

ELEKTRONIKA

Mechatronikai mérnöki alapszak (BSc)

Záróvizsga témakörök

Analóg elektronika

Áramkörszámítási alapok

Kétpólusok és karakterisztikáik. Aktív/passzív, statikus/dinamikus, lineáris/nemlineáris, invertálható/nem-invertálható, explicit/implicit karakterisztikák. Kirchhoff törvények. Thevenin és Norton tétele. A szuperpozíció elve. Csomóponti potenciálok és hurokáramok módszere. A komplex számítási mód, impedanciák. Tranziensszámítás.

Négy-pólusok és erősítők

Vezérelt források. Négy-pólus (impedancia, admittancia, hibrid, inverz-hibrid) modellek és paraméterek. A nemlineáris négy-pólus kisjelű paraméterei, munkaponti linearizálás. Kivezélhetőség. A négy-pólus modellek és az erősítők kapcsolata. Üzemi paraméterek: feszültség- és áramerősítés, transzfer impedancia, admittancia, be- és kimeneti impedancia. Átviteli függvény. Szimmetrikus erősítők. Szimmetrikus (differenciális) erősítés, közös módusú erősítés, közös módusú jelelnyomás.

Erősítők összekapcsolása

Erősítőlánc. Illesztési módok, feszültség-, áram- és teljesítményillesztés. Az illesztettség feltételei. Erősítők visszacsatolása: soros/párhuzamos, feszültség/áram visszacsatolás. A negatív visszacsatolás hatásai.

Dióda

Félvezető anyagok. Szennyezés, töltéshordozók. A p-n átmenet működése. A dióda karakterisztikája. Schottky-egyenlet. Dinamikus ellenállás fogalma, számítása. Közelítő dióda modellek. A dióda alkalmazásai: egyenirányítás, vágó- és határoló áramkörök, szakaszonként lineáris karakterisztikák megvalósítása. Speciális diódák.

Bipoláris tranzisztor

Bipoláris tranzisztorok felépítése és működése. Tranzisztor egyenletek, paraméterek. A tranzisztor karakterisztikái. Early feszültség. Ebers-Moll modell. Tranzisztor kisjelű elemi fizikai modellek (T, Π -modell) és a négy-pólus modellek. Modell paraméterek meghatározása: karakterisztikákból, munkaponti adatokból.

Térvezérlésű (FET) tranzisztorok

FET tranzisztorok típusai, JFET, MOSFET. Felépítés, működési elvek. Karakterisztikák. Kiürítéses, növekményes üzemmód. Kisjelű helyettesítő modellek. Az analóg kapcsoló.

Tranzisztoros alapkapcsolások

Közös emitteres/bázisú/kollektoros alapkapcsolások. Munkapont és munkapont számítás. Kisjelű helyettesítő modellek. Üzemi paraméterek. Visszacsatolások az alapkapcsolásokban. A tranzisztoros differenciálerősítő, szimmetrikus és közös módusú erősítés.

Műveleti erősítő

A műveleti erősítő felépítése, tulajdonságai. Az ideális műveleti erősítő fogalma. A visszacsatolás hatása. Az invertáló és a nem invertáló erősítő: erősítések, ki- és bemeneti impedanciák. Virtuális földpont. Alapműveletek műveleti erősítőkkel: univerzális összeadó/kivonó áramkör, integráló/deriváló áramkörök. Idő- és frekvenciatartománybeli jellemzők.

Műveleti erősítő alkalmazások

Aktív szűrők. Lineáris oszcillátorok. Pozitív visszacsatolás. Wien-hidas oszcillátor. Lineáris szabályozók: PI, PD, PID szabályozó. Közelítő integráló, közelítő differenciáló tag. Mérőerősítő: felépítése és működése. Különbségképzés műveleti erősítővel. Nagy impedanciás bemeneti fokozat. Szimmetrikus és közös módusú erősítés.

Nemlineáris áramkörök

Logaritmikus és exponenciális karakterisztikájú erősítők és alkalmazásaik, szorzás, osztás, hatványozás. Szakaszonként lineáris karakterisztikák. Az ideális egyenirányító. Műveleti erősítő, mint komparátor. A hiszterézises komparátor működése, alkalmazásai. Nemlineáris oszcillátorok: relaxációs oszcillátor, hullámforma generátor.

Digitális elektronika

Kódolás, kódrendszerek

Kódolás alapjai. Kódok, kódrendszerek fogalma. BCD kódok. BCD kódok tulajdonságai. Kódok bitszáma. Súlyozásos kódok, pozitív és negatív súly. Ciklikus kódok lényege és előnyei. Önkomplementáló kódok fogalma és alkalmazásuk. Alfánumerikus kódok, ASCII kódrendszer. Redundáns kódok, redundancia és hatékonyság. Hibadetektálás és hibajavítás redundáns kódokkal. Hamming-távolság. Paritásbit, horizontális és vertikális paritásbitek. Ellenőrző összeges módszer. Hamming kód, (7,4)-es és (11,7)-es Hamming-kód. CRC módszer lényege, CRC-kódok.

Kombinációs hálózatok (KH-k) alapjai

Boole algebra és a Shannon kapcsoló algebra axiómái és tételei. Logikai változó, logikai művelet, logikai függvény. Kanonikus alak fogalma, diszjunkt és konjunktív kanonikus alak. Mintermek és maxtermek, összefüggésük. Kombinációs hálózattal megoldható feladat megoldásának lépései. KH-k megadási módjai (algebrai, Venn-diagramm, igazságtáblázat, Karnaugh-Veitch tábla). Logikai függvények egyszerűsítésének módszereinek alapjai. Egyszerűsítési módszerek. Algebrai. Egyszerűsítés alapjai, lehetőségek. Egyszerűsítés Karnaugh-Veitch táblával. Táblázatos (Quine-McCluskey) minimalizálás módszere. Lényeges primimplikáns és kitüntetett mintem. Opcionális és redundáns primimplikáns.

Kombinációs hálózatok dinamikus viselkedései

Ideális és valódi digitális áramkörök, jelkésleltetés. Statikus hazard fogalma, definíciója, kialakulásának oka, kiküszöbölésének módja. Statikus hazard kiküszöbölése Karnaugh-Veitch táblás és Quine-McCluskey módszeres egyszerűsítést során ill azt követően. 2- és 3-szintű hálózatok. Dinamikus hazard

definíciója, kialakulásának oka és küszöbölése. Funkcionális hazard lényege, kialakulásának oka és küszöbölésének (megelőzésének) módja.

Sorrendi hálózatok (SH-k) alapkérdései

Sorrendi hálózatok leírásának módjai (állapottábla, állapotgráf). Sorrendi hálózat modellje és működése. Aszinkron és szinkron sorrendi hálózatok lényege, lehetséges állapotaik. Egy elemi aszinkron SH működésének leírása a két módszerrel. Elemi aszinkron sorrendi hálózatok (SR, JK, T és D flip-flop). Állapottáblájuk, vezérlési (állapotátmeneti) táblájuk, megvalósításuk. Adott flip-flop megvalósítása egy másik, rendelkezésre álló flip-flop és kiegészítő kombinációs hálózat segítségével. Ütemezés és szinkronizálás megvalósítása elemi SH-knál. Szinkron elemi SH-k aszinkron bemenetei.

Összetettebb sorrendi hálózatok

Számlálók lényege, tulajdonságaik (bitszám, irány, működtető jel, szinkron vagy aszinkron). Számlálók alkalmazásai. Szinkron számlálók aszinkron bemenetei. Számlálók megvalósítása elemi SH-kkal. Szisztematikus módszer "adott, egyszerű struktúrájú szinkron sorrendi hálózat" tervezésére és megvalósítására. Léptető regiszterek. Soros és párhuzamos beírási lehetőségek, léptető regiszterek visszacsatolása, alkalmazásai.

Digitális integrált áramkörök villamos tulajdonságai I.

Pozitív és negatív logika. Információhordozó feszültség szintek. Logikai szintek, tipikus és worst-case jelszintek. Jelszint-tartományok. Átviteli (transzfer) karakterisztika, invertáló átviteli karakterisztika, jellemző pontok, komparálási feszültség. Átviteli karakterisztika-sáv. Zavarvédelem. Statikus és dinamikus zavar. Egyszerű modell statikus és egyedi zavar esetére inverter-láncban zavarvédelem számítására. Tipikus és worst-case zavarvédelem számítása.

Digitális integrált áramkörök villamos tulajdonságai II.

Jelterjedési idő fogalma, definíciója és összefüggése. Jelterjedési idő mérésének módszere. Járulékos jelterjedési idő fogalma, problematikája (kapacitív terhelés hatása). Teljesítmény disszipáció fogalma, definíciója, összefüggése. Disszipáció csoportosítása (statikus és dinamikus disszipáció), dominanciájuk egyes logikáknál. Fan-out (terhelhetőség) fogalma, definíciója, csoportosítását. DC és AC fan-out és dominanciájuk egyes logikáknál. Digitális integrált áramkörök jósági tényezője. Az egyes logikák elhelyezkedése a $P_d - t_{pd}$ síkon. A P_d és t_{pd} paraméterek egymásra hatása.

Bipoláris áramköri logikák I. (Út a TTL logikáig)

Diódás ÉS és diódás VAGY kapu. Bipoláris tranzisztoros inverter. Npn tranzisztoros inverter be- és kimeneti karakterisztikája, DCTL és RTL logikák: út a TTL felé. DTL NEMÉS kapu. Bipoláris tranzisztor helyettesítése diódákkal. Többemitteres tranzisztor fogalma, keresztmetszete. DTL alapkapu átalakítása TTL-lé.

Bipoláris áramköri logikák II. (TTL logikák)

2-bemenetű TTL NEMÉS alapkapu kapcsolása. Az átviteli karakterisztika és szakaszai. Nyitott és zárt tranzisztorok az egyes szakaszokon. TTL alapkapu tipikus és worst-case jelszintjei. Az átviteli karakterisztika sávhatárai. Tipikus és worst-case zavarvédelem, valamint a be és kimeneti worst-case jelszintek alapján számítható

zavarvédettség. TTL alapkapu villamos jellemzőinek értéke (jelterjedési idő, disszipáció és fan-out). TTL család változatai (SN74, SN54, SN84). A TTL logikák továbbfejlesztésének útjai és módszerei (L, H, S, LS, ALS, AS, F).

MOS logikák I. (Bevezető)

n- és p-csatornás növekményes és kiürítéses MOS tranzisztorok. Fogalmuk, jelképi jelölésük, keresztmetszeti rajzuk, működési elvük, n-csatornás növekményes és kiürítéses Mos tranzisztor be- és kimeneti karakterisztikája. A karakterisztikák fontosabb jellemzői és pontjai. MOS inverter kapcsolás. Meghajtó (vezérlő) tranzisztor és terhelés. Passzív terhelés, terhelőtranzisztor fogalma: kétpólusnak kötött (nem vezérelt) MOS tranzisztor.

Passzív terhelésű MOS kapcsolások

Telítésszerű inverter munkagörbéjének szerkesztése. Vezérlőtranzisztor kimeneti karakterisztikája és munkaegyenese. Átviteli karakterisztika és összefüggése az inverter tranzisztorai csatornájának geometriai arányaival. Trióda típusú inverter munkagörbéjének szerkesztése. Vezérlőtranzisztor kimeneti karakterisztikája és munkaegyenese. Átviteli karakterisztika és összefüggése az inverter tranzisztorai csatornájának geometriai arányaival. Kiürítéses terhelésű inverter munkagörbéjének szerkesztése. Vezérlőtranzisztor kimeneti karakterisztikája és munkaegyenese. Átviteli karakterisztika. Passzív terhelésű inverterek összehasonlítása. Passzív terhelésű elemi kapuk és összetettebb kapuk kapcsolástechnikája.

Aktív terhelésű logikák (CMOS)

CMOS inverter kapcsolása. Keresztmetszeti rajz. CMOS inverter villamos jellemzői: átviteli karakterisztika, jelszintek, komparálási feszültség, zavarvédettségek. Tápfeszültség változtathatósága. Integrálhatóság. Bipoláris (TTL) és CMOS logika villamos tulajdonságainak összehasonlítása. CMOS logika egyszerű kapu, kapcsolástechnika.

Félvezető integrált gyártástechnológia

Ablaknyitás módszere. Alapszelet előállítás. Ábra szeletre generálásának módszere. Maszkok. Rétegtérfelületi technológiák. Adalékolási eljárások (módszerek és összehasonlításuk). SiO₂ régiók és rétegek funkciói. Litográfiák, méretjellemzők (szeletátmérő, csíkszélesség). Chip tokozása.

Felhasználás-specifikus és programozható áramkörök

Digitális integrált áramkörök csoportosítása. Felhasználás specifikus áramkörök (ASIC) létrejöttének okai, előnyei. ASIC kategóriák. Teljesen egyedi áramkörök lényege, előnye, elkészítési feladatok, összehasonlítása. Elő(re)tervezett áramkörök lényege, előnye, elkészítési feladatok, összehasonlítása. Elő(re)gyártott áramkörök lényege, előnye, elkészítési feladatok, összehasonlítása. Programozható áramkörök fogalma, lényege, csoportosítása. PLA és PAL áramkörök. Belső elemek (tranzisztorok) összeköttetése a programozható és felhasználás-specifikus integrált áramköröknél.