chấm xanh, trong hình 5.c. Các thông tin về tọa độ vật cũng được thể hiện đầy đủ trên giao diện điều khiển.

Đánh giá về chương trình cho thấy chương trình hoạt động tốt, vị trí vật thể được xác định chính xác về hình dáng và kích thước. Vấn đề điều khiển góc quay camera cũng thực hiện tốt khi sử dụng động cơ RC servo.

3. Kết luận

Bài báo đã để cập đến nội dung sử dụng máy tính nhúng để xây dựng một hệ thống xử lý ảnh bám theo đối tượng chuyển động, kết quả thu được là chính xác. Mô hình thực nghiệm cho kết quả tốt khẳng định tính đúng đắn của thuật toán. Đây là kết quả ban đầu về nội dung ứng dụng công nghệ xử lý ảnh trong lĩnh vựa điều khiển và tự động hóa. Các nội dung về vấn đề ứng dụng xử lý ảnh số sẽ được nhóm tác giả tiếp tục nghiên cứu và sẽ được trình bày ở các công trình nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Lương Mạnh Bá , "*Nhập môn xử lý ảnh số*", Nhà xuất bản KHKT – 2006.
[2] Hồ Văn Sung, "*Xử lý ảnh số- Lý thuyết và thực hành với MATLAB*", NXB KHKT – 2009.
[3] Rafael C. González, Richard Eugene Woods, "*Digital image processing*", Kluwer Publisher .
[4] Subhash Challa, " *Fundamentals of Object Tracking*" , Cambridge University Press, 2011.
[5] Adrian Kaehler, " *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*", 2000.
[6] Mark G. Sobell, "*Practical Guide to Linux Commands, Editors, and Shell Programmin*g", 2002.
[7] http://vi.wikipedia.org/wiki/Linux.

Người phản biện: TS. Trần Sinh Biên

ỨNG DỤNG ĐIỀU CHẾ ĐA SÓNG MANG - CÁC SÓNG MANG CON PHÂN CHIA TRỰC GIAO TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN DƯỚI NƯỚC

THE APPLICATION OF MULTICARRIER MODULATION WITH ORTHOGONAL SUBCARRIERS (MC-OFDM) IN UNDERWATER WIRELESS COMMUNICATION

TS. LÊ QUỐC VƯỢNG
Khoa Điện - ĐTTB, Trường ĐHHH
KS. NGUYỄN VĂN KIÊN
Công ty Xi măng Hải Phòng

Tóm tắt

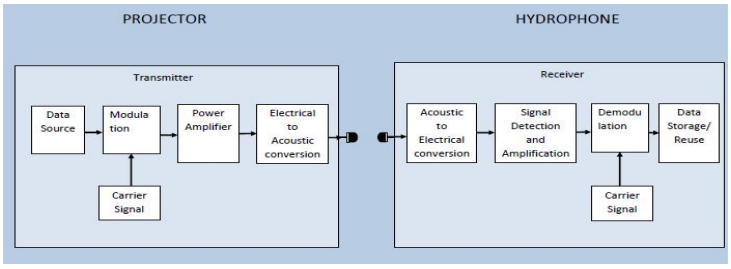
Bài viết trình bày về ý nghĩa và nguyên lý hoạt động cơ bản của một phương thức điều chế đặc biệt được ứng dụng trong thông tin vô tuyến dưới nước, đó là Điều chế đa sóng mang với các sóng mang con trực giao.

Abstract

This article presents about the meaning and the fundamental principle of a special modulation method what is applied in underwater wireless communication: Multicarrier Modulation – Orthogonal Frequency Division Multiplexing (MC-OFDM).

1. Hệ thống thông tin vô tuyến dưới nước và đặc điểm truyền lan sóng thủy âm

Cấu trúc cơ bản nhất của một hệ thống thông tin vô tuyến dưới nước (Underwater Wireless Communication – UWC) được trình bày trên hình 1.



Hình 1. Cấu trúc cơ bản của UWC.

Ở đây, ***máy phát thủy âm*** (hay ***máy chiếu xạ thủy âm*** – ***Projector***) thực hiện xử lý dãy dữ liệu thông tin bởi các quá trình điện tử, sau đó chuyển đổi các tín hiệu điện sang tín hiệu dao động áp suất dạng sóng thủy âm bức xạ ra môi trường nước. Sóng thủy âm mang thông tin truyền lan trong môi trường nước chính là ***tín hiệu sóng thủy âm***. Tín hiệu sóng thủy âm đến ***máy thu thủy âm*** (hay ***tai nghe thủy âm*** – ***Hydrophone***) được chuyển đổi lại thành tín hiệu điện và cũng qua các quá trình xử lý điện tử khôi phục thành dãy dữ liệu thông tin ban đầu. Trong một số trường hợp, để tăng cự ly thông tin người ta kết hợp cả máy phát và thu thủy âm trong cùng một thiết bị gọi là ***bộ chuyển tiếp*** (***Transducer***). Nó đóng vai trò như một trạm gốc trong thông tin trên mặt nước:Thu tín hiệu từ một máy phát, khuyếch đại lên và phát xạ chuyển tiếp đến một máy thu khác.

Trong sơ đồ trên, sự truyền lan của sóng thủy âm trong môi trường nước đóng vai trò kênh thông tin, thường gọi là ***Kênh thủy âm*** có ý nghĩa rất quan trọng và quyết định trong các hệ thống thông tin vô tuyến dưới nước. Kết quả các nghiên cứu về kênh thủy âm đi đến một số nhận xét là nó có những đặc điểm cơ bản khác biệt rất nhiều so với các kênh thông tin trên mặt nước, trong đó đáng chú ý nhất là:

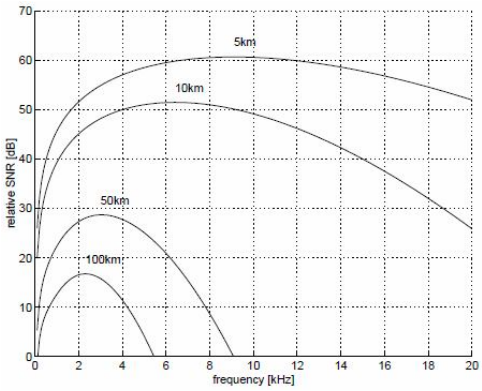
- Tốc độ lan truyền của sóng thủy âm là ***rất nhỏ***, khoảng 1500m/s (nhỏ hơn rất nhiều so với tốc độ lan truyền của sóng điện từ xấp xỉ vận tốc ánh sáng $3x10^6$m/s);

- Đặc tính tần số của kênh thủy âm qua các đồ thị hình 2 đi đến một số kết luận đặc biệt là:

* Tần số công tác là ***rất thấp*** (nằm trong dải dao động của sóng âm thanh);

* Độ rộng băng tần ***rất hẹp*** và độ gợn sóng ***khá lớn***;

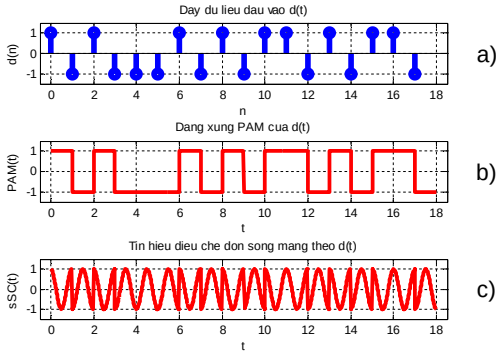
Vì vậy việc nghiên cứu về các quá trình xử lý tín hiệu, đặc biệt là các quá trình điều chế, là rất cần thiết để có thể có ***sự phối hợp tốt nhất*** giữa máy thu thủy âm, máy phát thủy âm với kênh thủy âm theo đúng lý thuyết truyền tin. Một trong số các giải pháp hiện hữu là ứng dụng kỹ thuật Điều chế đa sóng mang với các sóng mang con trực giao với nhau (MC–OFDM). Trong các phần sau để minh họa cho ý nghĩa ứng dụng của MC–OFDM chúng ta sẽ xét ví dụ dãy dữ liệu 1/-1 và dạng điều chế biên độ xung (PAM) tương ứng hình 3a, b. Không mất tính tổng quát và cũng đơn giản nhất chúng ta sẽ giả thiết nghiên cứu trường hợp Điều chế biên độ AM.



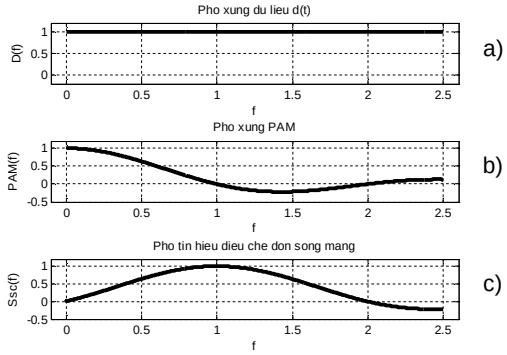
Hình 2. Đặc tính tần số kênh thủy âm.

2. Điều chế đơn sóng mang

Tất cả các xung PAM ở hình 3b được điều chế biên độ với cùng 1 sóng mang f_c. Khi thực hiện điều chế biên độ, tín hiệu nhận được có dạng hình 3c.



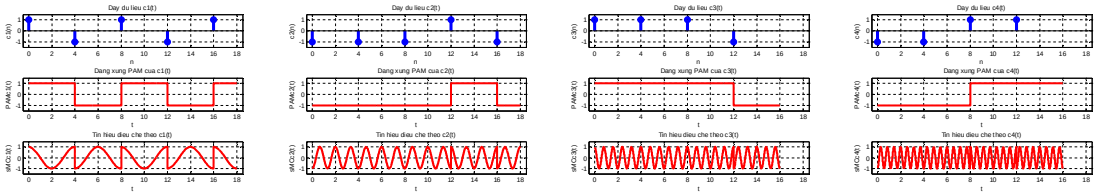
Hình 3. Tín hiệu trong miền thời gian.



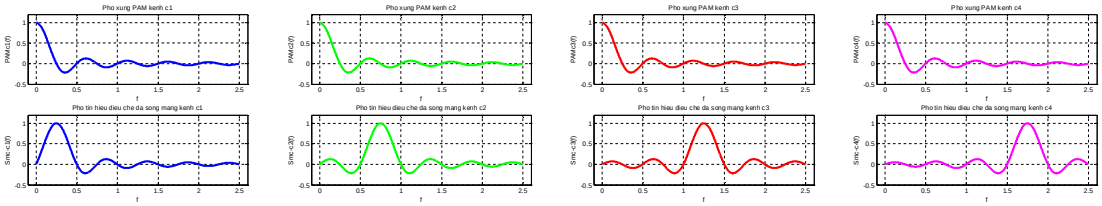
Hình 4. Phổ tín hiệu trong miền tần số.

Kết quả, các phân tích trong miền tần số cho ta phổ của tín hiệu trình bày trong hình 4 tương ứng, trong đó tỷ lệ xích trục tần số được giả thiết với thời gian kéo dài 1 bit bằng 1 (T_b = 1). Dãy dữ liệu là các xung kim nên phổ của nó trải dài trong miền tần số; Các xung PAM có độ rộng

T_b = 1, nên độ rộng phổ búp chính $1/T_b$ = 1; Khi đó chọn sóng mang theo tiêu chuẩn Nyquyt, cần có tần số thấp nhất để điều chế là $f_c = 1/T_b$ cũng bằng 1, phổ tín hiệu điều chế nhận được trên hình 4c. Độ rộng phổ tín hiệu điều chế B_{SC} trong trường hợp này là bằng 2.



Hình 5. Tín hiệu các kênh con trong miền thời gian – MC.



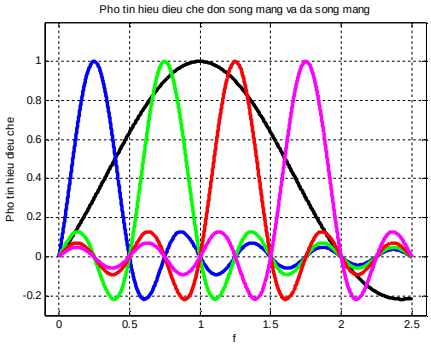
Hình 6. Phổ các kênh con tương ứng trong miền tần số – MC.

Trong các hệ thống UWC điều kiện đặt ra là:

- Tần số sóng mang f_c cần phải thật thấp;

- Để giảm ảnh hưởng của các tác động nhiễu do băng thông hạn chế, cần phải giảm độ rộng phổ tín hiệu điều chế B_{SC} hẹp hơn nữa;

Các điều kiện này sẽ được cải thiện rõ rệt khi ứng dụng điều chế đa sóng mang.



Hình 7. So sánh giữa SC và MC.

3. Điều chế đa sóng

Phân luồng dữ liệu $d(t)$ thành r luồng song song nhau $c_i(t)$, mà mỗi luồng được điều chế trên 1 sóng mang f_{ci} riêng biệt. Khi đó thời gian của các xung PAM trên 1 luồng kéo dài hơn r lần và phổ thu hẹp lại r lần ($B_{MCi} = B_{SC}/r$). Xét ví dụ minh họa với r = 4, ta có:

Dãy c_1: d_1, d_5, d_9, … → Điều chế sóng mang tần số $f_{c1} = f_c/r = f_c/4$

Dãy c_2: d_2, d_6, d_{10}, … → Điều chế sóng mang tần số $f_{c2} = 3.f_{c1}$

Dãy c_3: d_3, d_7, d_{11}, … → Điều chế sóng mang tần số $f_{c3} = 5.f_{c1}$

Dãy c_4: d_4, d_8, d_{12}, … → Điều chế sóng mang tần số $f_{c4} = 7.f_{c1}$

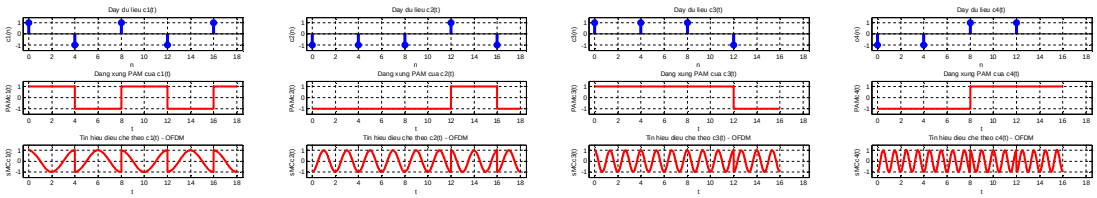
Trong miền thời gian, các tín hiệu này được mô tả trên hình 5. Trong miền tần số, phổ các tín hiệu tương ứng mô tả trên hình 6. Kết quả so sánh tương đối được đưa ra trên hình 7. Nhận xét hiệu quả của điều chế đa sóng mang đã đạt được là:

- Đã xuất hiện các sóng mang có tần số thấp hơn $f_{ci} < f_c$;

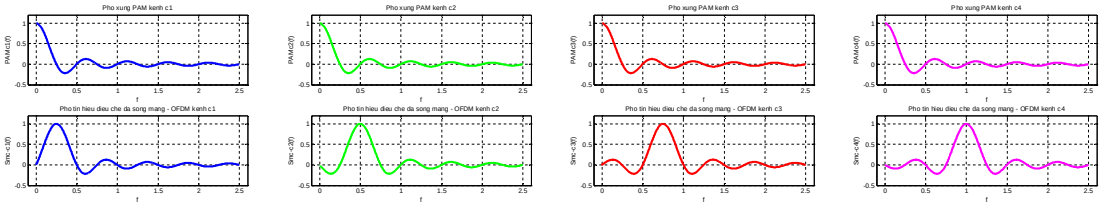
- Độ rộng phổ của các kênh con B_{MCi} đã hẹp hơn B_{SC}, song tổng độ rộng phổ của các kênh con vẫn chưa giảm $\Sigma B_{MCi} = B_{SC}$.

Giải pháp cho vấn đề này chính là áp dụng các sóng mang con trực giao nhau (OFDM).

4. Điều chế đa sóng mang với các sóng mang con trực giao



Hình 8. Tín hiệu các kênh con trong miền thời gian – MC OFDM.



Hình 9. Phổ các kênh con tương ứng trong miền tần số – MC OFDM.

Áp dụng tính chất trực giao của các sóng mang với tần số có ước số chung là một tần số f_0 nhất định, khi đó độ tương quan tính theo tích Kroneker của 2 sóng mang $s_i(t)$ và $s_j(t)$ trong khoảng 1 chu kỳ T_0 thỏa mãn:

$$\int_0^{T_0} s_i(t).s_j(t) = \sigma_{ij}$$

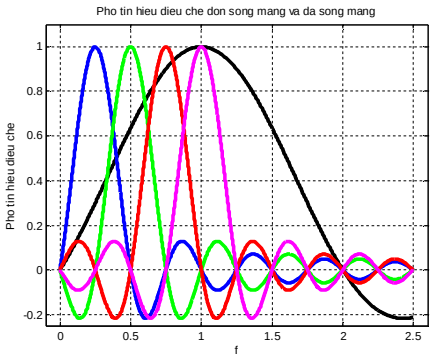
Cho phép một phần biên độ phổ có thể chồng lấn lên nhau mà không gây nhiễu giao thoa. Khi đó giá trị tần số của các sóng mang hạ thấp lần lượt là: f_{c1} – không thay đổi vẫn bằng $f_c/r = f_c/4$; $f_{c2} = 2.f_{c1}$; $f_{c3} = 3.f_{c1}$; $f_{c4} = 4.f_{c1}$. Hiệu ứng kéo theo đối với tín hiệu, phổ được mô tả trên hình 8, 9 và kết quả so sánh hình 10.

Kết quả trong trường hợp cuối cùng, MC–OFDM hoàn toàn thỏa mãn các điều kiện đối với hệ thống UWC, đó là:

- Các sóng mang con có tần số không cao hơn tần số SC: $f_{ci\text{ - OFDM}} \le f_c$;

- Độ rộng phổ của các kênh con B_{MCi} hẹp hơn B_{SC} nhiều lần và tổng độ rộng phổ của các kênh con đã thu hẹp hơn so với SC: $\Sigma B_{Mci\text{ - OFDM}} < B_{SC}$.

Điều này chứng tỏ giải pháp MC–OFDM rất phù hợp với các hệ thống UWC.



Hình 7. So sánh giữa SC và MC–OFDM.

5. Kết luận

Theo các phân tích trên, giải pháp MC–OFDM thỏa mãn các điều kiện về đặc tính tần số đối với kênh thông tin thủy âm và rất phù hợp ứng dụng cho các hệ thống UWC.

Mặt khác, một đặc điểm cơ bản của kênh thông tin thủy âm là tốc độ lan truyền của sóng thủy âm rất nhỏ khiến cho các hiệu ứng đa đường đối với hệ thống UWC có thể nói là rất "khốc liệt". Nhưng nếu phân tích giải pháp MC–OFDM theo khía cạnh khác, chúng ta có thể còn đi đến kết quả là nó có khả năng làm giảm thiểu rất nhiều nhiễu giữa các ký hiệu (ISI), hay nói các khác nó còn có tác dụng hạn chế một cách tích cực đối với các hiệu ứng đa đường.

Tiếp tục đi sâu phát triển giải pháp MC–OFDM theo hướng áp dụng các phương thức điều chế phức tạp hơn nhằm giảm hẹp hơn nữa các biên tần tín hiệu, chúng ta sẽ đi đến các kết quả rất hiệu quả trong ứng dụng vào hệ thống UWC.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] J. G. Proakis, M. Salehi, *Contemporary Communication System using MATLAB*, Brooks/Cole Publisshing Company, Northeastern University, Canada, 2000.

[2] J. G. Proakis, M. Salehi, *Communication Systems Engineering*, Upper Saddle River, Prentice Hall, Inc., USA, 1994.

[3] E. Bejjani, J. C. Belfiore, *Multicarrier Coherent Communications for The Underwater Acoustic Channel*, in Proc. of OCEANS, Sept. 1996, pp. 1125-1130.

[4] R. Bradbeer, E. Law, L. F. Yeung, *Using OFDM in a Modem for Underwater Wireless Communications System*, in Proc. of IEEE International Conference on Consumer Electronics, June 2003, pp. 360-361.

Người phản biện: TS. Phạm Văn Phước