏ thành các dải hẹp để phân tích và hiển thị lần lượt.
 2. Việc chia nhỏ dải tần được thực hiện bởi chức năng thay đổi tần số trung tâm của bộ lọc, việc thay đổi được điều khiển bởi khối tạo tín hiệu quét
 3. Khi dải thông của bộ lọc tăng lên có nghĩa là số lượng dải hẹp sẽ ít đi, độ rộng mỗi dải tăng lên, mức tạp âm nội tại của thiết bị cũng tăng. Tuy nhiên theo nguyên lý giả định này, dải thông của bộ lọc trên mỗi thiết bị là không đổi (là giá trị tuyệt đối)
 4. Độ rộng dải thông của bộ lọc được gọi là “Băng thông phân giải” (Resolution Bandwidth, viết tắt là RBW). 
 5. Dải thông của bộ lọc càng tăng đối với máy phân tích phổ có dải tần số cao hơn.



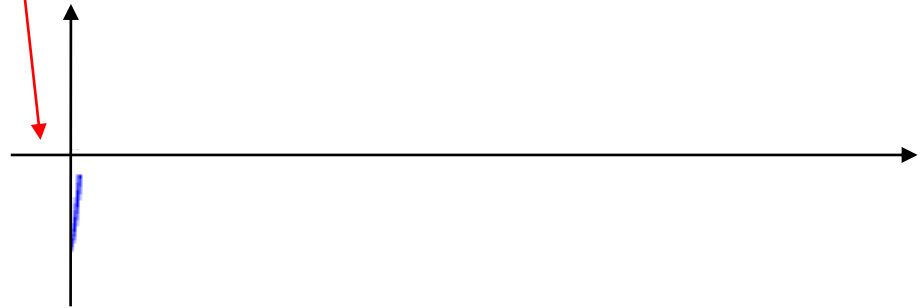
Nguyên lý chung

- Giả thiết rằng: Nếu giữ nguyên tần số trung tâm của bộ lọc và cho phép toàn bộ dải tần số của tín hiệu đầu vào dịch chuyển qua bộ lọc thì:
 - Tín hiệu thu được ở đầu ra bộ lọc là gì?
 - Làm thế nào để đưa được các tín hiệu cao tần ở các tần số khác nhau qua bộ lọc?

Muốn đưa các thành phần tần số khác nhau qua bộ lọc, chúng ta phải chuyển đổi chúng về một tần số duy nhất trùng với tần số trung tâm của bộ lọc -> Sử dụng bộ trộn tần

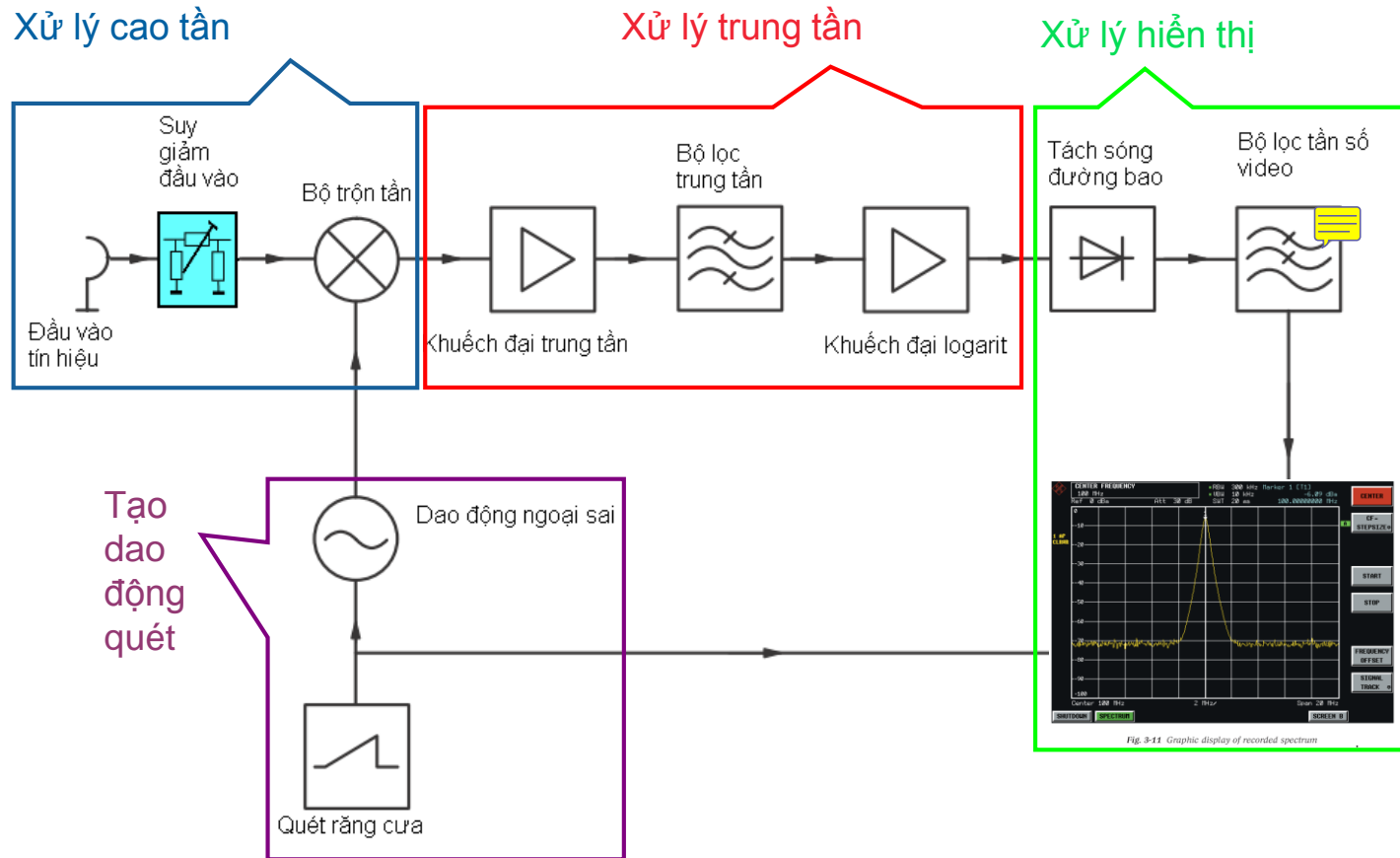


Khi đó, tín hiệu đi qua bộ lọc có tần số không đổi và biên độ thay đổi theo biên độ của các thành phần tần số khác nhau từ tín hiệu đầu vào bộ lọc -> Dạng tín hiệu điều biên



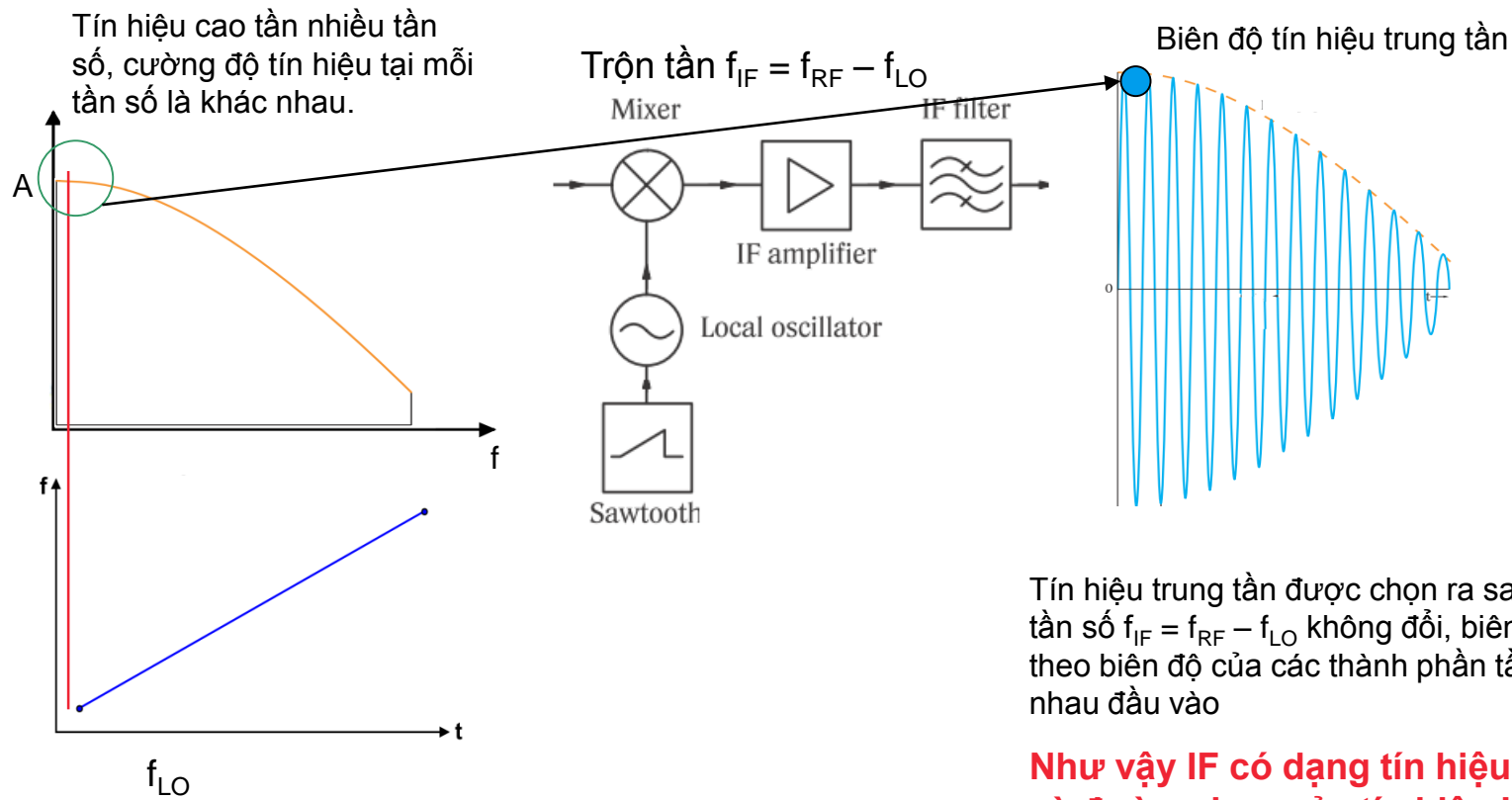
Sơ đồ khối cơ bản của máy phân tích phổ

Một máy phân tích phổ hoạt động theo nguyên lý tạo phách có sơ đồ khối chức năng như sau:



Xử lý cao tần và trung tần

- Tần số tín hiệu đầu vào được chuyển đổi xuống trung tần trùng với tần số trung tâm của bộ lọc trung tần (IF filter) bằng cách sử dụng bộ trộn tần với bộ tạo dao động ngoại sai (LO).
- Tần số dao động LO thay đổi được trên phạm vi rộng, do đó toàn bộ dải tần số cần phân tích có thể được chuyển xuống cùng một tần số trung tần (IF)



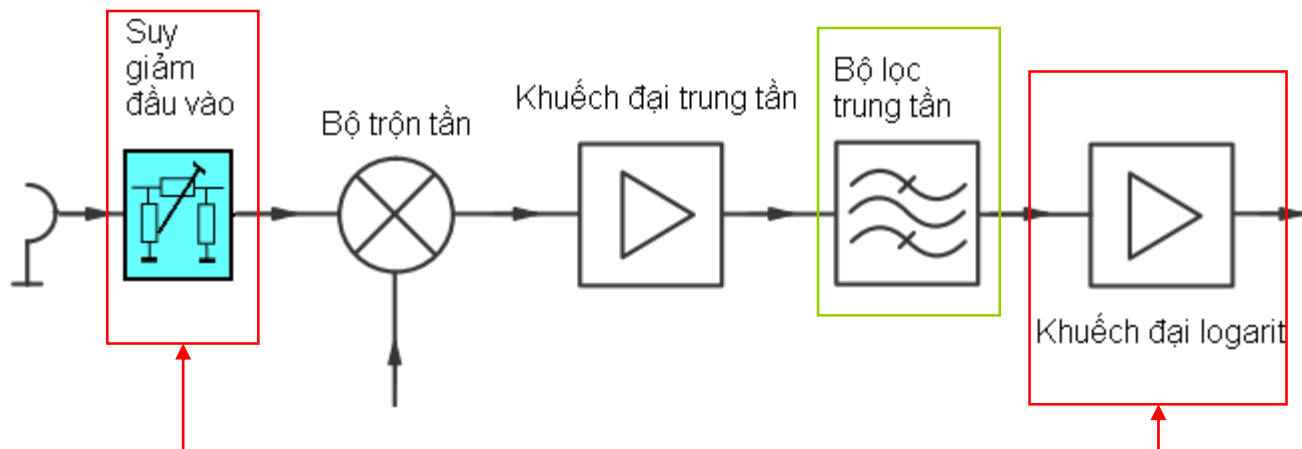
Tín hiệu trung tần được chọn ra sau bộ lọc, có tần số $f_{IF} = f_{RF} - f_{LO}$ không đổi, biên độ thay đổi theo biên độ của các thành phần tần số khác nhau đầu vào

Như vậy IF có dạng tín hiệu điều biên và đường bao của tín hiệu IF có cùng dạng với phổ của tín hiệu đầu vào!!!

Xử lý trung tần

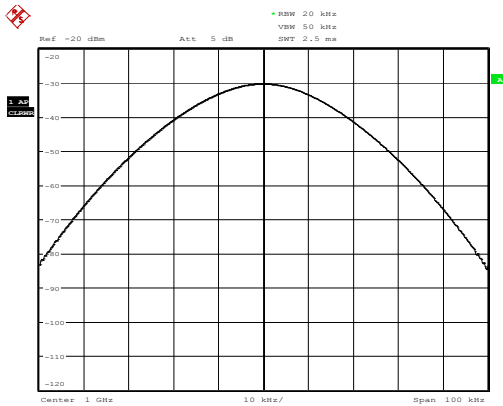
■ Phần xử lý trung tần:

- Quyết định độ phân giải băng thông (Resolution bandwidth) bởi độ rộng dải thông của bộ lọc trung tần.
- Khuếch đại tín hiệu trung tần bởi bộ khuếch đại logarit để bù lại phần tín hiệu bị suy giảm bởi Bộ suy giảm đầu vào.

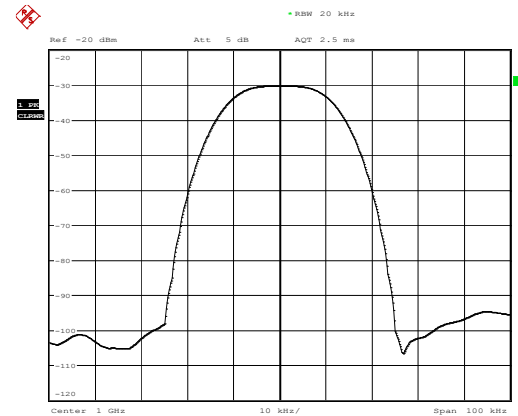


Xử lý trung tần

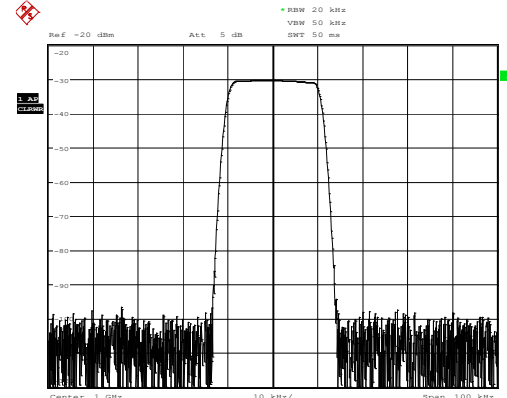
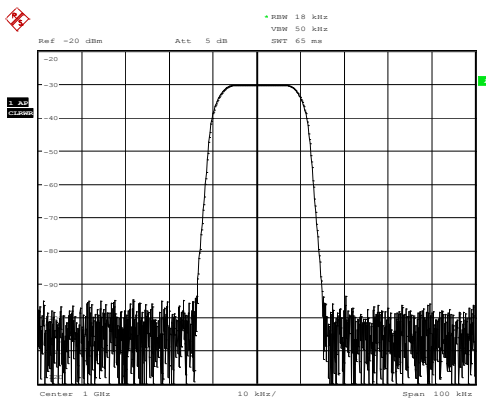
- Máy phân tích phổ thường được tích hợp sẵn các dạng bộ lọc trung tần khác nhau, tương thích với từng loại tín hiệu được đưa vào phân tích



Date: 12-17-14
Bộ lọc Gaussian (Chế độ mặc định)



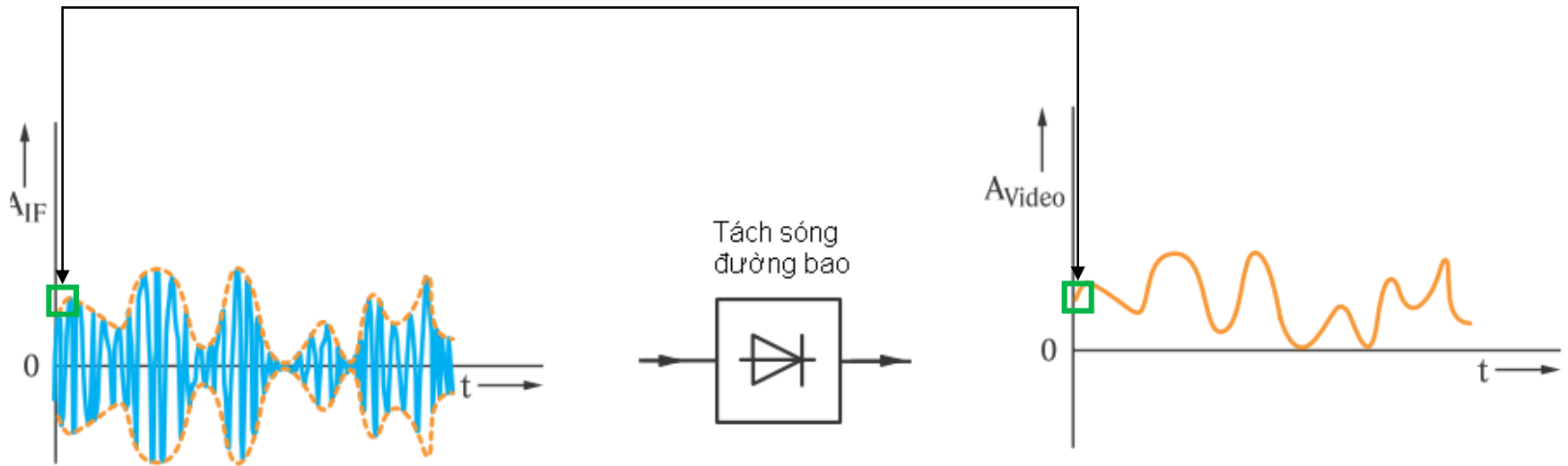
Date: 12-17-14
Bộ lọc FFT



Date: 7-17-14
Bộ lọc kênh

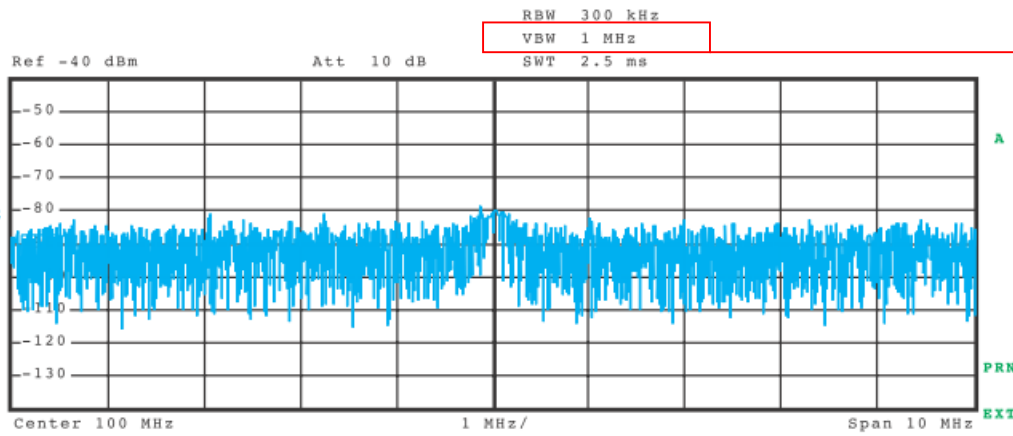
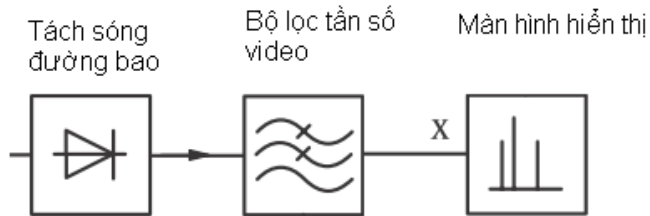
Tách sóng video và lọc video

- Như đã làm rõ ở trên, thông tin về mức của tín hiệu cao tần đầu vào được hàm chứa trong sự biến đổi về biên độ của tín hiệu trung tần IF.
- Để tách lấy thông tin này, máy phân tích phổ sử dụng một bộ lọc thông thấp (bộ tách sóng đường bao)

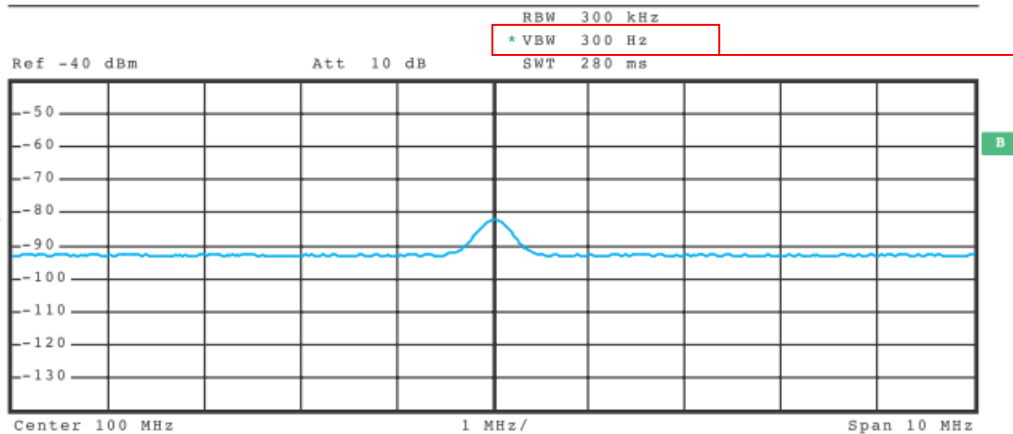


- Sau bộ tách sóng đường bao, máy sử dụng bộ lọc video để xác định băng thông video (VBW), đây là bộ lọc thông thấp nhằm loại bỏ tạp âm khỏi tín hiệu đường bao đã tách sóng, làm “mịn” vạch phổ và ổn định giá trị hiển thị.

Lọc video



Với bộ lọc Video dải thông 1 MHz, tín hiệu được hiển thị kèm nhiều tạp

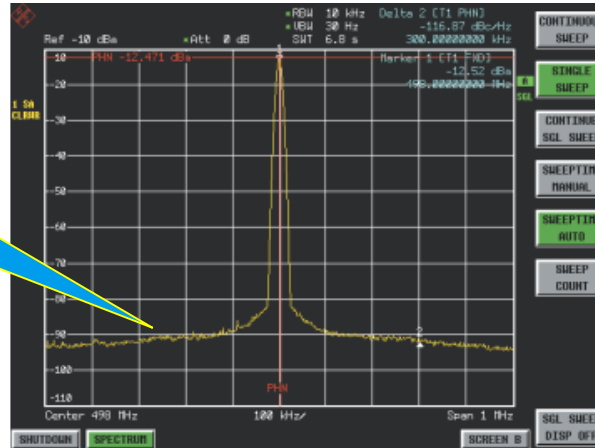


Với bộ lọc Video dải thông 300 Hz, tín hiệu được hiển thị ổn định với rất ít tạp

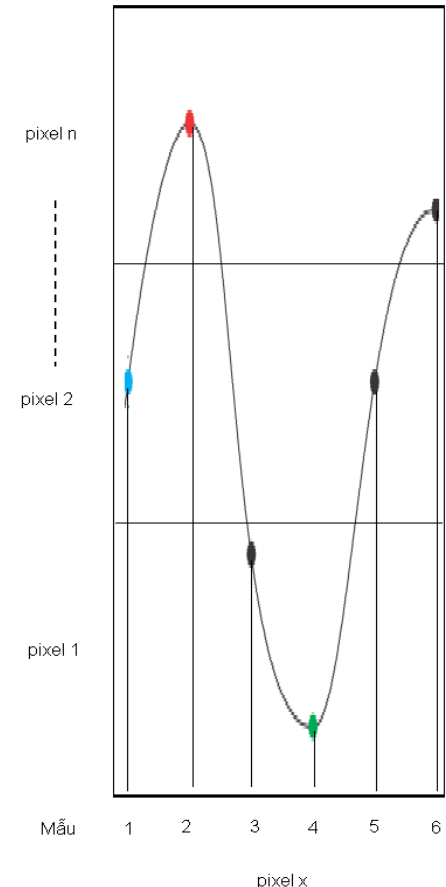


Hiển thị kết quả

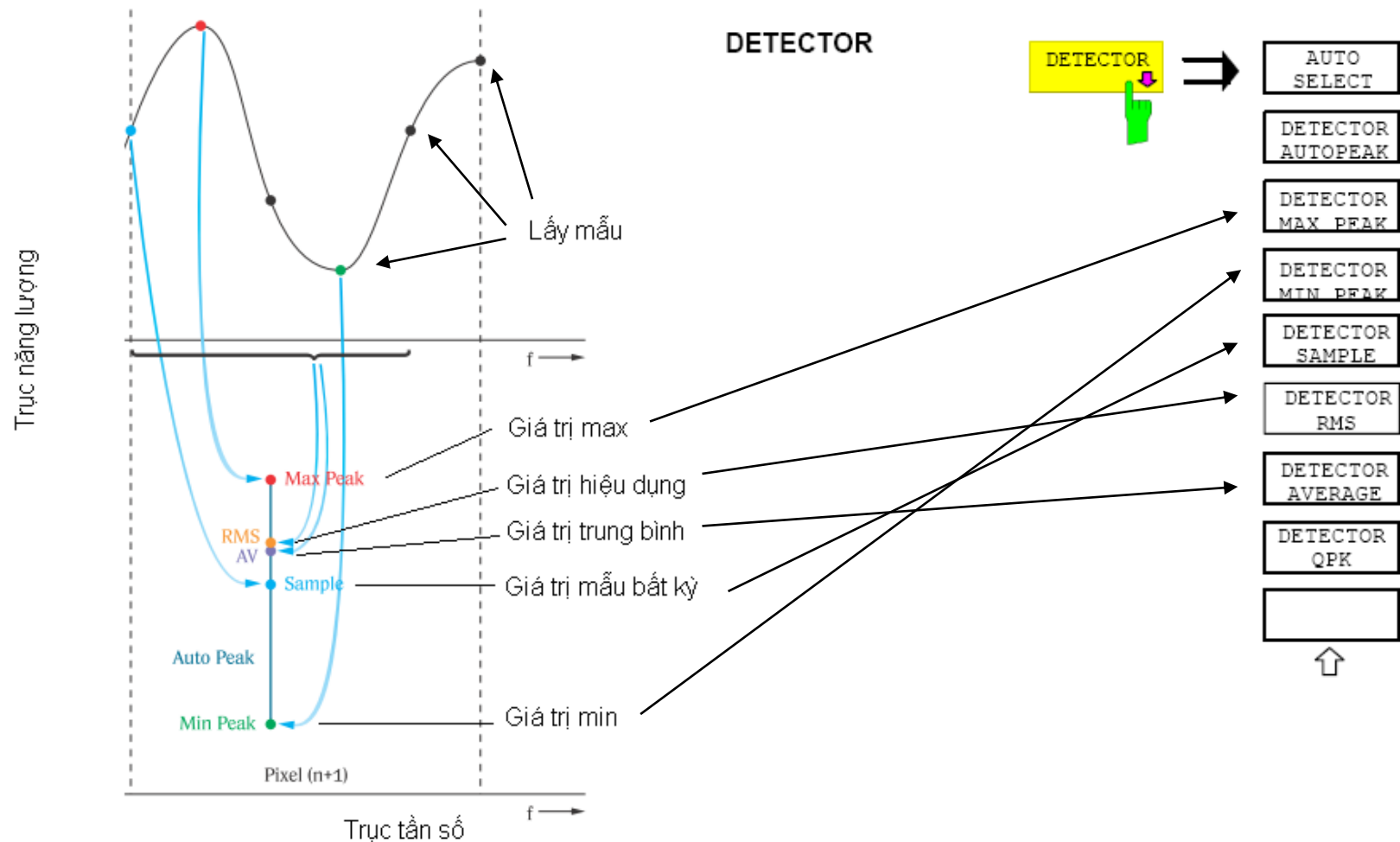
Theo chiều dọc chỉ có một điểm ảnh phát sáng (vàng) để chỉ thị một giá trị năng lượng duy nhất



- Máy phân tích phổ hiện đại sử dụng màn hình LCD thay cho CRT, điều này làm cho độ phân giải của màn hình bị giới hạn với một số lượng điểm ảnh nhất định theo cả chiều ngang và chiều dọc.
- Khi phân tích phổ tín hiệu dải tần rộng, một điểm ảnh theo chiều ngang (trục tần số) sẽ chứa thông tin về năng lượng khác nhau của nhiều thành phần tần số liên tiếp nhau nằm trong phạm vi của điểm ảnh đó.
- Trong khối hiển thị, máy phân tích phổ sẽ tiến hành lấy mẫu trên tín hiệu video ở đầu ra bộ lọc video. Khi đó với mỗi điểm ảnh sẽ chứa thông tin của M mẫu được lấy, (ví dụ $M = 6$ như hình vẽ)
- Theo chiều dọc, chỉ có một trong N điểm ảnh phát sáng để chỉ thị 1 giá trị năng lượng duy nhất, vậy điểm ảnh đó sẽ lựa chọn thế nào giữa M giá trị mẫu khác nhau?
- Máy phân tích phổ cho phép người sử dụng tự lựa chọn trong M mẫu đó để hiển thị, tất nhiên kết quả hiển thị sẽ khác nhau và phù hợp với từng phép đo khác nhau.



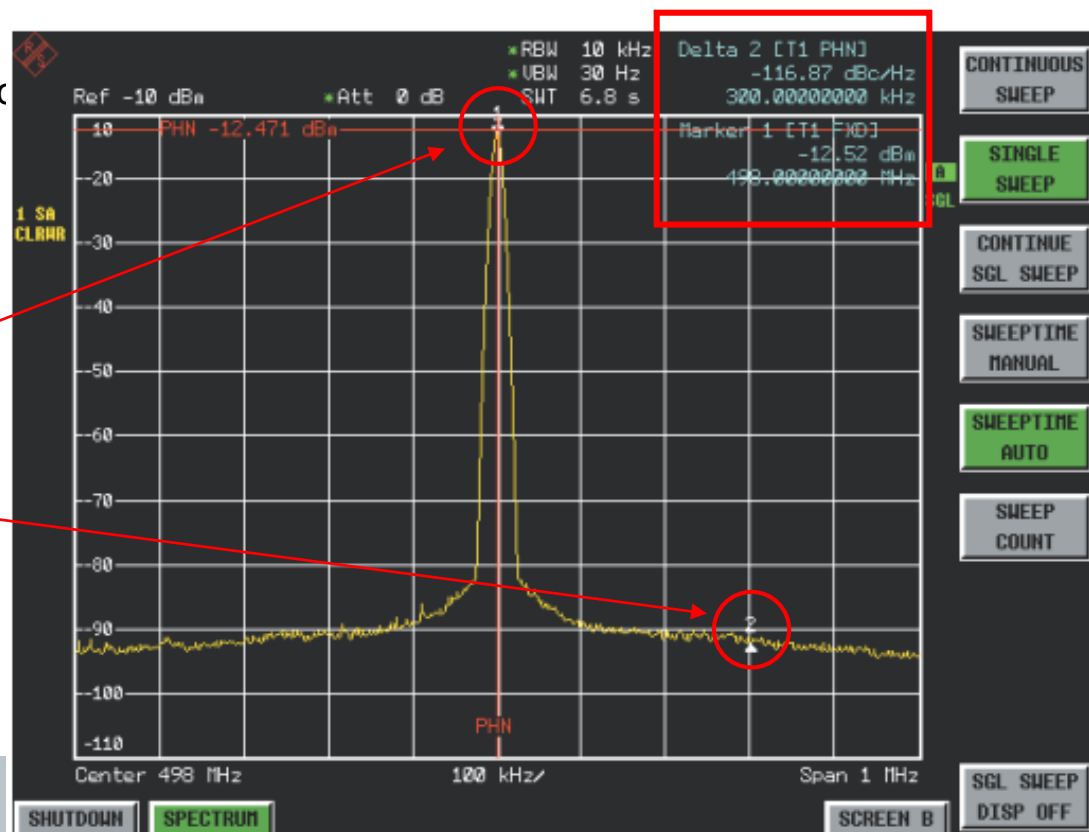
Lựa chọn DETECTOR để xác định giá trị hiển thị



Tùy theo ứng dụng, máy phân tích phổ sẽ xác định giá trị năng lượng hiển thị theo mỗi dạng DETECTOR được lựa chọn

Marker

- Marker là công cụ rất hữu dụng trên máy phân tích phổ, chúng cho phép chỉ thị các giá trị tần số và mức tại mỗi điểm trên vạch phổ.
- Giới hạn về độ phân giải của màn hình quyết định đến độ chính xác của kết quả hiển thị
- Ngoài ra, marker còn cho phép hiển thị độ sai khác nhau về tần số và mức giữa hai điểm bất kỳ trên vạch phổ (delta marker)
- Các máy phân tích phổ hiện đại có thể đo độ lệch pha






đo

Marker M1

Marker delta

Các tham số quan trọng của một máy phân tích phổ

1. Dải tần số - FREQUENCY RANGE 
2. Nền tạp (độ nhạy) – DANL
3. Mức tham chiếu cao nhất – REF LEVEL 
4. Băng thông phân giải - RBW 
5. Băng thông video - VBW
6. Thời gian quét – SWEEP TIME
7. Các dạng Detector
8. Dải động – DYNAMIC RANGE
9. Chức năng đo của các Marker

