

Forslag til nytt emne innen Atomklokker, GNSS og synkronisering

1. Emnetittel (norsk og engelsk)	Atomklokker, satellittnavigasjonssystemer og synkronisering Atomic clocks, satellite navigation systems and synchronization
2. Emnekode forslag	UNIK4430/9430
3. Når gis kurset første gang?	Høst 2014 eller vår 2015
4. Studiepoeng	10
5. Kort om emnet	<p>Høystabilitets oscillatorer og atomklokker ligger til grunn for en rekke anvendelser som er avhengig av synkronisering i form av stabil takt og/eller nøyaktig tid. Eksempler på anvendelser er satellittnavigasjon, mobiltelefoni, høyhastighets datakommunikasjon, digitalt bakkenett og SmartGrid.</p> <p>Studentene får gjennom emnet en innføring i virkemåten til høystabilitets klokker/frekvenskilder (kvartzoscillator, rubidiumoscillator, chip-klokke (CSAC), cesiumklokke og hydrogenmaser). Emnet gir en praktisk innføring i måling av klokkestabilitet og i relevante statistiske verktøy for klokkekarakterisering. Emnet gir også en innføring i verdens felles tidsskala UTC. Videre vil emnet gi en innføring i GNSS (GPS/ Galileo) med vekt på bruk av GNSS som kilde til synkronisering. Til sist gir emnet en oversikt over metoder og problemstillinger knyttet til synkronisering av datasystemer, telenett og kringkastingsnett.</p>
6. Kompetansemål/ Hva lærer du?	<p>Etter å ha fullført kurset skal en student ha oppnådd følgende mål:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne beskrive virkemåte og karakteristiske egenskaper til kvartzoscillatorer, rubidiumoscillatorer, chipklokker (CSAC), cesiumklokker og hydrogenmasere. • Ha kunnskap om instrumentering brukt til klokkekarakterisering • Kunne gjennomføre måling av frekvensstabilitet til oscillatorer • Forstå tidsdomene-karakterisering av frekvensstabilitet: Allan-deviasjon (ADEV), modifisert Allan-deviasjon (MDEV), tidsdeviasjon (TDEV) og Hadamard-deviasjon • Forstå frekvensdomene-karakterisering av fase-/frekvensstøy • Ha kjennskap til ulike støytyper: Hvit fasestøy; flicker fasestøy; hvit frekvensstøy; flicker frekvensstøy; random walk frekvensstøy; frekvensdrift • Kunne predikere tid- og frekvensavvik for noen klokketyper • Forstå oppbyggingen av verdens felles tidsskala TAI/UTC • Forstå grunnleggende oppbygging og virkemåte til globale satellittnavigasjonssystemer (GNSS) • Ha kunnskap om virkemåte og egenskaper til GNSS-styrte klokker • Kunnskap om sårbarheter ved GNSS og GNSS-klokker; Romvær, jamming, spoofing • Kjenne til aktuelle emner og protokoller innen synkronisering av datanettverk. Kjenne til metoder og kriterier for design av robust synkronisering. <p>For UNIK9430:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunne sette seg inn i aktuelle problemstillinger i fagområdet og presentere disse

7. Undervisnings- språk	Norsk, engelsk ved behov
8. Anbefalte forkunnskaper (bygger på)	Fysikk/kybernetikk/telematikk/informatikk-bakgrunn + grunnleggende statistikk. Det er ikke en forutsetning med kurs i atomfysikk/kvantemekanikk. Kurset vil på et grunnleggende nivå gi nødvendig bakgrunn innen relevant atomfysikk.
9. Formelle forkunnskapskrav	
10. Organisering av undervisning/ Undervisnings- form.	Ukentlig: Forelesninger (12 uker) + obligatoriske labøvelser (3 uker) + frivillige regneøvelser Tre obligatoriske laboratorieøvelser (foreløpige forslag): <ul style="list-style-type: none"> • Bruk av frekvensteller/ måling av korttidsstabilitet (kvarts, Cs, CSAC) • GPS og GPS-klokker • Frekvensstabilitet til optiske oscillatorer (lasere) • Hyperfin-spektroskopi (Cs eller Rb) Laboratorieøvelsene vil foregå i Justervesenets laboratorier Frivillige regneøvelser (foreløpige forslag): <ul style="list-style-type: none"> • Frekvensstabilitet til jordrotasjonen og andre astronomiske objekter • Rubidium-oscillator med lufttrykkavhengig frekvensskift • Simulering av GPS-styrt klokke med hhv TCXO, OCXO og CSAC; Holdover-tid ved bortfall av GPS; Motstand mot jamming og spoofing. Mulig pensum-/støttelitteratur: <ul style="list-style-type: none"> • Stefano Bregni, <i>Synchronization of Digital Telecommunication Networks</i>, kapittel 5- 7 • Fritz Riehle, <i>Frequency Standards – Basics and Applications</i> • Per Enge og Pratap Misra, <i>Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance</i> • W.J. Riley, <i>Handbook of Frequency Stability Analysis</i>, NIST Special Publication 1065 • + div artikler
11. Vurderingsform	For UNIK4430: Vurdering (A-F) vil skje på bakgrunn av <ul style="list-style-type: none"> • 3 stk lab-rapporter/skriftlige individuelle rapporter. Teller hver 20 % av endelig karakter (tilsammen 60 %). • Avsluttende muntlig eksamen. Ved stort antall kandidater kan det bli holdt skriftlig eksamen. Teller 40 % av endelig karakter. For UNIK9430: Vurdering (Bestått/Ikke bestått) vil skje på bakgrunn av <ul style="list-style-type: none"> • 3 stk lab-rapporter/skriftlige rapporter. Teller hver 20 % av endelig karakter (tilsammen 60 %). • Avsluttende muntlig eksamen. Ved stort antall kandidater kan det bli holdt skriftlig eksamen. Teller 40 % av endelig karakter.

12. Hjelpemidler på eksamen.	For skriftlig eksamen: alle skrevne og trykte hjelpemidler.
13. Kursdimensjonering – må begrunnes hvis spesielle begrensninger.	Labøvelser setter en begrensning på maks 12 studenter slik lab- turnus er tenkt med maks fire studenter per oppgave og rullering av oppgaver over tre kursdager.
14. Overlapp i studiepoeng med andre emner.	-
15. Ved praktisering av 3-gangersregelen skal emnet sees i sammenheng med:	-
17. Programvare	Regneøvelser/simuleringer ved hjelp av Mathematica, Matlab eller lignende. Gratisprogrammet TimeLab vil brukes til analyse av klokke-data http://www.ke5fx.com/timelab/readme.htm
18. For masteremner, skal det klones til Phd?	Ja.