

## XỬ LÝ SỐ TÍN HIỆU NÂNG CAO (ADVANCED DIGITAL SIGNAL PROCESSING)

Mã số MH: 045138

Số tín chỉ:	<b>Tc (LT.BT&amp;TH.Tự Học): 3</b>				<b>TCHP:</b>			
Số tiết	-Tổng:	<b>60</b>	LT: <b>45</b>	BT: <b>0</b>	TH: <b>0</b>	ĐA:	BTL/TL: <b>15</b>	
Đánh giá:	Bài tập và kiểm tra trên lớp:				30%			
	Thực hành/tiểu luận:				20%			
	Thi cuối kỳ:				50%			
- Môn tiên quyết:								
- Môn học trước:								
- Môn song hành:								
- CTĐT ngành (Mã ngành):		Kỹ Thuật Điện Tử (8520203), Kỹ Thuật Viễn Thông (8520208)						
- Ghi chú khác:								

### 1. Mục tiêu môn học:

-Cung cấp kiến thức xử lý số tín hiệu nâng cao cho nhiều môn học khác nhau trong toàn bộ chương trình đào tạo cao học.

-Nội dung bao gồm phần xử lý tín hiệu analog và digital; thiết kế các bộ lọc số FIR và IIR dựa vào phương pháp cửa sổ và phép biến đổi song tuyến tính bilinear transformation.

-Các phương pháp phân tích tín hiệu thời gian-tần số (time-frequency) và thời gian-tỉ lệ (time-scale) được nhấn mạnh cho việc xử lý các tín hiệu không dừng nonstationary.

-Ước lượng mật độ phổ công suất dùng mô hình thông số và phi-thông số.

-Phần thực hiện Project trong môn học sẽ được chú ý vào việc ứng dụng phần cứng họ DSP TMS320Cxxxx cho những bài toán xử lý tín hiệu hoặc phân tích hệ thống nhúng.

### Aims:

-To provide a comprehensive knowledge on Advanced Digital Signal Processing for graduate levels. It can be also a signal processing background applied to other courses.

-The contents are included the concepts of analog and digital signal processing; the design methods for Finite-Impulse response (FIR) and Infinite Impulse response (IIR) digital filters based on the window method and bilinear transformation.

-The processing of nonstationary signals by time-frequency and time-scale analysis are addressed to be the advanced level for signal processing.

-Power Spectral density estimation using parametric and non-parametric models.

-A project accompanied to the course will be recommended to the hardware implementation with the DSP family TMS320Cxxxx for signal processing or embedded system analysis.

## **2. Nội dung tóm tắt môn học:**

Môn học nhằm cung cấp những kiến thức nâng cao về xử lý số các loại tín hiệu cho các học viên có trình độ sau đại học (Thạc sĩ và ứng viên Tiến sĩ). Nội dung bao gồm những vấn đề tổng hợp từ nhiều tài liệu tham khảo về xử lý số tín hiệu. Đặc biệt tài liệu tham khảo số 2 được chỉ định là tài liệu tham khảo chính cho việc giảng bài đến các học viên. Lý thuyết về Wavelets đã và đang được quan tâm bởi nhiều kỹ sư và các nhà nghiên cứu cũng được giới thiệu trong môn học giúp cho các học viên tiếp cận một phương pháp tương đối mới và hiệu quả trong xử lý tín hiệu. Nội dung phân chia thành 11 chương bao gồm những chương ôn tập khái niệm về “Tín hiệu và Hệ Thống”; Phương pháp xử lý số cho tín hiệu analog và lấy mẫu với những tốc độ khác nhau (Decimation and Interpolation), kỹ thuật lấy mẫu dư (over-sampling) và định dạng nhiễu (noise-shaping) để giảm số bit mã hóa; Phép biến đổi Z và sự liên hệ với đáp ứng tần số của hệ thống xử lý số; Phép biến đổi Fourier thời gian rời rạc DFT và biến đổi nhanh FFT; Thực hiện bộ lọc số và các phương pháp thiết kế và phân tích bộ lọc số có đáp ứng xung hữu hạn (FIR) và vô hạn (IIR) dùng kỹ thuật windows và phép biến đổi song tuyến tính (bilinear transformation), Dây bộ lọc (Filter Banks) và mã hóa băng con (subband coding); Phép biến đổi Fourier thời gian ngắn (STFT) và biến đổi Wavelets; Các phân bố time-frequency phi tuyến Wigner-Ville và Ambiguity function; Ước lượng mật độ phổ công suất và những mô hình tham số và phi tham số.

Đi kèm với nội dung lý thuyết sau mỗi chương, các học viên sẽ được yêu cầu hoàn tất các bài tập và phần mô phỏng dùng chương trình MATLAB. Phần thực hành có thể được áp dụng tùy theo sự chỉ định của giảng viên cũng như điều kiện về phần cứng, một project được chỉ định cho các học viên liên quan đến việc ứng dụng phần cứng và lập trình C/Assembler cho các DSP họ Motorola (56XXX) hoặc Texas Instrument (TMS320CXXXX). Một báo cáo bắt buộc cũng như thuyết trình được áp dụng cho việc đánh giá một phần của môn học. Việc đánh giá môn học thông qua nhiều bài kiểm tra (1 tiết) hàng tuần (Multiple Midterm Exams); Project và bài thi tổng hợp cuối khóa.

### **Course outline:**

The fundamental and advanced concepts about Digital Signal Processing are targeted to the graduate level. The contents are included approaches from many references on Digital signal processing. The 2<sup>nd</sup> referenced book is recommended to be the main textbook for lectures. The wavelet transform, an efficient method for signal processing, is lectured in the course for catching up a dated method in signal processing approaches. The lectures are included 11 chapters: review on signals and systems; Multi-rate Sampling and Reconstruction with decimation and interpolation, Oversampling and Noise Shaping to reduce the quantization bits; Z-transform and applications to frequency response analysis; Discrete time Fourier and Fast Fourier transform; Realize and Design the FIR and IIR digital filters using the window methods and the bilinear transformation; Filter banks and subband coding; the Short Time Fourier Transform STFT and the wavelet transformation; nonlinear time-frequency analysis with the Wigner-Ville and Ambiguity Function; Power Spectral Density Estimation and parametric/nonparametric models. Tutorials and Matlab-based exercises are accompanied to every chapter. The practical implementation of DSP hardware is subjected to be appointed to grouped students doing projects. Formal reports and presentations are applied to the project works.

## **3. Tài liệu học tập:**

[1] Dimitris G. M, Vinay K.I, “**Applied Digital Signal Processing**”, Cambridge University Press, 2011, ISBN 978-0-521-11002-0.

[2] Mrinal M., Amir Asig, “**Continuous and Discrete Time sSignals & Systems**”, Cambridge University Press, 2007, ISBN-13 978-0-521-85455-9

[3] M.Vetterli, J.Kovacevic, “**Wavelets and Subband Coding**”, Prentice-Hall, 1995, ISBN 0-13-097080-8Sophocles

[4] J.Orfanidis, ”**Introduction to Signal Processing**”, Prentice Hall Publisher, 1996, ISBN 0-13-209172-0.

[5] Athanasios Papoulis, ”**Signal Analysis**”, McGraw-Hill, Inc., 1977, ISBN 0-0-066468-4.

[6] Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer, “**Discrete-Time Signal Processing**”, Prentice Hall Publishers Ltd, 1999, ISBN 0-13-754920-2.

[7] S. Poornachandra, B Sasikala, “**Digital Signal Processing**”, Tata McGraw-Hill, 2010, ISBN 978-0-07-067279-6

[8] And all of DSP books can be referenced for further reading.

#### **4. Các hiểu biết, các kỹ năng cần đạt được sau khi học môn học:**

Sau khi hoàn tất môn học này, sinh viên có thể giải quyết những vấn đề liên quan đến:

STT	Chuẩn đầu ra môn học lý thuyết	CDIO
LO1	Xử lý tín hiệu analog và digital signals. Đối với xử lý tín hiệu analog, các kỹ thuật thay đổi tốc độ lấy mẫu trong việc lấy mẫu xử lý và hồi phục tín hiệu	1.1, 1.2, 1.3
LO2	Thiết kế bộ lọc số dạng FIR và IIR dùng phương pháp cửa sổ và phép biến đổi song tuyến tính. Cách thực hiện cấu trúc bộ lọc số.	1.2, 1.3, 2.1, 2.5, 4.4
LO3	Ứng dụng phân bố zeros và cực để phân tích đáp ứng tần số của một hệ thống.	1.4, 2.1, 2.3
LO4	Liên hệ giữa tính chất hội tụ, nhân quả và ổn định trong việc thiết kế hệ thống bộ lọc	1.3, 2.3, 4.1, 4.3, 4.4
LO5	Xử lý tín hiệu không dừng (non stationary) bằng các phương pháp phân tích thời gian-tần số và thời gian-ti lệ	1.3, 2.1, 2.3, 4.1, 4.3, 4.4
LO6	Dãy bộ lọc, khái niệm về subband coding và phép biến đổi wavelets	1.2, 2.1, 2.3, 4.5
LO7	Ước lượng mật độ phổ công suất tín hiệu theo mô hình thông số và phi thông số	2.3, 4.4
LO8	Khả năng tự tìm hiểu và giải quyết vấn đề độc lập cũng như làm việc nhóm	2.1, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 4.3
LO9	Khả năng trình bày các vấn đề kỹ thuật một cách khoa học và hiệu quả	2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.6

#### **Learning outcomes:**

STT	Learning Outcomes	CDIO
LO1	Analog and Digital Signal Processing. To the analog signal processing, the multirate sampling technique is introduced for signal processing and reconstruction.	1.1, 1.2, 1.3

LO2	The window methods and the bilinear transformation are implemented for FIR and IIR digital-filter designs. Filter structures can be presented.	1.2, 1.3, 2.1, 2.5, 4.4
LO3	The poles/zeros patterns can be used for drafting the frequency response of a digital filter	1.4, 2.1, 2.3
LO4	The properties such as convergence, causality and stability are cooperated in filter designs	1.3, 2.3, 4.1, 4.3, 4.4
LO5	Non stationary signal processing by using time-frequency and time-scale analysis	1.3, 2.1, 2.3, 4.1, 4.3, 4.4
LO6	The concepts of Filterbanks, subband coding and the wavelet transform	1.2, 2.1, 2.3, 4.5
LO7	Power spectral density estimation of signals based on the parametric and non-parametric models	2.3, 4.4
LO9	Can study and solve engineering problems independently or join team work.	1.2, 1.3, 2.1, 2.5, 4.4
LO9	Having skill to present science issues effectively	2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 4.3, 4.6

### **5. Hướng dẫn cách học - chi tiết cách đánh giá môn học:**

Học viên cần download các bài giảng qua elearning liên quan đến môn học (được cập nhật qua mỗi học kỳ), đọc thêm tài liệu tham khảo và làm bài tập đầy đủ.

Học viên cần có cơ bản về lập trình C/Assembler để sử dụng tốt các họ DSP hardwares có thể ứng dụng trong projects.

Thông thường mỗi buổi giảng sẽ có bài tập thu hoạch được tính điểm tích lũy trong phần bài tập do vậy học viên cần tham dự lớp đầy đủ.

Cách đánh giá :

-Bài tập và bài kiểm tra nhanh trong lớp: 30%

-Thực hành/Project theo nhóm: 20%

-Thi cuối kỳ: 50%

Bài tập và bài kiểm tra nhanh trong lớp: 30%

Thực hành/Project theo nhóm: 20%

Thi cuối kỳ: 50%

### **Learning strategies & Assessment Scheme:**

Students should download the lecture materials from the website e-learning (they may be modified regularly every semester); further reading via recommended textbooks and solving appointed exercises

Students are needed to have a background on C/Assembler programming for using the DSP hardware which may be implemented in the project.

Students should attend the class regularly to satisfy the accumulate marks for multiple midterm exams.

Grading system:

-Homework and multiple midterm exams: 30%

-Team-work project: 20%

-Final exam: 50%

Homework and multiple midterm exams: 30%

Team-work project: 20%

Final exam: 50%

**6. Nội dung chi tiết:**

Tuần/ Buổi	Chủ đề (chương)	Nội dung	Tài liệu
1	<b>Chương 1: Tổng quan về tín hiệu và hệ thống</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>* Phân loại tín hiệu theo tính chất</li><li>* Phân loại hệ thống theo tính chất</li><li>* Phân biệt giữa tín hiệu thời gian rời rạc và tín hiệu số</li><li>* Phân biệt giữa tín hiệu năng lượng và tín hiệu công suất</li><li>* Phân biệt giữa tín hiệu chẵn và tín hiệu lẻ</li><li>* Phân biệt giữa tín hiệu xác định và tín hiệu ngẫu nhiên.</li></ul> Bài tập	[5,6,8]

Tuần/ Buổi	Chủ đề (chương)	Nội dung	Tài liệu
2, 3	<b>Chương 2: Xử lý số tín hiệu analog và lấy mẫu đa tốc độ</b>	<p>Lấy mẫu tuần hoàn tín hiệu liên tục</p> <p>Biểu diễn trong miền tần số của tín hiệu lấy mẫu</p> <p>Hồi phục tín hiệu băng thông giới hạn từ các mẫu của nó.</p> <p>Xử lý rời rạc các tín hiệu liên tục</p> <p>Thay đổi tốc độ lấy mẫu trong xử lý tín hiệu thời gian rời rạc</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Giảm tốc độ lấy mẫu theo thừa số nguyên interge</li> <li>* Tăng tốc độ lấy mẫu theo thừa số nguyên interger</li> <li>* Thay đổi tốc độ lấy mẫu theo thừa số không nguyên</li> </ul> <p>Xử lý tín hiệu đa tốc độ (Multirate signal processing)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Chuyển đổi bộ lọc và tăng/giảm lấy mẫu</li> <li>* Phân tách Polyphase</li> <li>* Ứng dụng Polyphase cho các bộ lọc giảm mẫu</li> </ul> <p>Xử lý số tín hiệu liên tục</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Tiền lọc chống chồng phổ</li> <li>* Chuyển đổi A/D</li> <li>* Chuyển đổi D/A</li> <li>* Lấy mẫu dư và định dạng</li> </ul> <p>nhiều trong các bộ ADC/DAC</p> <p>Bài tập và mô phỏng</p>	[4,6]
4	<b>Chương 3: Biến đổi Z và ứng dụng giải tích các hệ thống tuyến tính</b>	<p>Định nghĩa Z-transform</p> <p>Tính chất của Z-transform.</p> <p>Miền hội tụ ROC và sự ổn định</p> <p>Biến đổi Z cho một số hàm đặc biệt</p> <p>Biến đổi ngược Z</p> <p>Giải tích hệ thống LTI trong miền Z và miền Fourier.</p> <p>Biểu diễn đáp ứng tần số của hệ thống LTI dùng phân bố zeros/cực của phép biến đổi Z.</p> <p>Bài tập và mô phỏng.</p>	[4,5,6]

Tuần/ Buổi	Chủ đề (chương)	Nội dung	Tài liệu
5	<b>Chương 4: Biến đổi Fourier rời rạc DFT và biến đổi Fourier nhanh FFT</b>	Tín hiệu bị cửa sổ hóa và độ phân giải tần số Biến đổi Fourier thời gian rời rạc DTFT và tính chất của nó Biến đổi Fourier rời rạc DFT và tính chất của nó. Biến đổi Fourier nhanh FFT và tính chất của nó. Bài tập và mô phỏng.	[4,7,2]
6	<b>Chương 5: Hiện thực bộ lọc số</b>	Dạng trực tiếp 1. Dạng chính tắc (trực tiếp 2). Dạng nối tiếp. Chuyển đổi nối tiếp sang chính tắc. Hiện thực phần cứng và bộ đệm vòng. Hiệu ứng lượng tử hóa trên bộ lọc số. Bài tập và mô phỏng.	[1,2,4]
7, 8	<b>Chương 6: Thiết kế bộ lọc FIR và IIR</b>	Thiết kế bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn FIR <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phương pháp cửa sổ: Chữ nhật, Hamming, và Kaiser</li> <li>- Phương pháp lấy mẫu tần số.</li> <li>- Thiết kế bộ lọc FIR bằng p/p khác.</li> </ul> Thiết kế bộ lọc đáp ứng xung vô hạn IIR. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Biến đổi song tuyến tính Bilinear transformation.</li> <li>- Thiết kế bộ lọc thông thấp và thông cao</li> <li>- Thiết kế bộ lọc bậc cao.</li> </ul> Bài tập và mô phỏng.	[1,2,4]

Tuần/ Buổi	Chủ đề (chương)	Nội dung	Tài liệu
9, 10	<b>Chương 7: Dây bộ lọc Filter Banks</b>	Các phép toán đa tốc căn bản Dãy bộ lọc hai kênh Cấu trúc cây của dãy bộ lọc Dãy bộ lọc M-kênh đồng nhất Dãy bộ lọc DFT Dãy bộ lọc biến điệu Cosine Biến đổi trực giao Lapped orthogonal transforms Mã hóa băng con cho ảnh Xử lý tín hiệu chiều dài hữu hạn Transmultiplexers Bài tập và mô phỏng.	[2,3]
11	<b>Chương 8: Biến đổi Fourier thời gian ngắn STFT</b>	Tín hiệu thời gian liên tục Phân giải thời gian/tần số và biểu diễn spectrogram Tín hiệu thời gian rời rạc Kỹ thuật trừ phổ đưa vào biến đổi STFT Bài tập và mô phỏng.	[5,6,8]
12	<b>Chương 9: Biến đổi wavelets</b>	Biến đổi wavelets liên tục (CWT) Wavelets cho các phân tích thời gian-tỉ lệ Hồi phục tích phân và bán rời rạc Chuỗi Wavelet Biến đổi wavelets rời rạc (DWT) Wavelets từ các dãy bộ lọc Họ Wavelet Nén ảnh dùng Triệt nhiễu dùng wavelets Bài tập và mô phỏng.	[2,3]
13	<b>Chương 10: Phân bố thời gian-tần số phi tuyến</b>	Hàm ambiguity function Phân bố The Wigner Distribution Phân bố thời gian-tần số tổng quát Phổ của biến đổi Wigner-Ville Bài tập và mô phỏng	[1,2,6]



Tuần/ Buổi	Chủ đề (chương)	Nội dung	Tài liệu
14, 15	<b>Chương 11: Ước lượng mật độ phổ công suất</b>	Lý thuyết cơ bản Các tính chất ước lượng Ước lượng mật độ phổ công suất: Periodogram; averaged periodogram; modified periodogram; correlogram Phân tích phổ thông số Parametric spectral analysis: mô hình ARMA; mô hình MA Phương pháp phân tích phổ siêu phân giải: MUSIC algorithm; Root-MUSIC algorithm; ESPRIT algorithm Bài tập và mô phỏng	[5,6,8]

**7. Giảng viên tham gia giảng dạy:**

CBGD chính: GS.TS Lê Tiến Thường

CBGD tham gia: PGS.TS Đỗ Hồng Tuấn

PGS.TS Hà Hoàng Kha

TS. Võ Trung Dũng

**BỘ MÔN QUẢN LÝ MÔN HỌC**

*Tp. Hồ Chí Minh, ngày ..... tháng ..... năm .....*

**GIẢNG VIÊN LẬP ĐỀ CƯƠNG**

**PGS.TS Đỗ Hồng Tuấn**