



# EK2360 Projektkurs i mikrosys- temteknik 7,5 hp

Hands-On Microelectromechanical Systems Engineering

## Fastställande

Kursplan för EK2360 gäller från och med VT19

## Betygsskala

A, B, C, D, E, FX, F

## Utbildningsnivå

Avancerad nivå

## Huvudområden

Elektroteknik

## Särskild behörighet

För fristående kursstuderande: 120hp samt engelska B eller motsvarande

## Undervisningsspråk

Undervisningsspråk anges i kurstillfällesinformationen i kurs- och programkatalogen.

## Lärandemål

Under kursen ska studenten uppnå detaljerad kunskap och förståelse inom mikrosystem, med tonvikt på olika mikroelektromekaniska aktuatorer, deras arbetsprinciper, olika koncept och designer, processteknologi, renrumstillverkning, karakterisering och felanalys. Efter avslutad kurs kommer studenten att kunna:

- utveckla olika aktuatorkoncept för mikrosystem i verkliga tillämpningar
- designa mikrosystem och anpassa dem till olika tillämpningskrav
- förutsäga beteendet hos mikrosystem genom (1) kvalificerade gissningar baserade på allmän förståelse av mikrosystemet och dess tillämpningar; (2) grova uppskattningar genom att använda/anpassa formler från kursböckerna; (3) noggrann modellering och simulering genom att använda toppmoderna finitelementbaserade (FEM) multifysikdesignverktyg
- utforma designkoncept med hänsyn till begränsningar i tillverkningsteknologin
- utveckla ett processflöde för tillverkning
- utföra grundläggande steg för tillverkning av mikrosystem i renrumsmiljö (klass 100) under gällande säkerhetskrav för sådan miljö
- karakterisera de tillverkade enheternas elektriska, mekaniska och termiska beteende
- identifiera felmekanismer, dra slutsatser kring begränsningar och reflektera över möjliga förbättringar baserade på resultaten från karakteriseringen av de tillverkade prototyperna
- skriva en projektrapport som sammanfattar design, tillverkning, karakterisering, felanalys och potentiella framtida förbättringar
- presentera och försvara resultatet inför en granskande publik
- arbeta med mikrosystemsutveckling i grupp, innefattande både skrivande av projektplan och fördelning av arbetsuppgifter inom gruppen

## Kursinnehåll

EK2360 är en projektkurs värd 7,5 hp, vilket motsvarar 200 arbetstimmar av heltidsstudier. Eftersom kursen går under 8 veckor innebär det ungefär 25 timmar per vecka som måste ägnas åt kursaktiviteter, inklusive både inledande föreläsningarna och inläsning av kursmaterialet (20% av kursen) och projektarbetet (80% av kursen).

De inledande föreläsningarna om grundläggande design och tillverkning av MEMS hålls av den kursansvariga. Närvaro på de inledande föreläsningarna är obligatorisk. Efter de inledande föreläsningarna kommer en kort skriftlig examination hållas för att bedöma om kunskapen och förståelsen hos studenten är tillräcklig för att fortsätta med själva projektarbetet.

Projektarbetet handleds av doktorander och den kursansvariga.

Rapportskrivningen och den slutliga presentationen samt en kort diskussion efteråt handleds av den kursansvariga.

## Course level and prerequisites:

Kursen är anpassad för studenter inskrivna på ett master- eller civilingenjörsprogram vid KTH, men kan också läsas av doktorander.

Studenterna måste ha grundläggande kunskaper inom elektroteknik, teknisk fysik eller motsvarande grundutbildning. Det rekommenderas att studenterna redan har viss grundläggande kunskap inom mikroelektromekaniska system (MEMS). Studenterna ska ha klarat av grundkursen "EK2350 Mikrosystemteknik" vid KTH, eller motsvarande grundkurs i mikrosystemteknik eller halvledartillverkning. Praktiska erfarenheter av vanliga designverktyg för ingenjörer, såsom FEM- och CAD-mjukvara, är användbara i kursen.

**Alla studenter som saknar MEMS-bakgrund och är intresserade av att delta i kursen måste kontakta den kursansvariga i förväg för att kunna bedöma om de har tillräckliga förkunskaper för att delta.**

## Kurslitteratur

Nödvändig kurslitteratur kommer att distribueras under kursen.

PDF-versioner av de inledande föreläsningsbilderna kommer att göras tillgängliga i förväg genom BILDA och är obligatorisk läsning före respektive föreläsning

För ytterligare läsning, särskilt för studenter med begränsade förkunskaper inom MEMS, rekommenderas följande böcker (ett begränsat antal exemplar finns tillgängliga för kursdeltagare hos Mikrosystemteknik, och kan också finnas på KTH-biblioteket):

- Marc J. Madou, **Fundamentals of Microfabrication: The Science of Miniaturization**, CRC, 2:a upplagan (13 mars 2002), ISBN-10: 0849308267, ISBN-13: 978-0849308260
- Gregory T. Kovacs, **Micromachined Transducers Sourcebook**, McGraw-Hill, 1:a upplagan (1 februari 1998), ISBN-10: 0072907223, ISBN-13: 978-0072907223
- Sami Franssila, **Introduction to Microfabrication**, Wiley, 1:a upplagan (14 juni 2004), ISBN-10: 0470851066, ISBN-13: 978-0470851067

## Examination

- PRO1 - Projekt, 7,5 hp, betygsskala: A, B, C, D, E, FX, F

Examinator beslutar, baserat på rekommendation från KTH:s handläggare av stöd till studenter med funktionsnedsättning, om eventuell anpassad examination för studenter med dokumenterad, varaktig funktionsnedsättning.

Examinator får medge annan examinationsform vid omexamination av enstaka studenter.

När kurs inte längre ges har student möjlighet att examineras under ytterligare två läsår.

## Övriga krav för slutbetyg

Studentens slutliga betyg i kursen baseras på

- närvaro på de inledande föreläsningarna (godkänt/underkänt)
- resultat på den skriftliga examinationen efter de inledande föreläsningarna. Examinationen testar studentens övergripande förståelse av de olika ämnena från föreläsningarna. Huvudsakligen används resultatet som ett godkänt/underkänt-kriterium för att låta studenten fortsätta med projektarbetsdelen av kursen, men det kommer också att påverka slutbetyget (10%)
- projektarbete: övergripande utvärdering av projektarbetet hos gruppen som helhet, inklusive projektrapporten och den slutpresentationen inför granskande publik, står för 90% av slutbetyget. Individuella justeringar kan förekomma. Kriterier för utvärdering av projektarbetet, rapporten och presentationen kommer att tillkännages innan projektarbetet startar. Bedömningen av projektarbetet är oberoende av utgången av tävlingen mellan grupperna. Den sammanfattning av förväntad prestanda som skrivs efter designfasen kommer inte att användas för att bestämma betyget.
- efter slutpresentationen kommer den kursansvariga att ha en kort diskussion med de enskilda studentgrupperna som kan påverka slutbetyget för grupperna och de individuella studenterna

Som sagt ovan är kursen värd 7,5 hp. Betyget ges på en skala från A till F där A är högsta och E är lägsta betyg för att klara kursen, och F är underkänt.

## Etiskt förhållningssätt

- Vid grupparbete har alla i gruppen ansvar för gruppens arbete.
- Vid examination ska varje student ärligt redovisa hjälp som erhållits och källor som använts.
- Vid muntlig examination ska varje student kunna redogöra för hela uppgiften och hela lösningen.