

مقدمة الكتاب

إننا نعيش بل نسبح فى عالم من الإشارات التي تتعامل معها دائماً، فهناك إشارات لاسلكية مثل إشارات الراديو والتلفزيون والهاتف المحمول والشبكات اللاسلكية والإشارات المنبعثة من خطوط القدرة، وإشارات سلكية مثل إشارة التليفون وشبكة الحاسب السلكية، وأنواع أخرى وكثيرة من الإشارات مثل إشارة راسم القلب الإلكتروني وراسم المخ وراسم العضلات وأجهزة التصوير الطبية المختلفة، وإشارات التراسل مع الأقمار الصناعية خارج نطاق الأرض، وإشارات التحكم عن بعد في الكثير من الأجهزة، كل هذه إشارات تتولد ضعيفة مخلوطة بالكثير من الضوضاء والإشارات الأخرى غير المرغوب فيها، ولكي تتم الاستفادة من هذه الإشارات ونستطيع التعامل معها لابد من معالجتها وتهيأتها في صورة مناسبة، وهذا هو الدور الأساسي لعلم معالجة الإشارات، أي أن علم معالجة الإشارات هو العلم الذي يقدم لنا الطرق المختلفة لتهيئة أي إشارة وجعلها في الصورة المناسبة للتعامل معها. هذا العلم بدأ مع بدايات القرن الماضي وبالطبع لم تكن الحاسبات في هذا الوقت قد عرفت ولا كانت في الحسبان ولذلك كانت الإشارات كلها من النوع التماثلي أو الانسيابي وكانت طرق المعالجة من النوع التماثلي أو الانسيابي أيضاً.

ظل الوضع كذلك إلى أن ظهرت الحاسبات في بداية سبعينيات القرن العشرين

وحدث ما يشبه الثورة في مجال الحاسبات والمعالجات الدقيقة وبالطبع فقد تركت هذه الثورة آثارها على شتى العلوم ومنها علم معالجة الإشارات حيث تحولت الإشارات التناظرية إلى إشارات رقمية وتحولت معها طرق المعالجة إلى طرق رقمية يتم إجراؤها إما باستخدام حاسب أو حتى شريحة إلكترونية وحدثت ثورة موازية في علم معالجة الإشارات الرقمية ظهرت معها طرقاً وخوارزميات جديدة كانت مجرد خيال أو حتى نظريات على الورق وكتب لها الظهور بفضل ثورة الحاسبات. هذه الثورة في علم المعالجة الرقمية للإشارات جعلته يدخل بل ويصبح أداة مهمة في شتى تطبيقات ومجالات التعامل مع الإشارات مهما كانت هذه الإشارات، فغالباً لن تجد جهازاً يستخدم الآن إلا وبداخله معالج للإشارة مما يعكس هذه الأهمية لهذا العلم أنه أصبح أساسياً في شتى التخصصات الهندسية سواء كانت تخصصات الإلكترونيات أو الاتصالات أو الآلات الكهربائية أو حتى القوى الكهربائية بل والتخصصات الميكانيكية والجيولوجية وغيرها، أصبحت كلها تهتم بدراسة هذا العلم لما له من أهمية في دراسة الموضوعات التي تسببها أي آلة، ودراسة توازن هذه الآلة واهتزازها عند ظروف التشغيل المختلفة مثلاً.

إن علم المعالجة الرقمية للإشارات بدأ تدريسه لطلاب الدراسات العليا فقط في تخصصات الإلكترونيات والاتصالات، وهو الآن من العلوم الأساسية لطلاب البكالوريوس في التخصصات الإلكترونية وطلاب الدراسات العليا بل وربما طلاب البكالوريوس أيضاً في باقي التخصصات الهندسية مثل تخصصات الكهرباء والميكانيكا والهندسة الطبية.

هذا المقرر يمكن تدريسه في فصل دراسي واحد ثلاث ساعات أسبوعياً للمحاضرة وساعتين للتمارين. ولا بد من دراسة مقرر في الرياضيات خاص بالتفاضل

والتكامل وحل المعادلات التفاضلية من الدرجات المختلفة والتعامل مع الكميات التخيلية قبل الدخول في دراسة هذا المقرر. من الضروري أيضاً أن يكون الطالب ملماً أو تدرّب على برنامج الماتلاب matlab كلغة برمجة ولغة تطبيقية في هذا المجال حيث يحتوي الماتلاب على صندوق أدوات tool box خاص بالمعالجة الرقمية للإشارات ويحتوي هذا الصندوق على الكثير من الدوال والأدوات التي تساعد في تصميم الكثير من الخوارزميات الضرورية في هذا المجال مما جعلنا نعتد هذه اللغة كلغة البرمجة والتطبيق في هذا المقرر.

لقد بدأنا هذا الكتاب بالفصل الأول وهو مقدمة عن موضوع المعالجة الرقمية للإشارات حيث عرفنا فيه المقصود بالإشارة وما هي الإشارة الرقمية وما هي فائدة التعامل مع الإشارات الرقمية بالذات حتى إن الإشارة التناظرية يتم تحويلها إلى الصورة الرقمية، ثم معالجتها بطرق رقمية على حاسب أو شريحة، ثم إعادتها مرة ثانية إلى الصورة التناظرية.

يقدم الفصل الثاني الطرق المختلفة لتحويل الإشارة من الصورة التناظرية إلى الصورة الرقمية ويشرح نظرية العيننة أو التقطيع sampling theory التي تعد من النظريات المهمة التي يجب تحقيقها عند تحويل أي إشارة من النطاق الزمني إلى النطاق الترددي وقد تم شرح هذه النظرية شرحاً مبسطاً يمكن القارئ من فهمها.

يقدم الفصل الثالث تعريف للإشارة الرقمية مع عرض أمثلة على بعض هذه الإشارات الشائعة الاستخدام مع عرض لتصنيفات كثيرة لهذه الإشارات من حيث الدورية والتشابه حول نقطة الأصل والطاقة لأي إشارة والعمليات الحسابية المختلفة التي يمكن إجراؤها على الإشارات الرقمية، بعد ذلك تم تعريف الأنظمة الرقمية وخواصها من حيث الخطية والاستقرار وغير ذلك من الخواص، كما تم شرح كيفية

الربط بين خرج النظام ودخله والعلاقة بينهما بأكثر من طريقة.

يشرح الفصل الرابع بالتفصيل تحويل Z كتحويل أساسي لنقل الإشارة إلى نطاق آخر يسهل معه التعامل مع الإشارات بطرق أسهل وهو يكافئ تحويل لابلاس في حالة التعامل مع الإشارات التماثلية أو التناظرية.

تحويل فورير كان هو موضوع الفصل الخامس وهذا التحويل أساسي في تحويل أي إشارة من النطاق الزمني إلى النطاق الترددي والعكس وذلك لدراسة الاستجابة الترددية لأي نظام، ولقد تم شرح كل ما يتعلق بهذا الموضوع من حيث تتابع فورير وتحويل فورير والفرق بينهما وذلك للإشارات التناظرية والرقمية، وختم الفصل بشرح مفصل لخواريزم تحويل فورير السريع.

الفصل السادس تم فيه شرح المرشحات التناظرية وكان ذلك بسبب أن بعض طرق تصميم المرشحات الرقمية تعتمد على المرشحات التناظرية، لذلك كان من الضروري مراجعة هذا النوع من المرشحات.

هناك صنفان من المرشحات الرقمية، إما المرشحات ذات الاستجابة الاندفاعية اللانهائية IIR وإما المرشحات ذات الاستجابة الاندفاعية المحدودة FIR. النوع الأول من المرشحات كان هو موضوع الفصل السابع حيث تم في هذا الفصل شرح أكثر من طريقة لتصميم هذا النوع من المرشحات.

تناول الفصل الثامن الطرق المختلفة لتصميم المرشحات من النوع الثاني FIR. لبناء المرشحات التناظرية نستخدم المقاومات والمكثفات، ولبناء المرشحات الرقمية نستخدم دوائر الجمع والإزاحة والتأجيل أو التأخير. يقدم الفصل التاسع بعض الطرق لبناء المرشحات الرقمية. في النهاية كان لا بد من ذكر بعض التطبيقات التي تستخدم فيها تقنيات المعالجة

الرقمية للإشارات وهذه التطبيقات لا حصر لها ولكننا اخترنا المعالجة الرقمية للصوت والذي كان موضوع الفصل العاشر حيث تم استعراض بعض التقنيات المستخدمة في ذلك حيث إن هذا الموضوع تفرد له الكتب والمراجع ولكننا استعرضناه هنا سريعا لنقدمه للقارئ فقط ونترك له حرية الاستزادة من هذا الموضوع إن أراد.

استعرض الفصل الحادي عشر أيضاً بطريقة سريعة موضوع المعالجة الرقمية للصور بنفس طريقة الفصل العاشر حيث إن هذا الموضوع أيضاً تفرد له الكتب والمراجع العديدة لاستيعابه.

يعد هذا الكتاب مقدمة لموضوع المعالجة الرقمية للإشارات ويجب أن يلحقه كتاب آخر يتم فيه شرح بعض التقنيات المتقدمة مثل المرشحات المهيئة *adaptive filters* والدخول بعمق أكثر في التحليل الطيفي للإشارات *spectrum analysis* والإشارات العشوائية *random signals* وكذلك موضوع معالجة الإشارات الرقمية في الزمن الحقيقي *real time digital signal processing*.

في النهاية فإن هذه محاولة للكتابة أو التأليف باللغة العربية في موضوع تقني يعد من الموضوعات التي تندر فيها المؤلفات باللغة العربية. لذلك نرجو أن نعم الفائدة من هذا المجهود وأن يحذوا جميع المتخصصين حذونا في ذلك وأن يخوضوا مثل هذه التجربة وحتى تمتلئ المكتبة العربية بالمؤلفات العلمية العربية وحتى لا تكون اللغة حاجزاً بين الناطقين باللغة العربية وبين العلوم الحديثة.

المؤلفان

المختصرات

Abbreviations

ADC (A/D) Analog to Digital Converter	محول تناظري رقمي
BIBO Bounded Input Bounded Output	محكوم الدخل محكوم المخرج
BPF Band Pass Filter	مرشح منفذ لمجال من الترددات
BSF Band Stop Filter	مرشح مانع مرور مجال من الترددات
BW Band Width	عرض المجال
DAC (D/A) Digital to Analog Converter	محول رقمي تناظري
DFT Discrete Fourier transform	تحويل فورير المتفاصل أو المقطع أو المعين
DTFT Discrete Time Fourier Transform	تحويل فورير للإشارات المتفاصلة زمنياً
EOC End Of Conversion	نهاية التحويل
FIR Finite Impulse Response	الاستجابة الاندفاعية المحدودة
HPF High Pass Filter	مرشح منفذ للترددات المرتفعة
IDTFT Inverse Discrete Fourier Transform	تحويل فورير المتفاصل زمنياً العكسي
IIR Infinite Impulse Response	الاستجابة الاندفاعية غير المحدودة
LPC Linear Predictive coding	التنبؤ الخططي المشفر
LPF Low Pass Filter	مرشح منفذ للترددات المنخفضة
LSB Least Significant Bit	البت ذات القيمة الصغرى (آخر بت ناحية اليمين في الرقم الثنائي)
LTI Linear Time Invariant	خاصية الثبات الزمني الخططي

المختصرات

ع

LSI Linear Shift Invariant

خاصية الثبات الإزاحي الخطي للتتابع

MRI Magnetic Resonance Imaging

التصوير بالرنين المغناطيسي

MSB Most Significant Bit

البت ذات القيمة العظمى (آخر بت ناحية اليسار في الرقم الثنائي)

PDF Probability Density Function

دالة كثافة الاحتمال

ROC Region Of Conversion

منطقة التقارب

TTL Transistor- transistor Logic

نظام منطقي لبناء البوابات المنطقية إلكترونياً