Chương 1

GIỚI THIỆU VỀ KỸ THUẬT AUDIO

1.1. ÂM THANH

1.1.1. Bản chất vật lý của âm thanh

a) Khái niệm về âm thanh

+ Âm thanh là một loại *sóng cơ* do các vật thể rung động (dao động) tạo ra, *truyền* tới tai người nghe thông qua *môi trường đàn hồi*.

+ Môi trường truyền âm thanh thường là *không khí*, một số chất khí, lỏng, rắn khác (âm thanh không truyền trong chân không).

+ Âm thanh, trên đường truyền, nếu gặp vật cản, sẽ:

* *Phản xạ* trở lại.

* *Truyền qua* (khúc xạ, nhiễu xạ).

* Bị *hấp thụ* (biến thành nhiệt).

b) Đặc tính âm thanh

- *Vận tốc truyền âm*

+ Trong không khí, âm thanh truyền với vận tốc c khoảng *340 m/s*, truyền đến đâu sẽ làm cho áp suất không khí (*thanh áp*) dao động đến đó.

+ Vận tốc truyền âm trong không khí phụ thuộc nhiệt độ T:

$$c = 328\sqrt{\frac{T(^0K)}{273^0K}} \quad \text{(m/s)}$$

- *Thanh áp*

+ Thanh áp: $p = p_{\sim} - p_0$ (N/m^2)

+ Mức thanh áp: $p = 20\lg\frac{p}{p_0}$ (dB)

+ Dải thanh áp: $p = 2.10^{-5}(p_0) \div 20$ N/m^2

$p = 0 \div 120$ dB

- *Dải âm tần*

+ *Tần số f:* số lần dao động trong 1 giây (Hz)

+ *Chu kỳ T:* thời gian của một dao động $T = 1/f$ (s)

+ *Bước sóng λ:* khoảng lan truyền của âm thanh tương ứng với 1 chu kỳ:

$\lambda = cT = c/f$ (m)

- *Vận tốc dao động*

+ Công thức: $v = \frac{p}{\rho_0 c_0}$

+ Trong đó: ρ_0 = khối lượng riêng của không khí (0,00128 mg/cm^3).

c_0 = vận tốc truyền âm ở điều kiện tiêu chuẩn (20^{0}C)

+ Dải vận tốc dao động: $v = 25.10^{-7} \div 0{,}25$ m/s.

- *Công suất âm thanh*

+ Công suất âm thanh là năng lượng âm thanh lan truyền trong một đơn vị thời gian qua một diện tích bề mặt S vuông góc với hướng lan truyền:

+ Công thức: $P_a = p.v.S$ (W)

- *Cường độ âm thanh (hay thanh lực)*

+ Cường độ âm thanh (hay thanh lực) là công suất âm thanh trên một đơn vị diện tích.

+ Công thức: $I = \frac{P_a}{S} = p.v = \frac{p^2}{\rho_0 c_0}$ (W/m^2)

+ Dải cường độ âm thanh: $I = 10^{-12} \div 1$ W/m^2

- *Dạng sóng âm thanh*

+ Âm *đơn*: có dạng hình sin →chỉ có 1 thành phần tần số.

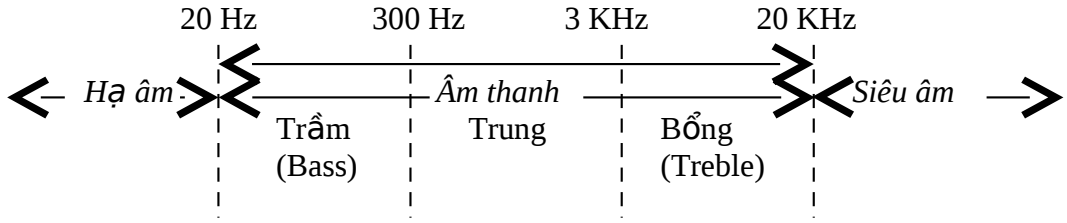
+ Âm *phức*: có dạng không sin →có nhiều thành phần tần số (tần số cơ bản và hài tần). Tập hợp các thành phần tần số này được biểu diễm dưới dạng *phổ tần*.

1.1.2. Cảm thụ âm thanh của tai người

a) Cảm thụ về tần số

+ Cảm thụ về tần số thể hiện ở *độ cao (pitch)*.

+ *Dải âm tần* nghe thấy: dải tần số âm thanh tai người có thể cảm nhận được: thường lấy từ 20Hz đến 20KHz.



+ Đối với tiếng nói con người:

* Khoảng tập trung của tiếng nói: 80 Hz ÷ 2.000 Hz.

* Tần số trung tâm: trong khoảng 70 ÷ 450 Hz

(Nam: khoảng 145 Hz, Nữ: 230 Hz)

* Dải âm tần hiện dùng trong điện thoại: 300 ÷ 3.400 Hz.

+ Đối với âm nhạc: Thí dụ về tần số của các nốt trong octave (bát độ = quãng tám) 3:

Si2	Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do4	
247	262	294	300	349	392	440	494	524	(Hz)

(octave: khoảng thay đổi độ cao khi f thay đổi 2 lần; dải âm tần có khoảng 10 octave).

b) Cảm thụ về biên độ (của thanh áp p hay vận tốc dao động v):

+ Cảm thụ về biên độ thể hiện ở *độ lớn (loudness)* thường được gọi là *âm lượng (volume).*

+ Tai người chỉ có thể cảm thụ được 1 dải biên độ giới hạn giữa *ngưỡng nghe thấy* (biên độ nhỏ nhất mà tai nghe thấy được) và *ngưỡng chói tai* (biên độ lớn nhất mà tai còn chịu đựng được).

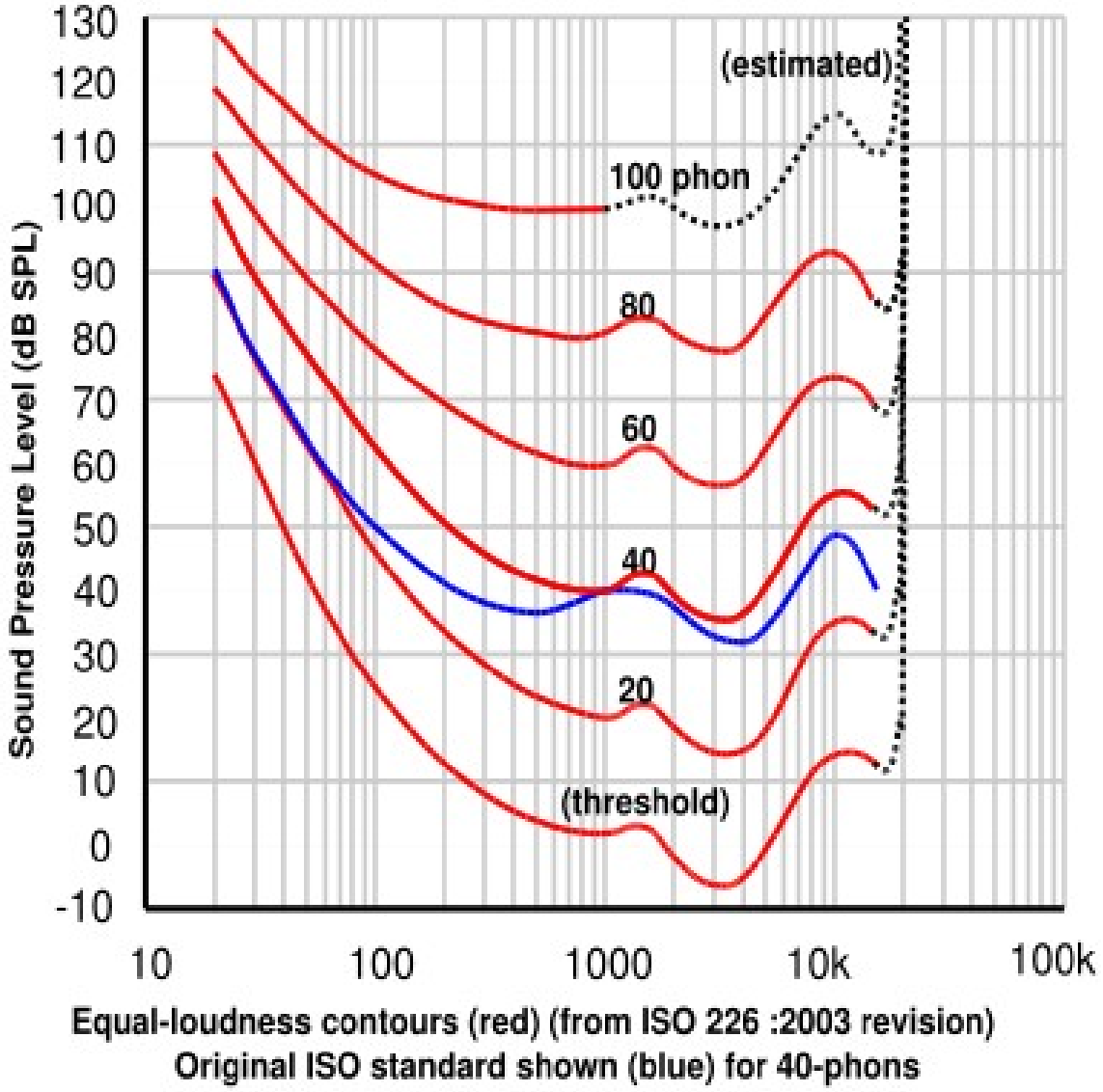
+ Độ lớn (hay âm lượng) không chỉ phụ thuộc biên độ, mà còn phụ thuộc tần số.

+ Mỗi lần biên độ âm thanh tăng 10 lần lại tạo ra cảm giác tăng âm lượng lên những khoảng bằng nhau. Vì vậy, ta định nghĩa *mức âm lượng (level):*

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \left(\frac{p}{p_0}\right)^2 = 20 \lg \frac{p}{p_0}$$

+ Khoảng cách giữa ngưỡng nghe thấy và ngưỡng chói tai là 120 dB:

L = 0 dB (nghe thấy) ÷ 120 dB (chói tai).



c) Cảm thụ về dạng sóng:

+ Hai âm thanh nếu có biên độ bằng nhau, tần số cơ bản bằng nhau nhưng dạng sóng khác nhau thì sẽ có các thành phần hài tần khác nhau.

+ Cảm thụ về dạng sóng (hay hài tần) thể hiện ở *âm sắc (timbre)*, tức là sắc thái của âm thanh.

Đại lượng vật lý của âm thanh	**Biên độ**	**Tần số (Tần số cơ bản)**	**Dạng sóng (hay hài tần)**
Cảm thụ của tai	Độ lớn (âm lượng)	Độ cao	Âm sắc

d) Một số hiệu ứng cảm thụ khác của tai người:

+ Hiệu ứng 2 tai: định hướng được nguồn âm.

+ Hiệu ứng stereo / surround: cảm thụ bằng hai tai đối với 2 hay nhiều nguồn âm thanh tương quan với nhau.

+ Hiệu ứng lấn át / che lấp (masking): âm thanh lớn sẽ che lấp các âm thanh nhỏ hơn, nếu 2 âm thanh này kế cận nhau về mặt tần số hoặc về mặt thời gian)

+ Quán tính thính giác.

+ Hiệu ứng nghe quen tiếng mẹ đẻ…

1.2. TÍN HIỆU AUDIO

1.2.1. Dạng sóng (waveform) tín hiệu audio

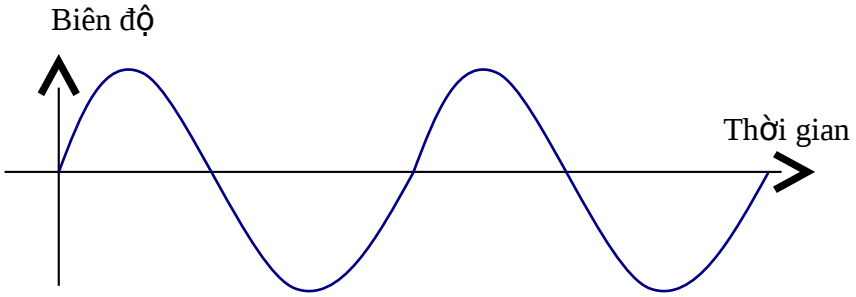
+ Micrô biến đổi âm thanh (sự thay đổi thanh áp theo thời gian) thành một điện áp hay dòng điện biến thiên theo thời gian, mang thông tin về âm thanh, gọi là *tín hiệu audio (audio signal)* hay *tín hiệu âm tần.*

+ Tín hiệu audio thuộc loại tín hiệu *tương tự (analog)*, nghĩa là:

* Được xác định ở bất cứ thời điểm nào (liên tục về thời gian).
* Có thể có vô hạn các giá trị tức thời khác nhau (liên tục về biên độ).

+ Tín hiệu audio thường thuộc loại tín hiệu *tuần hoàn* (có chu kỳ lặp lại)

+ Dạng sóng tín hiệu audio (trong miền thời gian) có thể được quan sát bằng Oscilloscope (Dao động ký).



1.2.2. Phổ tần (spectrum) tín hiệu audio

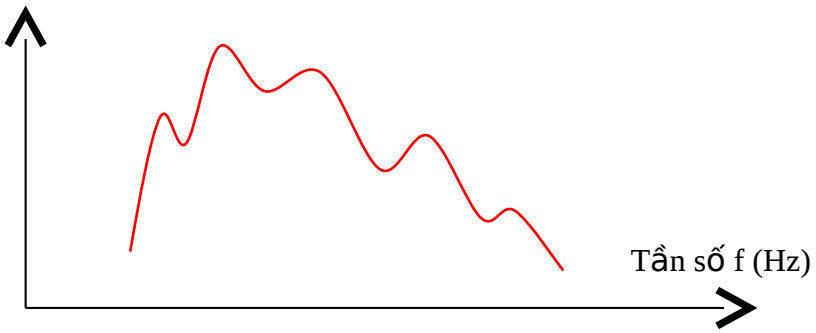
+ Phổ tần của tín hiệu audio (theo phép biến đổi Fourrier) thể hiện các thành phần tần số của các dao động hình sin có trong tín hiệu audio:

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(t).e^{-j\omega t}dt$$

Trong đó ω = 2πf và φ(t) là tín hiệu audio.

+ Phổ tần tín hiệu audio (trong miền tần số) có thể được quan sát bằng máy phân tích phổ (spectrum analyser).

+ Lưu ý: tai người chính là một bộ biến đổi Fourrier, phân tích được các tần số có trong tín hiệu audio.



1.2.3. Một số thông số chất lượng của tín hiệu audio

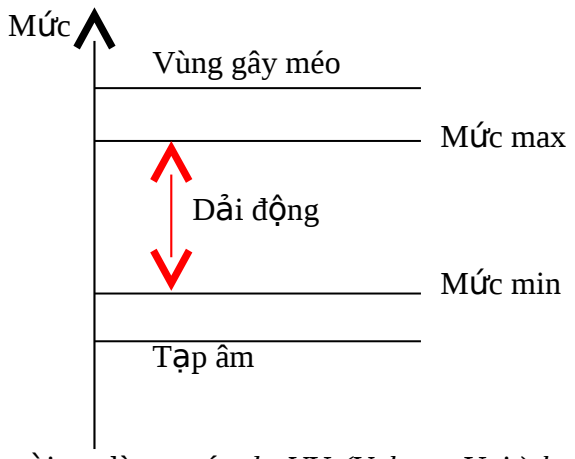
a) Mức tín hiệu (signal level)

+ *Mức* tín hiệu biểu thị *biên độ* tín hiệu, thường được tính bằng dB.

+ Mức tín hiệu thường thay đổi trong *dải động (dynamic range)* giới hạn bởi mức lớn nhất và mức nhỏ nhất.

+ Nếu chỉnh sai mức, sẽ ảnh hưởng đến chất lượng âm thanh:

* Mức lớn quá → tăng *độ méo phi tuyến.*
* Mức nhỏ quá → *S/N* nhỏ (nhiều tạp âm).



+ Để đo mức, người ta dùng *máy đo VU (Volume Unit) hay PPM (Peak Program Meter)*.

+ Mức tín hiệu tuyệt đối:

$$L\ (dBu) = 20\lg\frac{U}{0{,}775V}$$ với U là điện áp tín hiệu audio.

+ Mức tín hiệu tương đối:

$$L\ (dBr) = 20\lg\frac{U}{U_{ref}}$$ với U_{ref} là điện áp chuẩn.

+ Tính toán đơn giản với mức:

Cộng, trừ (theo dB)	-20	0	1	3	6	10	14	17	20	40
Nhân, chia (theo lần)	0,1	1	1,1	1,4	2	3	5	7	10	100

b) Méo tuyến tính (Linear Distortion)

+ Tín hiệu audio khi đi qua hệ thống có hàm truyền đạt thay đổi theo tần số và pha (do các phần tử tuyến tính gây ra) sẽ bị sai dạng sóng, nhưng không phát sinh các thành phần tần số mới, được gọi là bị méo tuyến tính. Mép tuyến tính gồm 2 loại: méo tần số và méo pha.

+ *Méo tần số*: gây ra do mỗi tần số có hệ số truyền đạt khác nhau.

+ *Méo pha*: làm thay đổi góc pha tín hiệu ra so với tín hiệu vào theo tần số. Méo pha không quan trọng đối với tín hiệu audio.

+ Để tránh méo tuyến tính, đáp tuyến tần số của hệ thống cần rộng và bằng phẳng (độ nhấp nhô < 3 dB)

c) Méo phi tuyến (Non-linear Distortion)

+ Méo phi tuyến do các phần tử phi tuyến trong hệ thống gây ra, làm phát sinh thêm các thành phần tần số lạ trong tín hiệu audio, do đó cũng làm sai dạng sóng tín hiệu audio.

+ Méo phi tuyến D thường được tính bằng số % (% thành phần tín hiệu lạ phát sinh thêm so với tín hiệu ban đầu). Nói chung, D% càng nhỏ càng tốt.

d) Tạp âm (Noise)

+ Tạp âm là những tiếng ồn hay âm thanh không mong muốn lẫn vào tín hiệu audio có ích.

+ Thường đánh giá tạp âm thông qua tỉ số tín hiệu trên tạp âm S/N, tính bằng dB.

S/N = S (dB) – N (dB)

với S (dB) là mức tín hiệu và N (dB) là mức tạp âm.

+ Nói chung, S/N càng lớn càng tốt.

1.3. TÍN HIỆU AUDIO SỐ

1.3.1. Các hệ thống số

a) Hệ thống số thập phân

+ Sử dụng 10 chữ số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

+ Biểu diễn số nguyên dương trong hệ thập phân như sau:

$$(x)_{10} = a_n 10^n + a_{n-1}10^{n-1} + \ldots + a_2 10^2 + a_1 10^1 + a_0 10^0$$

Với $a_i \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$.

+ Thí dụ: $2435 = 2.10^3 + 4.10^2 + 3.10^1 + 5.10^0$

+ Số nguyên (hệ thập phân) thuộc dạng *rời rạc* vì giữa 2 số nguyên liên tiếp, không tồn tại một số nguyên nào.

b) Hệ thống số nhị phân

+ Sử dụng 2 chữ số: 0, 1.

+ Chữ số nhị phân được gọi là *bit* (binary digit).

+ 1 Byte = 8 bit.

+ 1 Word (từ) bao gồm một số bit theo qui định, thí dụ từ 4 bit, từ 8 bit, từ 16 bit…

+ Biểu diễn số nguyên dương trong hệ nhị phân như sau:

$$(x)_2 = a_n 2^n + a_{n-1}2^{n-1} + \ldots + a_2 2^2 + a_1 2^1 + a_0 2^0$$

Với $a_i \in \{0, 1\}$.

+ Thí dụ: $(1011)_2 = 1.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0$

$= 1.8 + 0.4 + 1.2 + 1.1 = (11)_{10}$

+ Số nguyên (hệ nhị phân) cũng thuộc dạng *rời rạc*.

c) *Hệ thống số thập lục phân (hex)*

+ Sử dụng 16 chữ số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f.

+ Thường được sử dụng để viết gọn số nhị phân.

+ Thí dụ: $(10101110)_2 = (ae)_{16}$

1.3.2. Nguyên tắc số hóa tín hiệu tương tự

a) Tín hiệu số (digital signal)

+ Chỉ xác định với một số thời điểm nhất định (rời rạc về mặt thời gian).

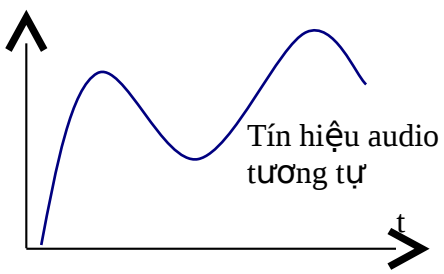
+ Chỉ nhận một trong số hữu hạn các giá trị khác nhau (rời rạc về mặt biên độ).

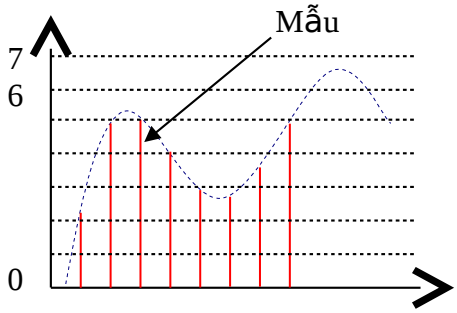
b) Số hóa tín hiệu tương tự

+ Xác định giá trị tín hiệu tương tự tại một số thời điểm nhất định (= *lấy mẫu*).

+ Chuyển giá trị của các mẫu đó sang dạng rời rạc về biên độ (= *lượng tử hóa*) và biểu diễn bởi mã số nhị phân (= *mã hóa nhị phân*).

+ Thí dụ:





Biểu diễn thập phân: 2 5 5 4 3 3 4 5 …

Biểu diễn nhị phân 3 bit (dòng bit): 010101101100011011100101…

c) Tốc độ bit (bit rate):

Tốc độ bit là số lượng bit của dòng bit (tín hiệu số) được truyền dẫn hay lưu trữ trong một đơn vị thời gian (1 giây).

1.3.3. Lấy mẫu (sampling)

a) Tần số lấy mẫu

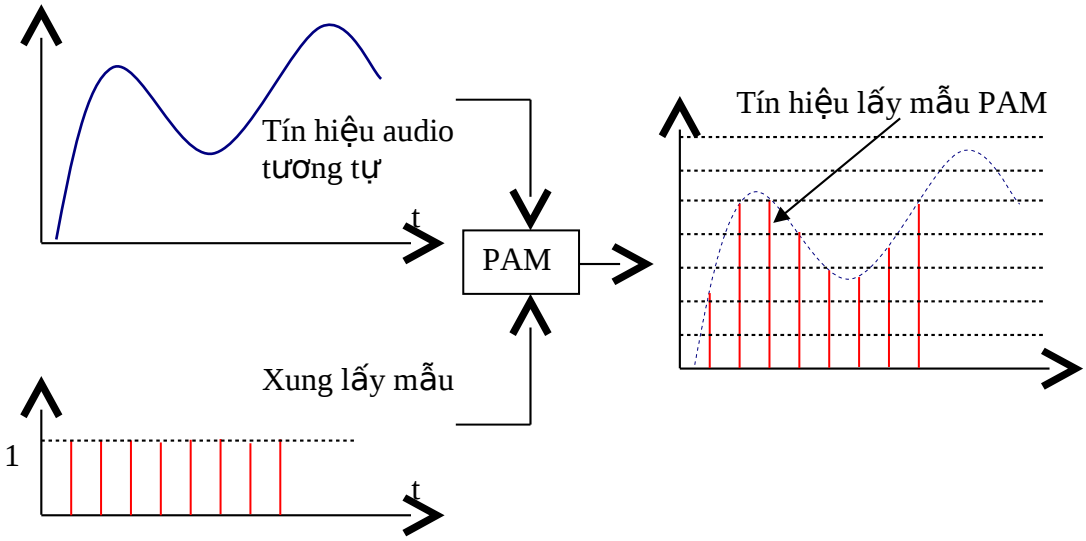
+ *Lấy mẫu* là xác định giá trị tức thời của tín hiệu tương tự tại các thời điểm nhất định, thường là cách khoảng đều đặn, với khoảng cách thời gian T_S.

+ T_S : *chu kỳ lấy mẫu*.

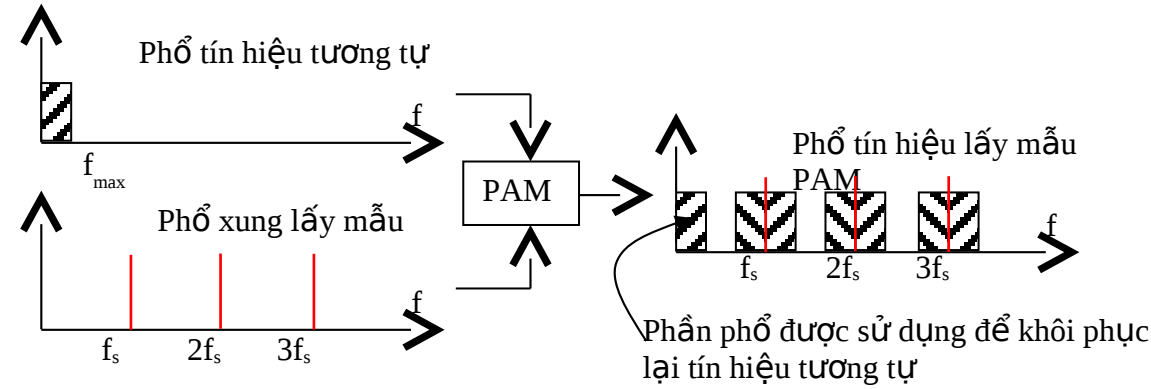
+ $f_S = 1/T_S$: *tần số lấy mẫu*, tức là số lượng mẫu lấy được trong 1 giây.

+ Lấy mẫu chính là quá trình *điều chế biên độ xung* PAM (= Pulse Amplitude Modulation).

b) Dạng sóng tín hiệu lấy mẫu (hay tín hiệu PAM)



c) Phổ tần tín hiệu lấy mẫu PAM



d) Định lý Nyquist và Shannon:

+ ĐL *Nyquist:* $f_{max} \leq f_s/2 = f_q$

trong đó: f_{max} : tần số lớn nhất của tín hiệu tương tự.

f_s : tần số lấy mẫu.

f_q : tần số Nyquist.

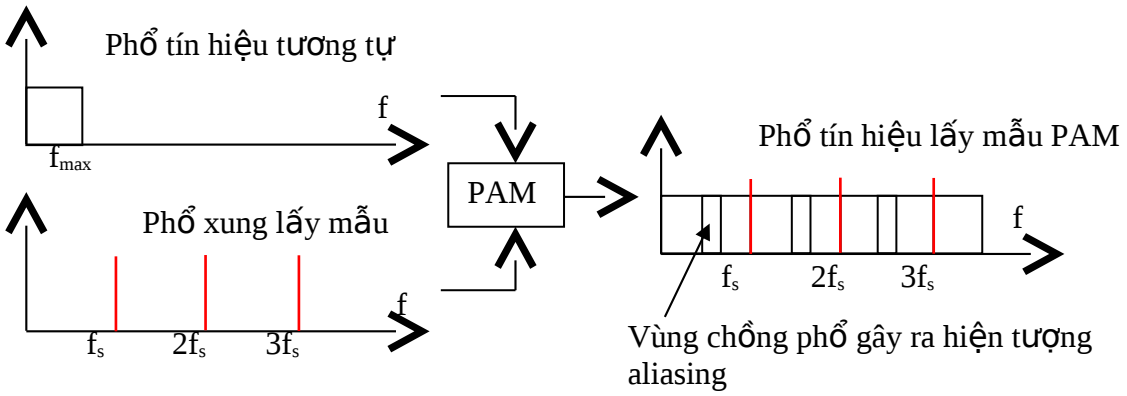
+ ĐL *Shannon:* $f_s \geq 2 f_{max}$

+ Nếu tần số lấy mẫu f_s lớn: Tốc độ bit lớn → dải tần lớn, dung lượng lớn → cần phải nén số liệu; nhưng việc phục hồi tín hiệu tương tự thuận tiện, chính xác, chất lượng cao.

+ Nếu $f_s < 2 f_{max}$: xuất hiện *aliasing* (hiện tượng *biệt danh* hay hiện tượng *chồng phổ*).

e) Hiện tượng chồng phổ (Aliasing)

+ *Aliasing:* Hiện tượng xuất hiện các thành phần tín hiệu lạ khi khôi phục lại tín hiệu tương tự, do phổ tín hiệu lấy mẫu PAM bị chồng lặp.



+ Để tránh aliasing: trước khi lấy mẫu, cần phải lọc LPF (gọi là Anti-aliasing Filter) để đảm bảo $f_{max} < f_s/2$.

f) Các tần số lấy mẫu tín hiệu audio thông dụng:

+ 32 KHz	(với f_{max} = 15 KHz)	
+ 44,1 KHz	(với f_{max} = 20 KHz)	: chuẩn CD.
+ 48 KHz	(với f_{max} = 20 KHz)	: chuẩn audio số chuyên nghiệp.
+ 96 KHz	(với f_{max} = 20 KHz)	: chuẩn DVD, lưu trữ số.

1.3.4. Lượng tử hóa (Quantization)

a) Độ phân giải lượng tử (độ sâu bít)

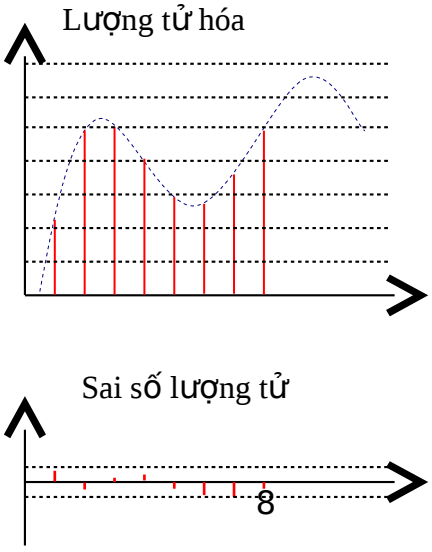
+ *Lượng tử hóa* là biến đổi các giá trị analog của các mẫu thành 1 trong N giá trị số rời rạc:

$$N = 2^n$$

với n là số bit biểu diễn giá trị nhị phân của một mẫu, được gọi là *độ phân giải lượng tử* hay *độ sâu bit* .

+ Nếu n lớn (do đó N cũng lớn): Tốc độ bit lớn →dải tần lớn, dung lượng lớn nên cần phải nén số liệu; nhưng tín hiệu analog khôi phục lại chính xác, chất lượng cao.

+ Thí dụ:



b) Sai số lượng tử

+ *Sai số lượng tử (Quantization Error):* tạo ra *tạp âm lượng tử* (Quantization Noise) hay *méo lượng tử* (Quantization Distortion).

+ Độ phân giải lượng tử hóa tăng thêm 1 bit, tạp âm lượng tử giảm phân nửa (-6 dB):

$$S/N = 6.n + 2 \quad \text{(dB)}$$

c) Các độ phân giải lượng tử tín hiệu audio số thông dụng

+ Thường sử dụng nhất: 16 bit.
+ Chấp nhận chất lượng thấp: 8 bit, 4 bit.
+ Cho chất lượng cao: 24 bit.
+ Sử dụng khi xử lý tín hiệu audio với chất lượng cao: 32 bit.

1.3.4. Mã hóa nhị phân

+ Mã hóa nhị phân là biểu diễn số nhị phân của từng mẫu dưới dạng nhị phân thích hợp, đáp ứng các yêu cầu cơ bản sau:

* Phân biệt được các giá trị dương, các giá trị âm.
* Cho phép thực hiện các phép toán cộng, nhân một cách đơn giản.

+ Thí dụ về mã offset và mã bù 2:

Mức lượng tử	*Mã offset*	*Mã bù 2*
+7	1111	0111
+6	1110	0110
+5	1101	0101
+4	1100	0100
+3	1011	0011
+2	1010	0010
+1	1001	0001
0	1000	0000
-1	0111	1111
-2	0110	1110
-3	0101	1101
-4	0100	1100
-5	0011	1011
-6	0010	1010
-7	0001	1001
-8	0000	1000

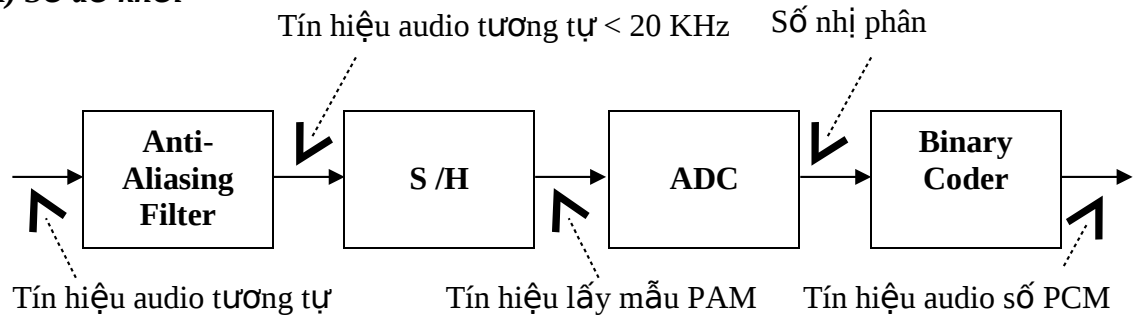
+ Mã bù 2 thường được sử dụng phổ biến cho tín hiệu audio số, có đặc điểm:

* MSB (Most Significant Bit) = 0: Số dương.
  = 1: Số âm.
* Đổi từ số dương qua số âm: Đổi trạng thái các bit rồi cộng thêm 1.

+ Dạng điện áp (hoặc dòng điện) của dãy số nhị phân (dòng bit) chính là tín hiệu số, được mã hóa đơn giản nhất dưới dạng PCM (Pulse Code Modulation = Điều mã xung): bit 1 tương ứng với điện áp cao (5V), bit 0 tương ứng với mức điện áp thấp (0V).

1.3.5. Bộ biến đổi tương tự - số (ADC)

a) Sơ đồ khối



b) Chức năng :

+ **Anti-aliasing Filter** (Lọc thông thấp chống hiện tượng chồng phổ): giới hạn tần số tín hiệu audio tương tự nhỏ hơn hoặc bằng phân nửa tần số lấy mẫu, để chống hiện tượng aliasing khi khôi phục lại tín hiệu tương tự sau này.

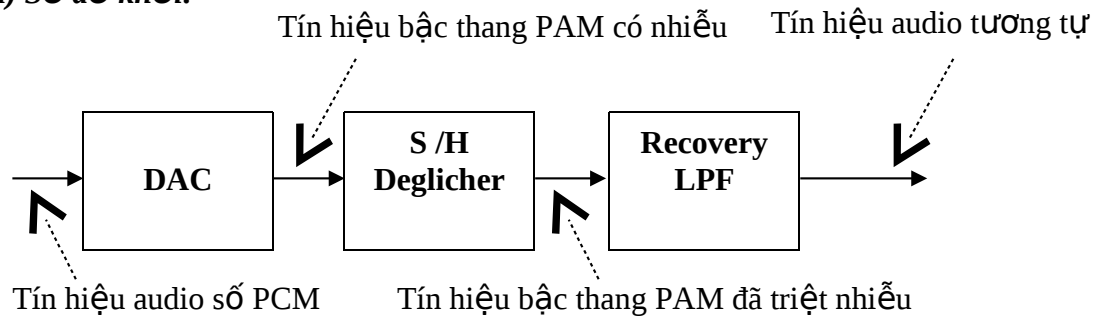
+ **S/H = Sample / Hold** (Lấy mẫu và giữ): Lấy mẫu tín hiệu tương tự theo tần số f_S, đồng thời lưu giữ các mẫu này trong một thời gian < T_S để xử lý.

+ **ADC = Analog – Digital Converter**: Lượng tử hóa, tức là biến đổi các giá trị analog của các mẫu thành các giá trị nhị phân rời rạc.

+ **Binary Coder** (Mã hóa nhị phân): Biểu diễn các số nhị phân của các mẫu dưới dạng thích hợp. Loại mã thường dùng cho audio số là mã bù 2. Trong thực tế, bộ mã hóa nhị phân này thường được gộp chung vào khối ADC.

1.3.6. Bộ biến đổi số - tương tự (DAC)

a) Sơ đồ khối:



b) Chức năng:

+ **DAC (Digital Analog Converter)**: Biến đổi tín hiệu số PCM thành tín hiệu PAM.

+ **S/H hay Deglitcher** (Loại nhiễu): Loại bỏ nhiễu glitch (do các chuyển mạch trong DAC gây ra) lẫn trong tín hiệu PAM.

+ **Recovery LPF** (Lọc khôi phục): Lọc lấy thành phần tín hiệu có tần số nhỏ hơn hay bằng $f_S/2$, để khôi phục lại tín hiệu analog.

1.3.7. So sánh công nghệ xử lý tín hiệu tương tự và số

a) Khuyết điểm của công nghệ xử lý tín hiệu tương tự

+ Hạn chế về dải tần, dải động, độ méo, xuyên kênh, S/N, W&F (Wow & Flutter) …

+ Suy giảm chất lượng khi sao chép nhiều lần.

b) Ưu điểm của công nghệ xử lý tín hiệu số

+ Cải thiện S/N (tỉ số tín hiệu trên tạp âm).
+ Mở rộng dải động (dynamic range).
+ Không bị ảnh hưởng bởi sự biến động nhiệt độ, điện áp.
+ Không bị méo tín hiệu (distortion).
+ Không bị xuyên kênh (crosstalk).
+ Không bị W&F (Wow & Flutter) do sự biến động tốc độ.
+ Có khả năng tái lập các thành phần DC của tín hiệu.
+ Đáp tuyến tần số bằng phẳng.
+ Có khả năng sao chép nhiều lần mà không giảm chất lượng.
+ Có khả năng truy cập số liệu nhanh.
+ Có khả năng sửa lỗi.
+ Có khả năng dựng phi tuyến.
+ Có khả năng liên kết mạng…

c) Khuyết điểm của công nghệ xử lý tín hiệu số

+ Tín hiệu số dễ bị lỗi (error). Sửa lỗi được nhưng tốn kém.
+ Hệ thống tín hiệu số phức tạp, tốn kém.
+ Không thể dựng audio theo kiểu cắt nối băng từ.

1.4. ĐỊNH DẠNG TẬP TIN AUDIO SỐ

1.4.1. Khái niệm về định dạng tập tin audio số

Định dạng tập tin audio số là dạng thức lưu trữ số liệu audio trong hệ thống máy tính. Số liệu audio có thể được lưu trữ dưới dạng không nén (số liệu audio thô) hay dưới dạng nén (để giảm dung lượng lưu trữ). Tập tin âm thanh số thường gồm 2 phần: phần header và phần số liệu audio. Phần header bao gồm các thông tin về: độ phân giải lượng tử (độ sâu bit), tần số lấy mẫu, mono hay stereo, phương thức nén audio, thông tin về bản quyền, dung lượng audio lưu trữ…

Cần phân biệt định dạng tập tin với bộ mã hóa – giải mã (codec). Codec, dưới dạng phần cứng hoặc phần mềm, thực thiện việc mã hóa (nén) số liệu audio thô thành số liệu audio nén và ngược lại có thể giải mã (giải nén) số liệu audio nén trở về số liệu audio thô. Mặc dù hầu hết các định dạng tập tin audio chỉ hỗ trợ một audio codec tương ứng, nhưng cũng có trường hợp một định dạng tập tin audio (như AVI) có thể hỗ trợ nhiều audio codec khác nhau.

Hiện nay đã có rất nhiều phần mềm xử lý audio hỗ trợ nhiều định dạng tập tin audio khác nhau, cũng như cho phép chuyển đổi qua lại giữa các định dạng tập tin audio.

Có thể phân loại định dạng tập tin audio theo mức độ nén hoặc phân loại theo mức độ bảo vệ bản quyền.

1.4.2. Phân loại định dạng tập tin audio số theo mức độ nén

a) Định dạng không nén

+ Wave Sound File (WAV)
+ Audio Interchange Format (AIF, AIFF)
+ AU
+ SND…

b) Định dạng audio nén không tổn hao

+ Free Lossless Audio Codec (FLAC)
+ Apple Lossless Audio Codec (ALAC)
+ Monkey's Audio (APE)
+ Lossless Windows Media Audio (WMA)
+ WavPack (WV, WVC)…

c) Định dạng audio nén tổn hao

+ MPEG Layer III (MP3)
+ Advance Audio Coding (AAC)
+ Lossy Windows Media Audio (WMA)
+ Vorbis (OGG)
+ Real Audio Media (RA, RM, RAM)…

1.4.3. Phân loại định dạng tập tin audio số theo mức độ bảo vệ bản quyền

a) Định dạng mở, không giữ bản quyền (open, free)

+ Wave Sound File (WAV)
+ Vorbis (OGG)
+ Free Lossless Audio Codec (FLAC)
+ Audio Interchange Format (AIF, AIFF)
+ AU
+ RAW

b) Định dạng mở (open)

+ MPEG Layer III (MP3)
+ GSM
+ DTC
+ VOX
+ AAC
+ MPEG-4 (MP4 / M4A)

c) Định dạng giữ bản quyền

+ WMA – định dạng Windows Media Audio thông dụng của Microsoft, được thiết kế với khả năng quản lý bản quyền số DRM (Digital Rights Management) để chống sao chép.

+ ATRAC (.WAV) – định dạng nén ATRAC cũ của Sony, luôn luôn có phần mở rộng *.wav. Để mở những tập tin này, đơn giản chỉ cẫn cài đạt thêm driver ATRAC3.

+ RA – định dạng của Real Audio được thiết kế để streaming audio qua Internet. Tập tin RA chỉ chứa số liệu audio.

+ RAM – tập tin văn bản chứa đường link dẫn tới địa chỉ Internet có chứa tập tin Real Audio. Tập tin RAM không chứa số liệu audio.

+ MSV – định dạng riêng của Sony dùng cho các tập tin thoại nén trong thẻ nhớ Memory Stick.

+ DVF – định dạng riêng của Sony dùng cho các tập tin thoại nén trong máy ghi âm.

+ M4P – định dạng riêng của AAC trong MP4 với khả năng quản lý bản quyền số DRM (Digital Rights Management) của Apple, được dùng để download nhạc từ kho nhạc "iTunes Music Store".

Chương 2

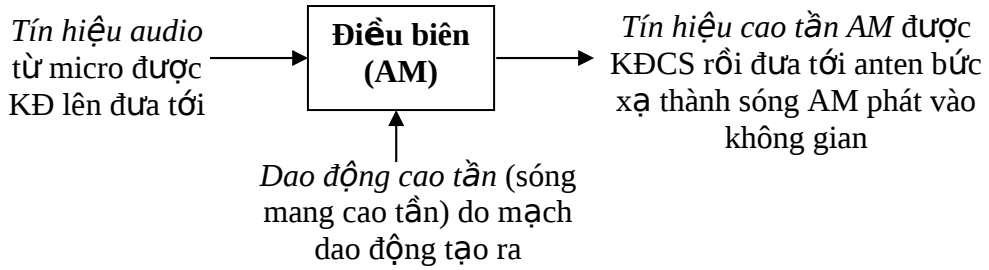
GIỚI THIỆU VỀ KỸ THUẬT PHÁT THANH

2.1. PHÁT THANH AM

2.1.1. Điều biến biên độ (AM – Amplitude Modulation)

a) Khái niệm về AM

Điều biến biên độ (điều biên) là cách lồng *tín hiệu audio* vào *dao động cao tần (sóng mang cao tần)* bằng cách làm thay đổi biên độ của dao động cao tần tạo thành *tín hiệu cao tần AM (sóng AM)* lan truyền trong không gian.



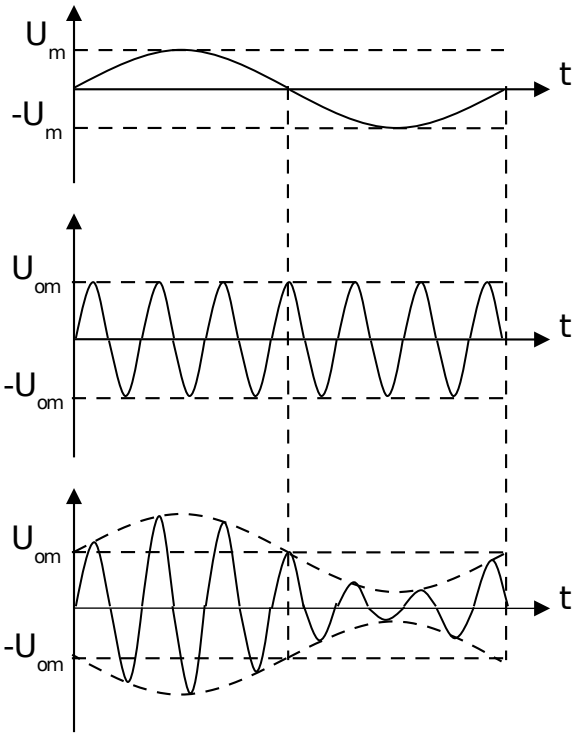
b) Dạng sóng AM

+ Giả sử tín hiệu audio có dạng hình sin, biên độ U_m, tần số f (Hình a).

+ Dao động cao tần (sóng mang cao tần) có dạng hình sin, biên độ U_{om}, tần số f_o > tần số tín hiệu audio f nhiều lần (Hình b)

+ Thì sóng AM (tín hiệu cao tần AM) có dạng như Hình c, với:

* Biên độ thay đổi theo giá trị tức thời của tín hiệu audio
* Tần số không đổi, vẫn bằng f_o



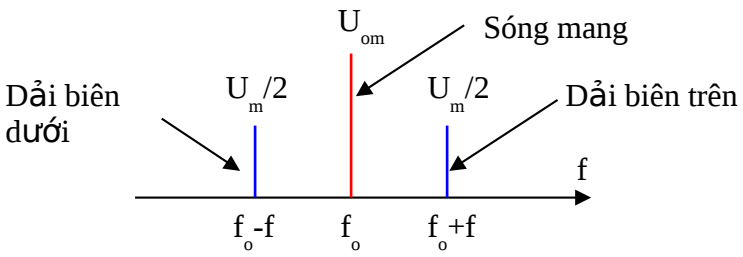
Hình a: Tín hiệu audio

Hình b: Dao động cao tần (sóng mang cao tần)

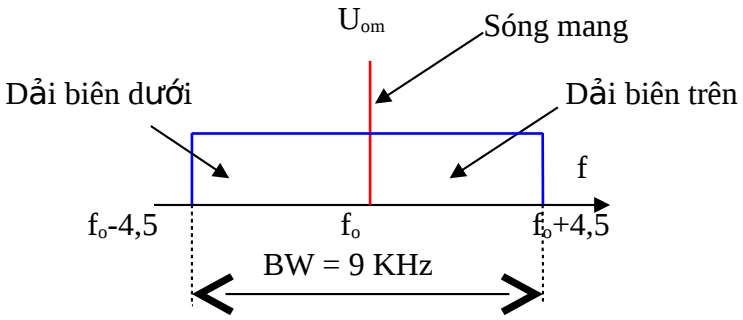
Hình c: Tín hiệu cao tần AM (sóng mang)

c) Phổ tần của sóng AM:

+ Phổ tần sóng AM (Hình c) có dạng như sau:



+ Nhưng tín hiệu audio dùng trong phát thanh AM có dải tần: 40 Hz ÷ 4,5KHz nên phổ tần của sóng AM chiếm 1 dải tần số 9KHz xung quanh f_o.



2.1.2. Truyền sóng AM

a) Băng sóng AM

Có 3 băng sóng phát thanh AM:

+ Sóng dài LW (Long Wave): 150 KHz đến 280 KHz.

+ Sóng trung MW (Medium Wave): 526,5 KHz đến 1.606,5 KHz.

+ Sóng ngắn SW (Short Wave): 3,9 MHz đến 26,1 MHz, bao gồm các dải sóng:

* Dải sóng 75 m: 3,9 ÷ 4,0 MHz
* Dải sóng 49 m: 5,95 ÷ 6,2 MHz
* Dải sóng 41 m: 7,1 ÷ 7,3 MHz
* Dải sóng 31 m: 9,5 ÷ 9,775 MHz
* Dải sóng 25 m: 11,7 ÷ 11,975 MHz
* Dải sóng 19 m: 15,1 ÷ 15,450 MHz
* Dải sóng 16 m: 17,7 ÷ 17,9 MHz
* Dải sóng 13 m: 21,45 ÷ 21,75 MHz
* Dải sóng 11 m: 25,6 ÷ 26,1 MHz

Lưu ý: Cách chia băng sóng phát thanh – truyền hình không giống như các chia băng sóng vô tuyến điện một cách tổng quát, như sau:

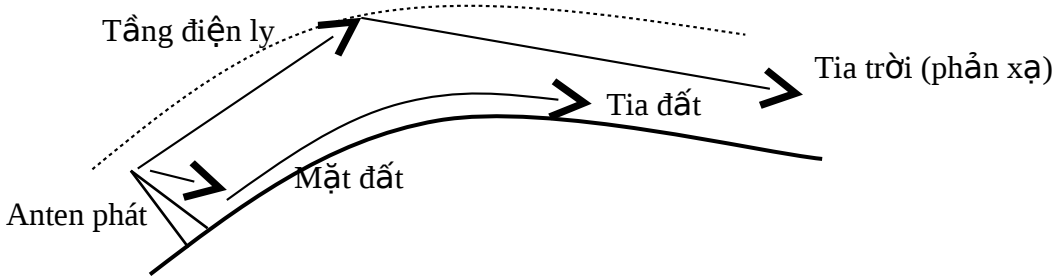
Tên dải tần	Dải tần số
Extremely Low Frequency ELF	30 – 300 Hz
Voice Frequency VF	300 – 3000 Hz
Very Low Frequency VLF	3 – 30 KHz
Low Frequency LF	30 – 300 KHz
Medium Frequency MF	300 – 3000KHz
High Frequency HF	3 – 30 MHz
Very High Frequency VHF	30 – 300 MHz
Ultra High Frequency UHF	300 – 3000 MHz
Super High Frequency SHF	3 – 30 GHz
Extremely High Frequency EHF	30 – 300 GHz

Riêng dải tần vi ba (Microwave) có tần số từ 1GHz đến 40 GHz.

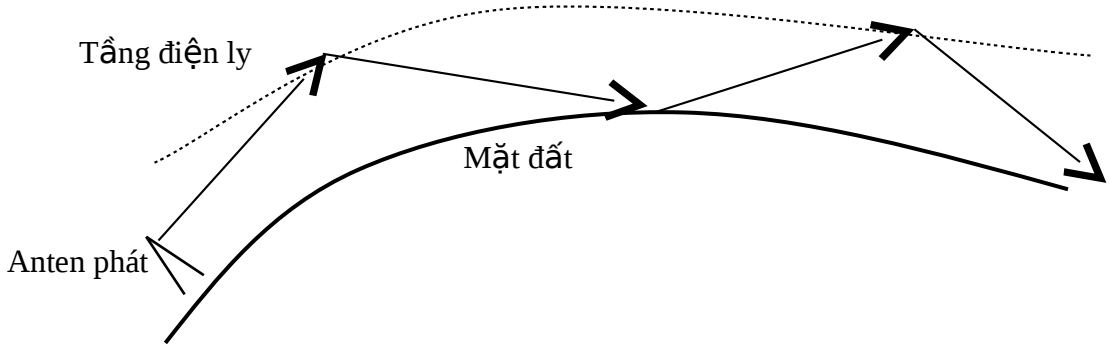
b) Đặc điểm truyền sóng AM

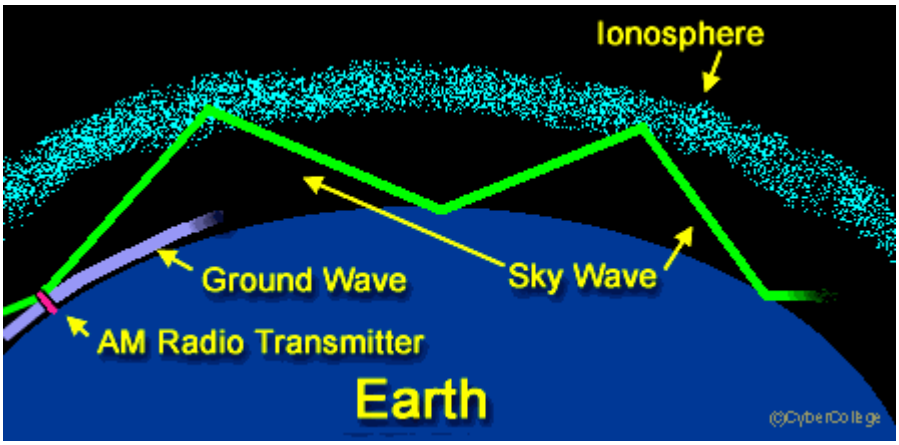
+ Sóng dài LW: Sóng dài được truyền chủ yếu theo mặt đất (tia đất), không lan truyền xa được, thường được dùng trong các đài phát thanh địa phương ở vùng ôn đới. Trong vùng nhiệt đới, sóng dài bị ảnh hưởng bởi khí quyển (sấm sét, giông bão…) nên không được sử dụng.

+ Sóng trung MW: Ban ngày sóng trung lan truyền chủ yếu bằng tia đất, ban đêm lan truyền bằng tia trời (phản xạ từ tầng điện ly trong khí quyển). Nếu công suất phát thanh đủ lớn, cự ly phát thanh có thể lên đến vài nghìn Km. Ở vùng gần đài phát, sóng thu được rất ổn định. Tuy nhiên sóng trung cũng ít nhiều bị fading (hiện tượng nghe tín hiệu thu thanh lúc mạnh, lúc yếu, không đều) và bị nhiễu khí quyển.



+ Sóng ngắn SW: Sóng ngắn lan truyền xa hàng chục nghìn Km nhờ tia sóng trời bị phản xạ bởi tầng điện ly và mặt đất. Sóng ngắn luôn luôn bị fading nhưng ít bị nhiễu khí quyển.





c) Sử dụng sóng phát thanh AM tại VN

+ Vì nằm trong vùng nhiệt đới nên VN không sử dụng băng LW.

+ Phát thanh AM băng MW được đài TNVN, các đài phát thanh tỉnh, thành phố sử dụng để phát thanh trong nước, trong tỉnh, trong thành phố.

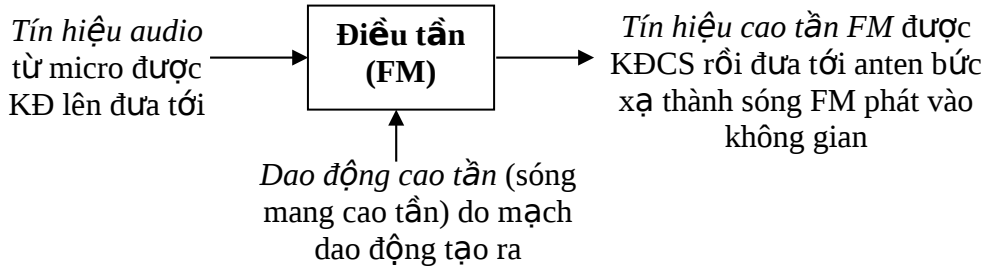
+ Phát thanh AM băng SW được đài TNVN sử dụng để phát thanh đối ngoại.

2.2. PHÁT THANH FM

2.2.1. Điều biến tần số (FM – Frequency Modulation)

a) Khái niệm về FM

Điều biến biên độ (điều biên) là cách lồng *tín hiệu audio* vào *dao động cao tần (sóng mang cao tần)* bằng cách làm thay đổi tần số của dao động cao tần (sóng mang cao tần) tạo thành *tín hiệu cao tần FM (sóng FM)* lan truyền trong không gian.



b) Dạng sóng FM

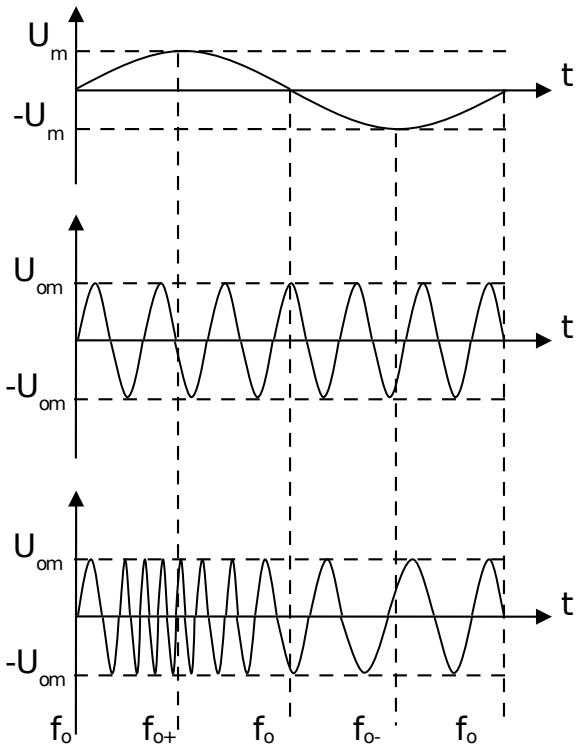
+ Giả sử tín hiệu audio có dạng hình sin, biên độ U_m, tần số f (Hình a).

+ Dao động cao tần (sóng mang cao tần) có dạng hình sin, biên độ U_{om}, tần số f_o > tần số tín hiệu audio f nhiều lần (Hình b)

+ Thì sóng FM (tín hiệu cao tần FM) có dạng như Hình c, với:

* Biên độ không, vẫn bằng U_{om}.

* Tần số đổi theo giá trị tức thời của tín hiệu audio (biến thiên xung quanh f_o).



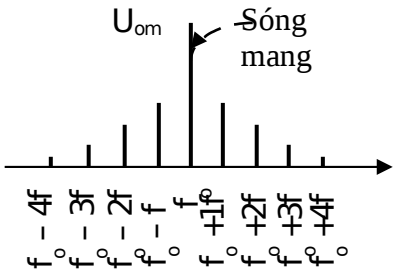
Hình a: Tín hiệu audio

Hình b: Dao động cao tần (sóng mang cao tần)

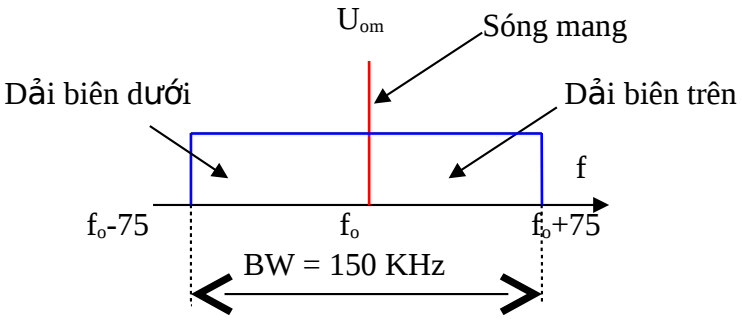
Hình c: Tín hiệu cao tần FM (sóng mang)

c) Phổ tần của sóng FM:

+ Phổ tần sóng FM (Hình c) có dạng như sau:



+ Nhưng tín hiệu audio dùng trong phát thanh FM có dải tần 30Hz ÷ 15KHz nên phổ tần số của sóng FM chiếm 1 dải tần số khoảng 150KHz xung quanh f_o



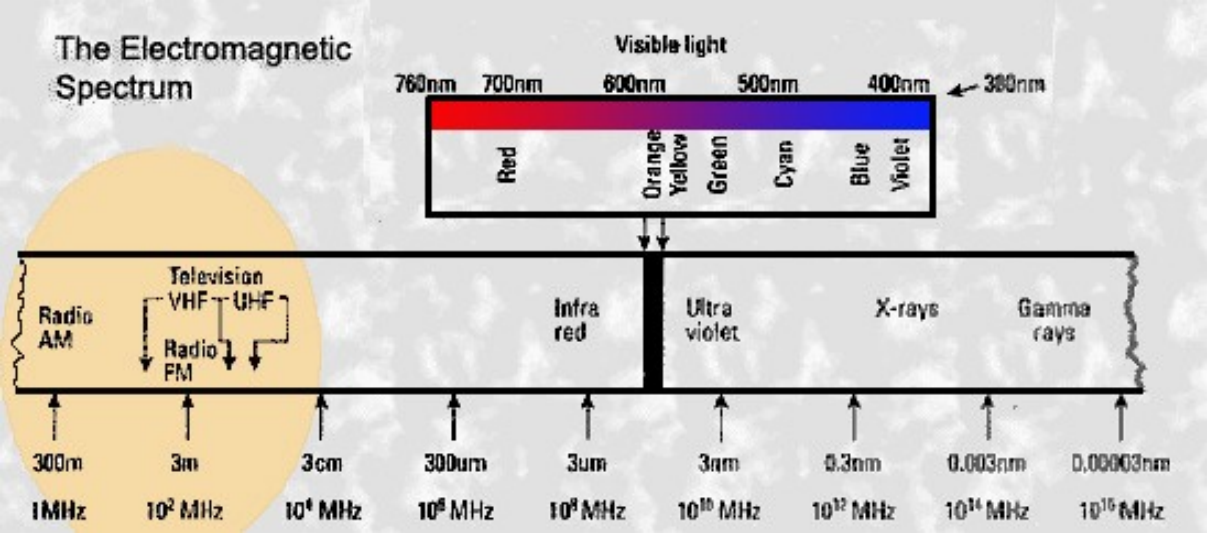
2.2.2. Truyền sóng FM

a) Băng sóng FM

+ Người ta dành 1 phần nhỏ của băng VHF để phát thanh FM, thường là: 88 MHz ÷ 108 Hhz.

+ Phân bố các băng sóng phát thanh truyền hình như sau:

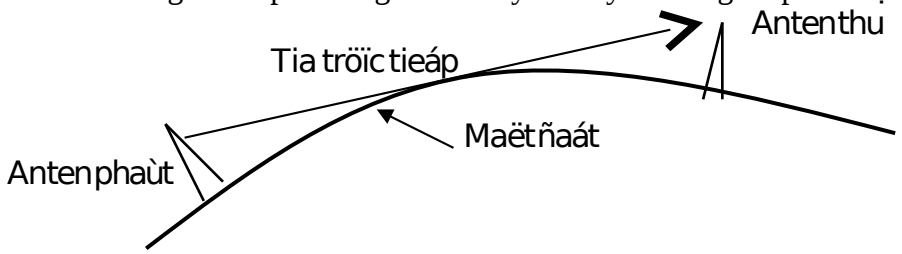
Tần số	550Khz 1600Khz	30Mhz	88Mhz	108Mhz	300Mhz	1000Mh
Băng sóng	MW	SW	VHF_{LOW} (V_L)	FM	VHF_{HIGH} (V_H)	UHF (U)
Lĩnh vực	Phát thanh AM		Truyền hình	Phát thanh FM	Truyền hình	

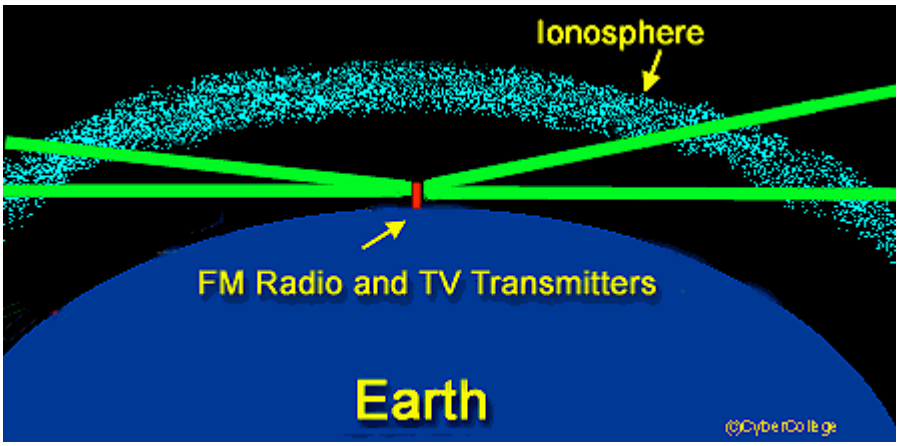


b) Đặc điểm truyền sóng FM:

+ Sóng FM chủ yếu truyền theo tia trực tiếp (tia thẳng) từ anten phát đến anten thu, do đó không thể lan truyền xa. Muốn tăng cự ly phát sóng FM, phải tăng chiều cao anten phát / thu

+ Trong thành phố sóng FM chủ yếu truyền bằng tia phản xạ.





c) Sử dụng sóng phát thanh FM tại VN:

+ Phát thanh FM được đài TNVN, các đài phát thanh tỉnh, thành phố sử dụng để phát thanh trong tỉnh, thành phố (với chất lượng âm thanh cao hơn, thích hợp với các chương trình ca nhạc).

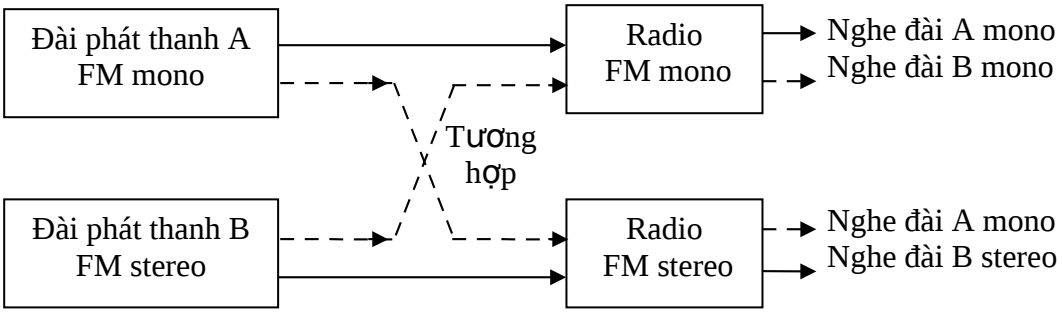
+ Một số quận huyện cũng được phép sử dụng phát thanh FM có mã hóa để phát sóng đến các cụm loa (mạng truyền thanh không dây).

2.2.3. Phát thanh FM Stereo

a) Khái niệm về FM stereo

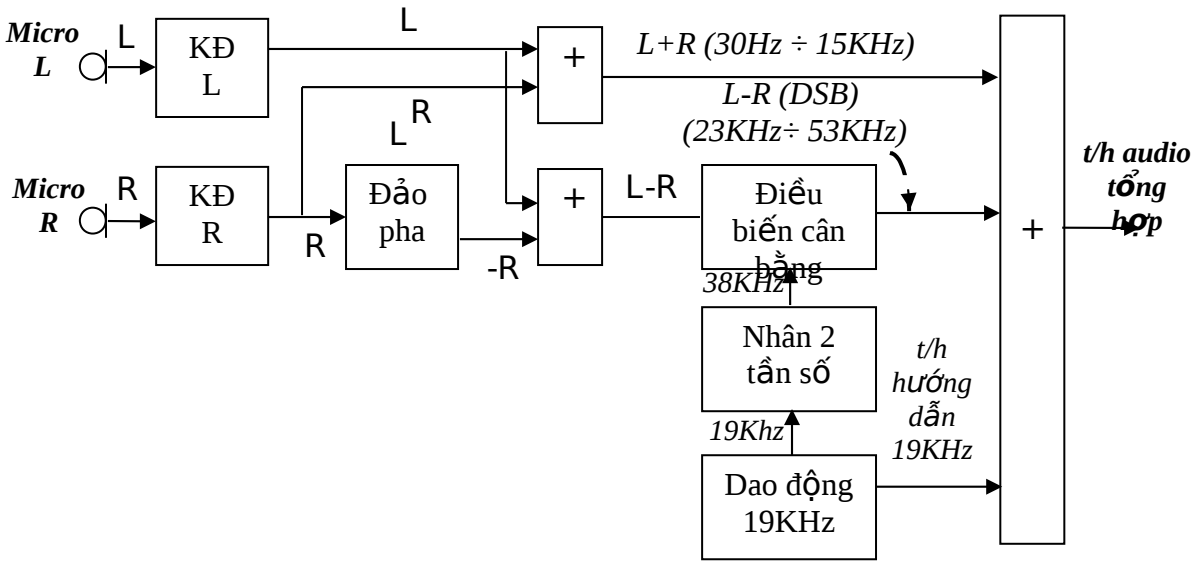
+ Phát thanh FM stereo là phát đồng thời hai kênh âm thanh trái và phải (là 2 tín hiệu audio L, R) trên một sóng mang cao tần duy nhất bằng cách điều biến FM.

+ Phát thanh FM stereo phải tương hợp với phát thanh FM mono, nghĩa là:



+ Phát thanh FM stereo chỉ khác FM mono ở chỗ thay thế tín hiệu audio bằng tín hiệu audio tổng hợp (composite audio signal) với dải tần rộng hơn. Mạch Mã hóa stereo (hay chính xác là mạch Ghép kênh stereo) sẽ phối hợp hai tín hiệu audio L và R để tạo ra tín hiệu audio tổng hợp này.

b) Nguyên lý mã hóa stereo



+ Giả sử có hai nguồn tín hiệu audio L, R lấy từ 2 micro L, R.

+ Mạch KĐ L, R sẽ KĐ tín hiệu audio L, R tương ứng.

+ Mạch cộng thứ nhất sẽ cộng hai tín hiệu L, R tạo ra tín hiệu L+R có dải tần 30 Hz ÷ 15 KHz.

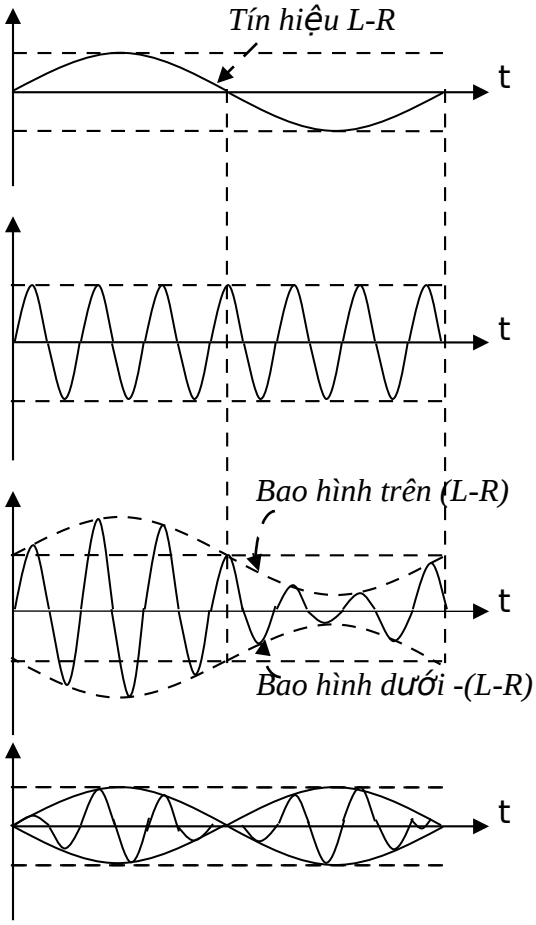
+ Mạch cộng thứ hai sẽ cộng tín hiệu L và tín hiệu –R (tức là tín hiệu R sau khi đảo pha) tạo ra tín hiệu L-R có dải tần 30 Hz ÷ 15 KHz.

+ Tín hiệu L-R được điều biến cân bằng (tức là điều biến AM triệt sóng mang) bởi dao động sóng mang phụ 38KHz, tạo ra tín hiệu L-R (DSB). Tín hiệu này không chứa sóng mang phụ 38 KHz mà chỉ có hai dải biên trên và dưới (23 KHz ÷ 38 KHz và 38 KHz ÷ 53 KHz).

+ Để có được dao động 38KHz, người ta tạo dao động chuẩn 19 KHz rồi nhân 2 tần số. Dao động 19 KHz còn được dùng để tạo ra tín hiệu hướng dẫn (pilot signal), được truyền đi để đồng bộ mạch dao động 38 KHz trong máy thu thanh FM stereo.

+ Mạch cộng thứ 3 sẽ trộn tín hiệu L+R, tín hiệu L-R (DSB) và tín hiệu hướng dẫn để tạo ra tín hiệu audio tổng hợp (composite audio). Đây chính là quá trình ghép kênh phân chia tần số FDM.

+ Thí dụ về dạng sóng L-R (DSB):



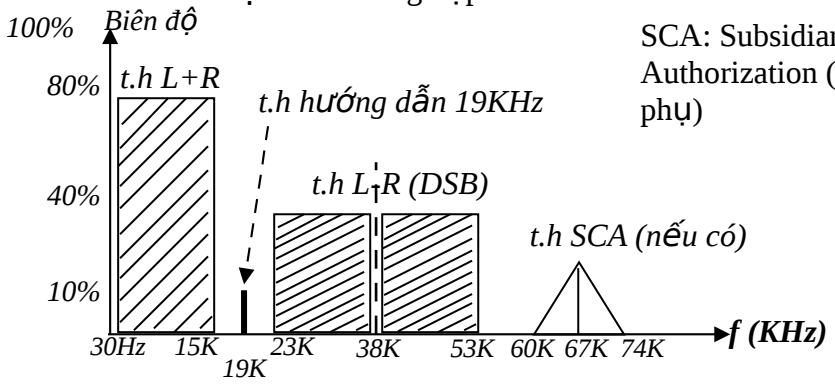
Hình a: Tín hiệu L-R

Hình b: Dao động sóng mang phụ 38 KHz

Hình c: Tín hiệu L-R điều biến AM vào sóng mang phụ 38 KHz

Hình d: Tín hiệu L-R (DSB) với (d) = (c) – (b)

+ Phổ tần của tín hiệu audio tổng hợp:



SCA: Subsidiary Communication Authorization (đặc quyền truyền thông phụ)

2.2.4. So sánh phát thanh AM và FM

AM	FM
Đơn giản	Phức tạp
Dải tần tín hiệu audio hẹp (40 Hz ÷ 4,5 KHz → âm thanh không trung thực.	Dải tần tín hiệu audio rộng (30 Hz ÷ 15 KHz) → âm thanh trung thực hơn.
Không hỗ trợ âm thanh stereo	Hỗ trợ âm thanh stereo
Nhiễu dễ xâm nhập vào biên độ	Kháng nhiễu tốt (nhiễu xâm nhập vào biên độ sẽ bị mạch hạn biên san bằng trước khi tách sóng FM)
Độ rộng dải tần sóng AM hẹp (9 KHz), dùng sóng mang trong băng LW, MW, SW	Độ rộng dải tần sóng FM rộng (150 KHz), dùng sóng mang trong băng VHF
Sóng AM băng SW có thể truyền xa nhờ vào sóng trời → cự ly truyền xa	Sóng FM chủ yếu truyền bằng tia sóng trực tiếp → cự ly truyền gần

2.3. PHÁT THANH SỐ

Nhìn chung, công nghệ phát thanh số mang lại những lợi ích như sau:

+ Tín hiệu số mạnh hơn tín hiệu tương tự và hiệu suất phát sóng cao khi công suất phát sóng nhỏ.

+ Các hệ thống phát thanh số thường sử dụng phương thức "điều chế đa sóng mang có mã" nên máy thu thanh trên xe, máy thu thanh di động thu sóng rất tốt.

+ Các hệ thống phát thanh số sử dụng phổ tần rất hiệu quả: áp dụng các kỹ thuật nén số để giảm bớt tốc độ bit, nhưng vẫn đảm bảo chất lượng âm thanh gần như chất lượng CD.

+ Dòng bit có thể truyền âm thanh cũng như truyền thêm số liệu.

+ Dễ dàng sử dụng máy thu thanh số hơn (so với máy thu thanh AM, FM).

+ Phát thanh số có thể cạnh tranh với phương tiện audio khác như CD.

+ Dung lượng số liệu của phát thanh số ngoài việc được sử dụng trực tiếp để phát thanh, còn có thể biên tập, xử lý dễ dàng để phục vụ các hoạt động phát sóng khác như phát thanh trên internet.

2.3.1. Các tiêu chuẩn phát thanh, truyền hình số

a) Các tiêu chuẩn phát thanh số:

Tính đến tháng 3/2007, đã có các tiêu chuẩn phát thanh số sau:

+ Eureka 147 (hay DAB)
+ DAB+
+ FM IBOC (FM band in-band on-channel):
    * HD Radio (FM sideband)
    * FMeXtra (FM subcarrier)
+ AM IBOC (AM band in-band on-channel):
    * DRM (Digital Radio Mondiale) for the SW, MW, LW
+ Phát thanh số qua vệ tinh:
    * WorldSpace in Europe, Asia and Africa
    * Sirius
    * XM radio
+ ISDB-TSB (Integrated Services Digital Broadcasting – TSB)
+ Phát thanh số trong các hệ thống truyền hình số, như:
    * DMB (Digital Multimedia Broadcasting)
    * DVB-H (Digital Video Broadcasting – Handheld)

b) Các tiêu chuẩn truyền hình số:

Tương tự, trong lãnh vực truyền hình cũng đã có nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Tính đến tháng 3/2007, đã có:

+ DVB (Digital Video Broadcasting)
+ ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting)
+ DMB (Digital Multimedia Broadcasting)
+ Truyền hình số mặt đất (Digital Terrestrial Television):
    * DVB-T (điều biến OFDM)
    * ISDB-T (điều biến OFDM)
    * ATSC (điều biến 8VSB)
    * T-DMB
+ Truyền hình số cho các thiết bị di động:
    * DVB-H (điều biến OFDM)
    * MediaFLO
    * DMB (điều biến OFDM)
    * Dịch vụ MBMS (Multimedia Broadcast Multicast Service)
      Thông qua các mạng điện thoại di động GSM Edge và UMTS.
+ Truyền hình số qua vệ tinh:
    * DVB-S
    * ISDB-S
    * 4DTV
    * S-DMB
    * MobaHo!

2.3.2. Phát thanh số DAB

Tiêu chuẩn phát thanh số DAB (Digital Audio Broadcating), còn được biết dưới tên Eureka 147, được thiết lập từ cuối thập niên 80 thế kỷ trước, là tiêu chuẩn thông dụng nhất đang được phát triển tại nhiều nước. Từ 1999, máy thu thanh DAB đã được bán rộng rãi trên thị trường. Đến năm 2006, đã có khoảng 1.000 đài phát thanh DAB chính thức hoạt động với khả năng phủ sóng đến với 500 triệu người. Tuy nhiên, DAB cũng bộc lộ một số khiếm khuyết nhất định, đo đó tiêu chuẩn cải tiến là DAB+ đã được đề xuất thay thế.

a) Băng sóng và dạng thức (mode)

+ DAB sử dụng công nghệ phát sóng băng thông rộng trên băng III (174–240 MHz) và băng L (1.452–1.492 MHz). Tuy nhiên do quân đội Mỹ đang sử dụng băng L nên DAB không thể phát triển tại Mỹ. Mỹ cũng đã có thoả thuận với Canada, theo đó Canada chỉ được khai thác hạn chế băng L cho phát sóng DAB mặt đất, để tránh gây nhiễu trên băng L.

+ DAB có nhiều dạng thức phát sóng khác nhau (I, II, II và IV) phù hợp với điều kiện của từng nước. Để có thể hoạt động được trên phạm vi toàn cầu, máy thu thanh DAB phải hỗ trợ cả 4 mode này.

* Mode I cho băng III, phát sóng mặt đất.
* Mode II cho băng L, phát sóng mặt đất và qua vệ tinh.
* Mode III cho tần số dưới 3 GHz, phát sóng mặt đất và qua vệ tinh.
* Mode IV cho băng L, phát sóng mặt đất và qua vệ tinh.

a) Dịch vụ và "kênh ghép"

+ Nhiều dịch vụ được gói chung vào một bộ (ensemble), còn được gọi là kênh ghép (multiplex).

+ Các dịch vụ bao gồm:

* Các dịch vụ cơ bản, như chương trình của các đài phát thanh.
* Các dịch vụ thứ cấp, như chương trình bình luận thể thao.
* Các dịch vụ về số liệu.
* Giới thiệu chương trình dưới dạng điện tử EPG (Electronic Programme Guide).
* Tuyển tập các trang HTML và hình ảnh số (thường được gọi là trang web phát sóng).
* Trình chiếu hình ảnh tĩnh (Slideshow) đồng bộ với âm thanh.
* Hình ảnh động (video).
* Các ứng dụng trên nền Java.
* Các số liệu thô (raw data) khác…

c) Tốc độ bit

+ Mỗi kênh ghép đều có tốc độ bit tối đa, tuy nhiên tốc độ bit hữu ích phụ thuộc vào mức độ sửa lỗi đang áp dụng: mức độ sửa lỗi càng mạnh thì tốc độ bit hữu ích càng giảm.

+ Thí dụ: ở Anh, sử dụng mức độ sửa lỗi 3, có hệ số FEC là 0,5 thì tốc độ bit tối đa của kênh ghép là 1.152 Kb/s.

d) Truyền sóng

+ Sử dụng điều chế OFDM và DQPSK nên tránh được fading và inter-symbol interference (do nhận sóng từ nhiều đường truyền đến đồng thời).

+ Với OFDM, có thể sử dụng mạng đơn tần SFN: mạng lưới máy phát trong cả nước có thể truyền cùng một chương trình phát thanh trên cùng một tần số mà không bị giao thoa lẫn nhau. Và như vậy SFN cũng tiết kiệm được phổ tần số, tạo thuận tiện cho thính giả lưu động nghe đài.

e) DAB+

+ Tháng 11/2006, WorldDMB (cơ quan chịu trách nhiệm về bộ tiêu chuẩn DAB) tuyên bố sẽ nâng cấp DAB thành DAB+ (sử dụng audio codec HE-AAC - thường gọi là AAC+ thay cho MPEG-1 Audio Layer II; hỗ trợ âm thanh surround MPEG; dùng mã Reed-Solomon để tăng cường khả năng sửa lỗi).

+ Tại Anh, đã bày bán máy thu thanh DAB+ vào mùa xuân 2007.

f) So sánh DAB với AM, FM

Ưu điểm:

+ Sử dụng dễ dàng, thuận tiện.
+ Tăng số lượng đài (sử dụng mạng 1 tần số, tiết kiệm dải tần).
+ Giảm chi phí vận hành, bảo trì.
+ Chất lượng âm thanh cao.
+ Ít bị giao thoa bởi các đài nghiệp dư.
+ Dải tần điều chỉnh được (phù hợp với đài nghe nhạc, hay lời; mono hay stereo).

Hạn chế trước mắt:

+ Chất lượng âm thanh chưa hoàn hảo (do nén).
+ Chất lượng thu sóng chưa thất tốt khi sóng yếu (tiếng bị nổ).
+ Vùng phủ sóng còn hạn chế.
+ Chi phí phát sóng cao.
+ Không tương hợp (thí dụ giữa DAB và DAB+).

2.3.3. Phát thanh số DRM

Digital Radio Mondiale (DRM) là tiêu chuẩn phát thanh số được thiết kế để hoạt động trên các băng sóng AM mà phát thanh tương tự đang sử dụng. Với cùng một độ rộng băng thông, DRM có thể phát nhiều kênh hơn so với AM, chất lượng âm thanh tốt hơn, nhờ vào codec MPEG-4. DRM được phát triển dựa trên sự đóng góp của Radio France Internationale, TéléDiffusion de France, Deutsche Welle, Voice of America, Telefunken (new: Transradio) and Thomcast (new: THOMSON Broadcast & Multimedia).

DRM phát thanh số với chất lượng âm thanh hay hơn FM, nhưng với tần số dưới 30 MHz (băng LW, MW, SW) nên cự ly phát sóng rất xa. DRM cũng nghiên cứu phát thanh số trên băng FM trong dự án DRM+. Với DRM, có thể sử dụng lại anten AM cũ. DRM không bị fading, không bị giao thoa với các đài AM truyền thống trên cùng dải tần số. Ngoài âm thanh, DRM có thể truyền thêm số liệu giống như DAB. Nhưng khác với DAB, DRM sử dụng công nghệ "trên kênh trong băng" (in-band on-channel) và có thể hoạt động trong dạng thức lai, gọi là "phát sóng đồng thời trên 1 kênh" (Single Channel Simulcast) cả tín hiệu tương tự lẫn tín hiệu số

a) Mã hóa audio

+ Tốc độ bit hữu dụng từ 8 Kb/s đến 20 Kb/s để phát sóng trên băng thông 10 KHz.

+ Tốc độ bit có thể đạt tới 72 Kb/s và sử dụng băng thông lớn hơn 10 KHz.

+ Tốc độ bit phụ thuộc phương thức mã hóa sửa lỗi, phương thức điều chế…, vì vậy DRM hỗ trợ ra nhiều audio codec khác nhau tùy theo tốc độ bit:

* MPEG-4 HE-AAC (High Efficiency - Advanced Audio Coding).
* MPEG-4 CELP
* MPEG-4 HVXC

b) Băng thông

DRM phát thanh trên nhiều loại băng thông khác nhau:

+ 9 KHz hoặc 10 KHz: băng thông chuẩn của AM.

+ 4.5 KHz hoặc 5 KHz; nửa băng thông chuẩn AM. Băng thông này cho phép đài phát thanh dùng nửa băng thông để phát thanh AM, nửa băng thông để phát thanh RDM. Tuy nhiên, trong trường hợp này, tốc độ bit và chất lượng âm thanh thấp.

+ 18 KHz hoặc 20 KHz tương ứng với một căp kênh AM kế cận, mở ra khả năng phát thanh DRM chất lượng cao hoặc ghép các kênh audio trong cùng một máy phát.

c) Điều biến

+ DRM sử dụng điều chế COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing), trong đó mỗi sóng mang lại được điều chế QAM (Quadrature Amplitude Modulation) kết hợp với mã hóa sửa lỗi.

+ Có thể lựa chọn các thông số phát thanh phụ thuộc điều kiện truyền sóng và tính kháng nhiễu của tín hiệu, thí dụ như lựa chọn 64-QAM, 16-QAM hay 4-QAM

2.3.4. Phát thanh số WorldSpace

WorldSpace là một mạng phát thanh số qua vệ tinh, có cơ sở đặt tại Silver Spring, Maryland, Mỹ. WorldSpace đã phủ sóng hầu hết châu Á, châu Âu, châu Phi. WorldSpace cũng có giấy phép phục vụ Nam Mỹ và Trung Mỹ, nhưng cho đến nay chưa phủ sóng được khu vực này. Tại Mỹ một số kênh phát thanh của WorldSpace như "The System" and "U-Pop" cũng được phát trên XM Satellite Radio. Nhiều đài phát thanh lớn đã phát sóng chương trình qua WorldSpace như BBC, NPR, CNN, Virgin Radio, Fox News and Bloomberg. Nhiều kênh trên WorldSpace cho phép quảng cáo miễn phí. Chất lượng âm thanh gần như chất lương CD.

Hình bên: Trung tâm điều hành vệ tinh WorldSpace's AfriStar tại Washington, D.C.

a) Máy thu thanh

+ Các hãng đã sản xuất máy thu thanh WorldSpace: JVC, Sanyo, Hitachi, Panasonic.

+ Các hãng đang sản xuất máy thu thanh WorldSpace: AMI (Hàn quốc), BPL (Ấn độ), Tongshi (Xi'an).

+ Anten của máy thu thanh WorldSpace phải lắp đặt tại vị trí có thể nhìn thấy rõ vệ tinh (với góc phương vị, góc ngẩng thích hợp).

+ Đa số các kênh phát thanh WorldSpace phải trả phí, nhưng cũng có một số ít kênh miễn phí như các kênh BBC's African và RFI.

Hình bên: Máy thu thanh Worldspace của Hitachi

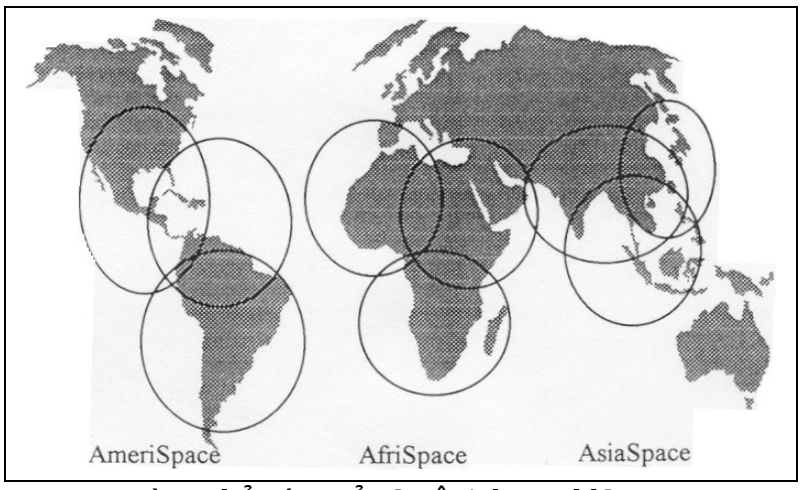
b) Các vệ tinh

+ Hiện mới chỉ có 2 vệ tinh được sử dụng: AfriStar phủ sóng châu Phi, châu Âu và vùng Trung đông; AsiaStar phủ sóng vùng Nam Á và cả vùng Trung Đông.

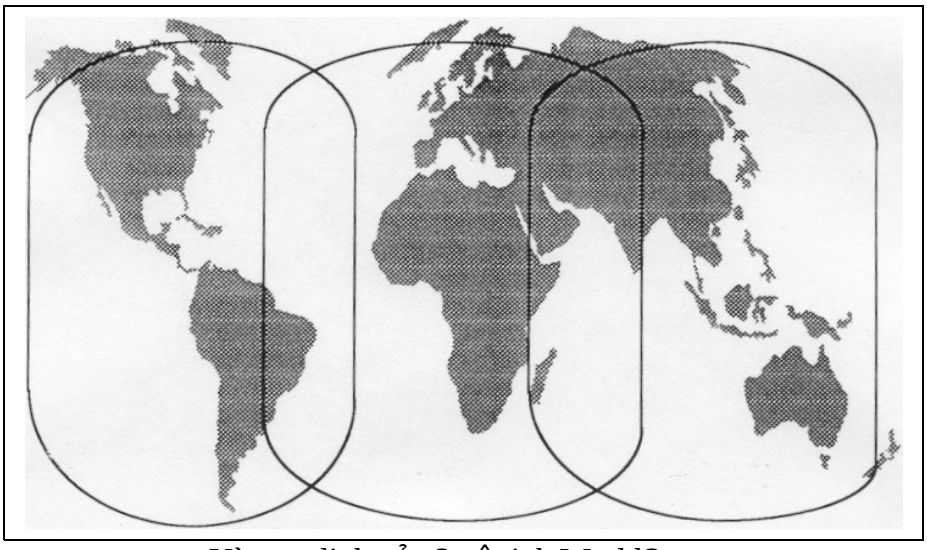
+ Chưa có kế hoạch phóng vệ tinh thứ ba là Ameristar để phủ sóng Nam Mỹ, Trung Mỹ vì băng sóng L mà WorldSpace định sử dụng đang được Không quân Mỹ sử dụng.

+ Mỗi vệ tinh phóng xuống 3 chùm tia, hỗ trợ đến 50 kênh phát thanh tin tức, âm nhạc, giải trí, giáo dục và kể cả dịch vụ multimedia cho máy tính.

+ WorldSpace dự định sẽ sử dụng tiêu chuẩn mở SDR (ETSI Satellite Digital Radio) cho mạng phát thanh mới, phủ sóng châu Âu trong năm 2008.



Vùng phủ sóng của 3 vệ tinh WorldSpace


Vùng uplink của 3 vệ tinh WorldSpace

2.3.5. Phát sóng multimedia DMB

a) Đặc điểm chung:

+ Digital Multimedia Broadcasting (DMB) là hệ thống phát sóng số được sử dụng để truyền thông tin multimedia (phát thanh, truyền hình, phát số liệu) tới các thiết bị cầm tay như điện thoại di động, TV di động, PDA... Công nghệ này do Hàn quốc đưa ra trong một đề án quốc gia về công nghệ thông tin và cũng chính Hàn quốc đã phát sóng DMB chính thức đầu tiên vào năm 2005.

+ DMB có thể phát sóng thông qua vệ tinh (S-DMB) hoặc phát sóng mặt đất (T-DMB).

+ DMB được thiết kế dựa trên cơ sở tiêu chuẩn DAB, và có một số đặc tính tương đồng với đối thủ chính DVB-H.

+ Giống như DAB, DMB phát sóng trên băng III (VHF) và L (UHF).

+ DMB chưa thể triển khai tại Bắc Mỹ vì băng sóng II đang dùng cho TV, băng sóng L đang dành cho Không quân Mỹ. Vì vậy, tại Bắc Mỹ, hệ thống độc quyền Qualcomm's MediaFLO vẫn đang được sử dụng . Nhật cũng triển khai một hệ thống khác, là “1seg” sử dụng ISDB.

+ T-DMB sử dụng MPEG-4 Part 10 (H.264) cho video và MPEG-4 Part 3 BSAC hoặc HE-AAC V2 cho audio. Audio và video được ghép chung và đóng gói vào dòng truyền tải MPEG-2 TS.

+ DMB sử dụng điều chế OFDM-DQPSK.

b) Tình hình triển khai:

Tại Hàn quốc:

+ Phát sóng S-DMB vào ngày 1/5/2005, T-DMB vào ngày 1/12/2005.

+ Tháng 12/2006, dịch vụ T-DMB gồm 7 kênh TV, 12 kênh phát thanh, 8 kênh số liệu được phát sóng trên 6 "kênh ghép" trên băng VHF, kênh TV số 8 và 12. Dịch vụ T-DMB được cung cấp miễn phí, nhưng chỉ có ở một số vùng.

+ Tháng 4/2007, dịch vụ S-DMB gồm 15 kênh TV, 19 kênh phát thanh và 3 kênh số liệu. Phải đăng ký và trả phí sử dụng S-DMB.

+ Khoảng 1 triệu máy thu đã được bán, tính đến tháng 6/2006. Máy thu có thể được tích hợp trong thiết bị chỉ đường trong xe, điện thoại di động, máy nghe nhạc cầm tay, máy tính xách tay (laptop) và máy ảnh số.

Tại các nước khác:

+ 'Mobiles Fernsehen Deutschland' của Đức đã tung ra dịch vụ T-DMB "Watcha" và otháng 6/2006, tại thời điểm tổ chức World Cup 2006, kết hợp với việc quảng bá điện thoại di động P900 của Samsung (điện thoại DMB đầu tiên ở châu Âu).

+ Pháp đang thử nghiệm DMB tại Paris.

+ Indonesia đang thử nghiệm DMB tại Jakarta.

+ NRK đang thử nghiệm DMB tại Trondheim, Na Uy.

+ Ý đang thử nghiệm DMB tại một số thành phố.

+ Trung quốc dự định cung cấp dịch vụ DMB trong thời gian diễn ra Olympics 2008.

2.3.6. Tình hình phát triển phát thanh số

a) Các nước chấp thuận DAB:

+ Đã có khoảng 20 nước chính thức sử dụng DAB:

Bỉ phát sóng DAB năm 1997;

Brasil – tháng 12/2005;

Trung quốc – đầu năm 2006, tại Bắc Kinh và Quảng Đông;

Năm 2006, 700.000 dân Đan Mạch (13% dân số) đã được nghe DAB;

Từ năm 1997, 2 triệu dân Phần Lan đã nghe DAB. (Tuy nhiên từ 2005, các đài DAB đã ngưng phát sóng, chỉ còn phát qua mạng);

Đức –tháng 4/1999, hiện nay 85% dân số nghe T-DAB;

Ireland – tháng 12/2006;

Na Uy – tháng 6/1995, hiện có 20 đài, hiện phủ sóng tới 70% dân số.

Rumani – Hè 2005;

Singapore – 11/1999, đã phủ sóng 100% dân số;

Tây Ban Nha đã phủ sóng 60% dân số;

Thụy Điển – 1995, hiện phủ sóng 40% dân số;

Anh – 1995, hiện phủ sóng 85% dân số;

+ DAB sử dụng codec MP2, đã bộc lộ một số hạn chế.

+ Tổ chức DAB hiện nay đã sáp nhập vào tổ chức WorldDMB.

+ Tháng 11/2006, WorldDMB thông báo sẽ sử dụng codec HE-AACv2 (tức là eAAC+), hỗ trợ âm thanh surround, sử dụng mã hóa sửa lỗi RS để nâng cấp DAB thành DAB+ ngay trong năm 2007.

+ DAB and DAB+ không sử dụng được cho các thiết bị di động vì không có video codec. Vì vậy DAB kết hợp với DMB để phát thanh số cho các thiết bị di động, thí dụ như tại Hàn quốc, DMB phát âm thanh DAB nén MPEG 1, Layer II cùng với các dịch vụ video.

b) Mỹ

+ Mỹ lựa chọn các hệ thống IBOC (hay DH Radio) được phát triển bởi iBiquity Digital (sáp nhập từ 3 công ty khác nhau), dựa trên cơ sở điều biến OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

+ Tốc tộ bit từ 96 đến 128 Kb/s đối với băng FM, 48Kb/s đối với băng AM (dùng kỹ thuật nén audio để sử dụng tối ưu dải tần).

+ National Radio Systems Committee (NRSC) và 3 công ty IBOC tiến hành thử nghiệm vào tháng 12/1999.

+ Trong lúc các đài phát thanh đang thử nghiệm phát thanh số mặt đất thi các hãng sản xuất xe hơi tham gia khai thác thị trường phát thanh số qua vệ tinh. Hãng Ford và DaimlerChrysler làm việc với Sirius Satellite Radio (trước đây là CD Radio) của New York; còn General Motors và Honda kết hợp với XM Satellite Radio ở Washington, D.C. để nghiên cứu triển khai các hệ thống phát thanh số qua vệ tinh cho khu vực Bắc Mỹ với khoảng 100 kênh phát thanh "chất lượng CD", cho phép người lái xe có thể nghe đài phát thanh quen thuộc của mình ở bất cứ nơi đâu trong khu vực Bắc Mỹ.

+ XM Satellite Radio có 3 vệ tinh (2 vệ tinh được phóng vào mùa xuân 2001, vệ tinh còn lại được phóng cuối năm 2005). Ngoài ra còn có các trạm phát lại trên mặt đất tại các thành phố khó thu nhận tín hiệu từ vệ tinh (vì có nhiều nhà cao tầng).

+ Tương tự, Sirius Satellite Radio cũng phóng 3 vệ tinh vào khoảng năm 2000 và xây dựng hàng loạt các trạm phát lại trên mặt đất.

+ FCC đã đấu giá quyền sử dụng dải tần phát thanh từ vệ tinh trong băng L (xung quanh 2.3 GHz)

c) Nhật:

+ Nhật đã bắt đầu phát thanh số mặt đất theo tiêu chuẩn riêng ISDB-TSB và phát thanh số vệ tinh trên tần số 2,6 GHz.

d) Hàn quốc:

+ Từ ngày 1/12/2005, Hàn quốc cung cấp dịch vụ T-DMB bao gồm cã phát thanh và truyền hình số. T-DMB có thể được coi như thế hệ sau của DAB. Đã có hơn 110.000 máy thu T-DMB đã được bán trong tháng 12/2005.

e) Các nước đang phát triển:

+ Công ty truyền thông vệ tinh dự kiến phóng 3 vệ tinh mang tên "AfriStar", "AsiaStar", và "AmeriStar" để phủ sóng phát thanh số qua vệ tinh phục vụ châu Phi, châu Á và châu Mỹ Latinh. Cho tới nay (2007), WorldSpace đã phóng "AfriStar" và "AsiaStar". Còn "AmeriStar" vẫn chưa phóng được do tần số phát sóng vệ tinh (băng L) trùng với dải tần của quân đội Mỹ.

+ Mỗi vệ tinh có 3 chùm tia truyền sóng xuống mặt đất, cung cấp đến 50 kênh phát thanh. Nhiều đài phát thanh địa phương, khu vực, quốc tế đã và đang làm việc với WorldSpace để thuê kênh phát sóng. WorldSpace cũng đã kết hợp với Thomson Broadcast để xây dựng các Telekiosk (trung tâm truyền thông cơ sở) để cung cấp các dịch vụ truyền thông đến các vùng nông thôn.

+ Một tập đoàn bao gồm các đài phát thanh truyền hình và các công ty sản xuất thiết bị đã nghiên cứu việc sử dụng lại các băng sóng AM (đang dùng cho phát thanh tương tự) cho phát thanh số. Hiện nay đã có hơn 70 đài phát sóng phát thanh số DRM và máy thu DRM cũng đã được bày bán rộng rãi. Các hệ thống DRM sử dụng các tiêu chuẩn nén dựa trên cơ sở MPEG 4 là aacPlus để mã hóa âm nhạc và CELP hoặc HVXC để mã hóa các chương trình phát thanh lời. Tuy nhiên hiện nay, giá máy thu thanh DRM còn tương đối cao đối với người dân các nước đang phát triển.

+ Việt Nam cũng chỉ đang ở giai đoạn nghiên cứu thử nghiệm phát thanh số.

Tháng 6/2007
(Trích Tài liệu hướng dẫn nghiệp vụ phát thanh, truyền thanh cho Cán bộ Nhân viên Công ty Thiết bị Vật tư Phát thanh Truyền hình EBC).