

Digitális elektronika - laboratóriumi gyakorlatok

1. A digitális áramkörök fizikai jellemzői: DC átviteli jelleggörbék, jelformálás, a kimenetek terhelhetősége

1.1 Elmélet

A logikai / digitális áramkörök fizikai jellemzői az 1. prezentációban vannak leírva. Számítási feladatokkal a táblagyakorlatokon találkoztak a hallgatók.

1.2 Leírás

A laboratóriumi gyakorlat során a hallgatók számítógépes szimulációkkal és mérésekkel ellenőrzik egyes logikai áramkörök közönséges és hiszterézises DC átviteli jelleggörbéit és a jelleggörbéknek köszönhető jelformálást, majd vizsgálják az egyenáramú terhelés hatását a kimenetekre.

1.3 Szimuláció

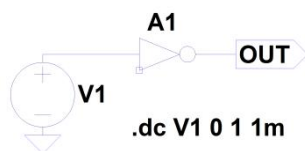
Az áramkör megépítése és a rajta végzendő mérések előtt elemezze az áramköröket számítógépes szimulációval.

1.3.1 Az LTspice könyvtárban található digitális alkatrészek DC átviteli jelleggörbéi

Az itt található összes digitális alkatrész átviteli jelleggörbéje ideális a következő értelemben:

- a logikai amplitúdó 1 V (az alacsony logikai szint 0 V, a magas logikai szint 1 V), ez átállítható más értékre úgy, hogy jobb gombbal kattintunk az alkatrészre és a megjelenő ablakban a Value paraméternél beírjuk: $V_{high}=5$ (ha 5 V-os magas szintet szeretnénk),
- az erősítés az átmeneti tartományban végtelen (illetve $V_{high}/V_{increment}$),
- az átmenet pontosan a logikai amplitúdó felénél történik,
- a kimeneti ellenállás nulla értékű,
- nem kell tápforrást bekötni.

Vizsgáljuk ki ezt a viselkedést a könyvtárban található *inv* (logikai inverter) alkatrésze! Használjuk az alábbi szimulációs áramkört!



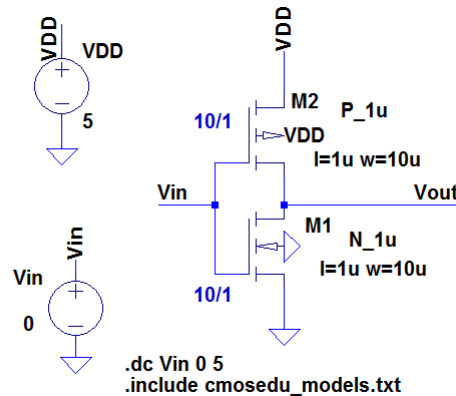
1. ábra: Könyvtári (ideális) logikai inverter DC átviteli karakterisztikájának kirajzolására szolgáló szimulációs modell.

Állítsa össze a szimulációs modellt és végezze el a szimulációt! Mely bemeneti küszöbfeszültségnél történik a kimeneti logikai szint változása? Határozza meg az áramkör erősítését az átmeneti tartományban.

Nyissa meg a *Component Attribute Editor* ablakot (jobb gombbal kattintva az inverter rajzjelére) és a *Value* sorba írja be a $V_{high}=12$ értéket, majd a V1 forrást igazítsa át úgy, hogy 0-tól 12 V-ig változzon. Végezze el újra a szimulációt! Mi változott meg?

1.3.2 UB típusú valós CMOS invertáló illesztő (CD4049 UB) DC átviteli jelleggörbéje

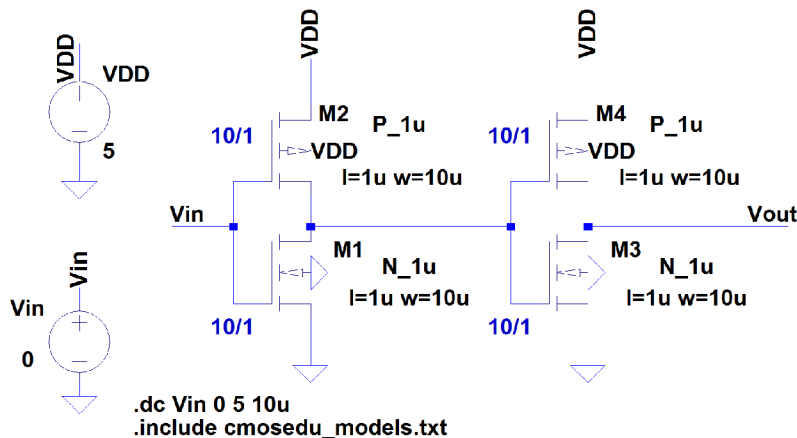
Állítsa össze az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a szimulációt és rajzoltassa ki a DC átviteli karakterisztikát és a forrás áramát a bemeneti jel függvényében! Határozza meg az áramkör erősítését az átviteli karakterisztika legmeredekebb részén (1 V és 4 V között)! Olvassa le a forrás áramának csúcscsértékét!



2. ábra: UB típusú CMOS invertáló illesztő (inverter) szimulációs modellje.

1.3.3 B típusú valós, nem invertáló CMOS illesztő (CD4050 B) átviteli jelleggörbéje

A B típusú áramkörnél az átviteli karakterisztika sokkal meredekebb a két UB típusú fokozat kaszkád kötésének köszönhetően. Állítsa össze a szimulációs áramkört, végezze el a szimulációt és rajzoltassa ki az alábbi áramkör DC átviteli karakterisztikáját!

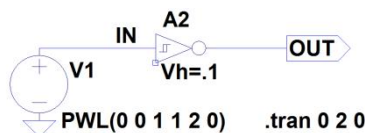


3. ábra: B típusú nem invertáló CMOS illesztő szimulációs modellje.

Határozza meg az áramkör erősítését az átviteli karakterisztika legmeredekebb részén! Mekkora a forrás áramának csúcscsértéke az átmenet közben?

1.3.4 Schmitt-féle DC átviteli jelleggörbe

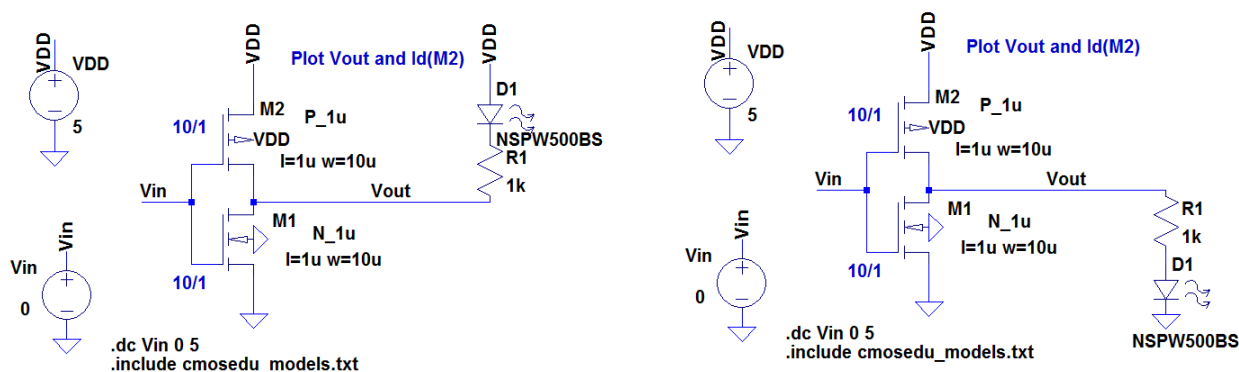
Az LTspice *Digital* könyvtárában találhatók idealizált modellek Schmitt-féle (histerézises) jelleggörbéjű alkatrészekre (SCHMITT, SCHMTBUF, SCHMTINV). A kapcsolási küszöbök V_t - V_h és V_t+V_h értékűek. V_t a logikai amplitúdó fele. Az alábbi szimulációs áramkör segítségével rajzolja ki az átviteli jelleggörbét.



4. ábra: Schmitt-féle invertáló illesztő DC átviteli jelleggörbéjének kirajzolására szolgáló szimulációs áramkör.

1.3.5 A terhelés hatásának vizsgálata a logikai szintekre

Állítsa össze az alábbi szimulációs áramköröket! Határozza meg a kimeneti magas és alacsony logikai szinteket! Melyik szintek tolódnak el?



5. ábra: Felhúzó és lehúzó terhelés hatásának vizsgálatára szolgáló szimulációs áramkörök.

1.4 Felszerelés a mérésekhez

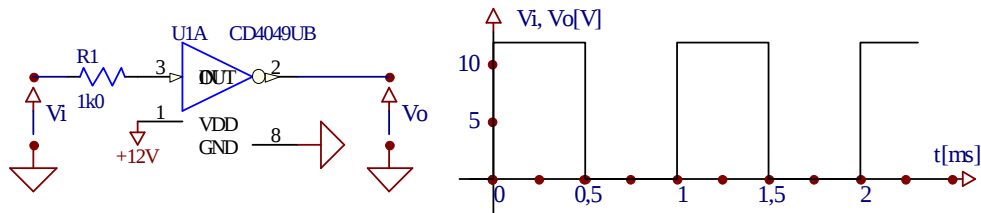
1. Próbapanel
2. Kétcsatornás digitális oszcilloszkóp
3. Jelgenerátor
4. Különböző logikai áramkörök

1.5 Mérések

Ebben a lépésben a hallgatók mérésekkel ellenőrzik a valós logikai áramkörök DC átviteli jelleggörbéjét és terhelhetőségét.

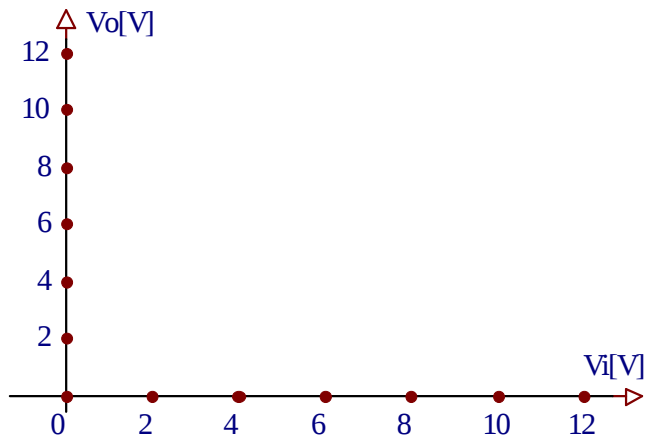
1.5.1 CD4049UB típusú logikai inverter átviteli jelleggörbéjének mérése

Állítsa össze a próbapanelen az alábbi áramkört! A bemenetre kössön 1kHz frekvenciájú négyszögjelet, melynek alsó szintje 0 V, felső szintje 12 V! Figyelje meg az oszcilloszkópon a bemenő jel és a kimenő jel idődiagramját! Rajzolja át a kimenő jel idődiagramját az ábrára!



6. ábra: A CD4049UB típusú inverter bekötése és idődiagramjai.

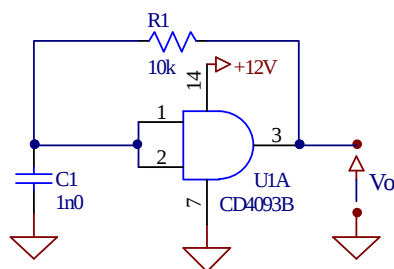
Vezessen a bemenetre 1 kHz frekvenciájú háromszögjelet, melynek alsó csúcspontja 0 V, felső csúcspontja 12 V! Kapcsolja az oszcilloszkópot XY módba és rajzoltassa ki az inverter átviteli jelleggörbét! A vízszintes tengelyen legyen a bemenő feszültség, a függőleges tengelyen a kimenő feszültség! Rajzolja át a kapott diagramot a mellékelt ábrára!



7. ábra: A CD4049UB típusú inverter átviteli jelleggörbéje.

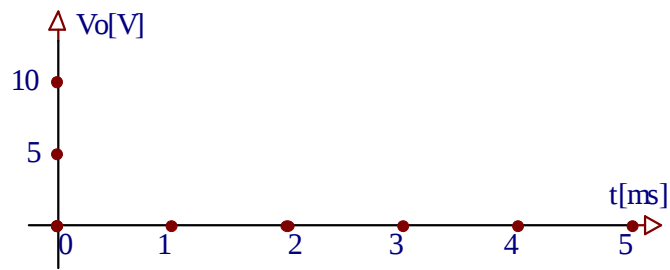
1.5.2 Oszcillátor Schmitt-féle NEM-ÉS kapuval

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! Kapcsolja be a tápfeszültséget! Figyelje meg oszcilloszkóppal az oszcillátor kimenetét! Határozza meg a jel frekvenciáját és kitöltési tényezőjét. Mely alkatrészek változtatásával kaphatunk kétszer nagyobb, vagy kétszer kisebb frekvenciát?



8. ábra: Oszcillátor (négyzögjel generátor) Schmitt-féle NEM-ÉS kapuval.

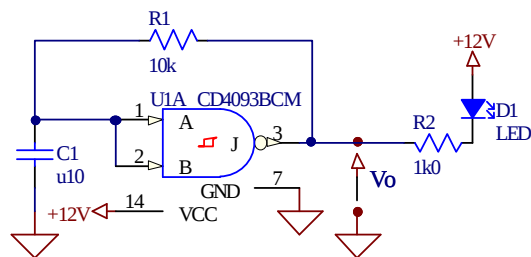
Rajzolja át a kimenő jel idődiagramját az alábbi ábrára!



9. ábra: Az oszcillátor kimenő jelének idődiagramja.

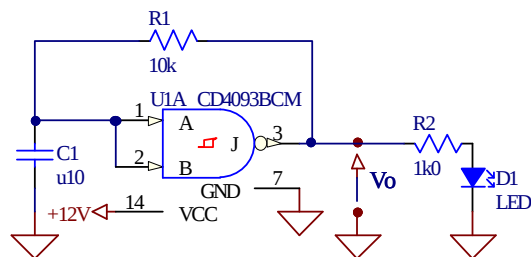
1.5.3 A CMOS áramkörök terhelhetősége

A korábbi oszcillátort lassítsa le és terhelje meg az ábrán látható módon! Figyelje meg oszcilloszkóppal a kimenő jel logikai szintjeit terheléssel és terhelés nélkül!



10. ábra: A kimenet terhelhetőségének vizsgálata felhúzó jellegű terheléssel.

Alakítsa át az áramkört a következő ábra szerint! Milyen irányban és milyen mértékben módosulnak a kimenő jel logikai szintjei?



11. ábra: A kimenet terhelhetőségének vizsgálata lehúzó jellegű terheléssel.

Hallgató(k):

Név:

Index szám:

Aláírás:
