Oktober 2017

Om kursen System och transformer, anknytning till kurser för F och Pi

Bakgrund

Vid CEQ-mötet efter kursomgången hösten 2016 efterlyste studenterna mer information hur begreppen och metoderna som gås igenom används i tillämpningar, i synnerhet i senare kurser. Detta är ett försök att ge sådan information (även om jag tycker att det finns gott om tillämpningsexempel i läroboken). Dokumentet kan komma att kompletteras efterhand.

Kursinnehållet är relevant för bl a följande kurser:

Reglerteknik Beskrivning av dynamiska system med hjälp av tidsinvarianta ordinära differentialekvationer, överföringsfunktion, frekvenskurvor, stabilitet. Metoder för stabilitetsundersökning

Kontinuerliga system Motsvarighet för system av oändlig ordning. Egenvärden, egenfunktioner, Fouriertransformer och distributioner.

EITF15 Signalbehandling - teori och tillämpningar Tidsdiskreta system, fast mer utförligt. Diskret Fouriertransform, överföringsfunktion och faltning. Medicinska tillämpningar.

Elektromagnetisk fältteori Exempel på linjära system är: Elektrostatik: varje laddningstäthet $\rho(\vec{r})$ – en skalärvärd funktion – genererar en motsvarande elektrisk potential $V(\vec{r})$. Avbildningen $\rho \mapsto V$ kan ses som ett linjärt, translationsinvariant system. Av resultat i vår kurs följer att sambandet går att skriva som en faltning

$$V(\vec{r}) = h * \rho(\vec{r}) = \int_{\mathbb{R}^3} h(\vec{r} - \vec{r_1})\rho(\vec{r_1})\, dV \, ,$$

där h är potentialen från en enhetspunktladdning i origo. Elektrodynamik: En varierande elektrisk ström $i(t)$ i en en strömslinga (antenn) ger upphov till ett varierande elektromagnetiskt fält. Om t ex $y(t) = E_1(\vec{r}_1, t)$ är en komponent av det elektriska fältet i en given punkt, $\vec{r}_0$, i rummet så är avbildningen $i \mapsto y$ ett linjärt, tidsinvariant system.

Stationära stokastiska processer Fouriertransformer (i kontinuerlig och diskret tid) är viktiga. *Linjära filter* är linjära tidsinvarianta system som framställs som faltningar.

Ellära och elektronik I kretsar med linjära, passiva komponenter blir sambandet mellan drivande spänning och en viss ström ett linjärt, tidsinvariant system.

Numeriska metoder för differentialekvationer Vid numerisk lösning av ordinära differentialekvationer approximeras en differentialekvation (kontinuerlig tid) med differensekvationer (diskret tid). Vid numerisk lösning av (linjära) partiella differentialekvationer (system av oändlig ordning) leder diskretisering i tid och rum till ändliga system av linjära differensekvationer.

Våglära och optik Fraunhoferdiffraktion kan beskrivas i termer av (tvådimensionella) Fouriertransformer. Se Pedrotti, Pedrotti & Pedrotti *Introduction to Optics*, kapitel 21.

V.G.V.

Kvantmekanik Att en (endimensionell) partikel har vågfunktionen $\varphi(t, x)$ betyder att sannolikheten att en mätning av läget vid tiden ger en position med $x \in A$ är lika med $\int_{x \in A} |\varphi(t, x)|^2 \, dx$. Sannolikheten att en mätning av rörelsemängden är ger ett värde i $B \subset \mathbb{R}$ är $\int_{\hbar\xi \in B} |\mathcal{F}_x \varphi(t, \xi)|^2 \, d\xi$, där $\mathcal{F}_x \varphi(t, \xi)$ är Fouriertransformen av funktionen $x \mapsto \varphi(t, x)$ för fixt t och $\hbar$ är Plancks konstant (i lämplig enhet).

Anders Holst
Studierektor