

Digitális elektronika - laboratóriumi gyakorlatok

2. A digitális áramkörök fizikai jellemzői: késések, hazardok, impedancia illesztés

2.1 Elmélet

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

2.2 Leírás

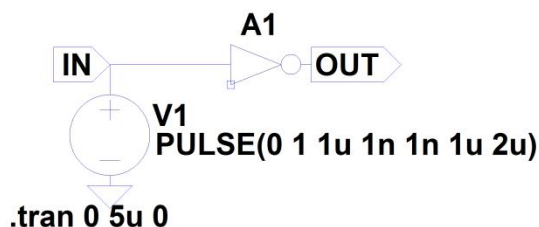
A laboratóriumi gyakorlat során a hallgatók számítógépes szimulációkkal és mérésekkel ellenőrzik egyes logikai áramkörök késéseit, vizsgálják a késésekből eredő hazardokat és impedancia illesztést végeznek.

2.3 Szimuláció

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

2.3.1 Az LTspice könyvtárban található digitális alkatrészek késései

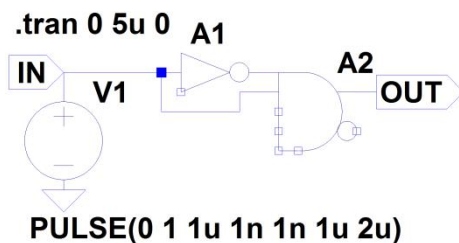
A könyvtári logikai alkatrészeknek alapértelmezés szerint nincs késésük. Vizsgáljuk meg ezt az *inv* (logikai inverter) alkatrésze! Állítsa össze az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a szimulációt! Látható-e késés az éleknél?



1. ábra: Az ideális (késés nélküli) logikai inverter vizsgálatát végző szimulációs áramkör. Nyissa meg a *Component Attribute Editor* ablakot (jobb gombbal kattintva az inverter rajzjelére) és a *Value* sorba írja be a $T_d=100n$ értéket! Végezze el újra a szimulációt! Mi változott meg?

2.3.2 Statikus hazard a késéssel rendelkező logikai áramköröknél

Állítsa össze az alábbi szimulációs áramkört! Végezze el a szimulációt és rajzoltassa ki a bemenő és a kimenő jelet! Tapasztalható-e hazardjelenség?

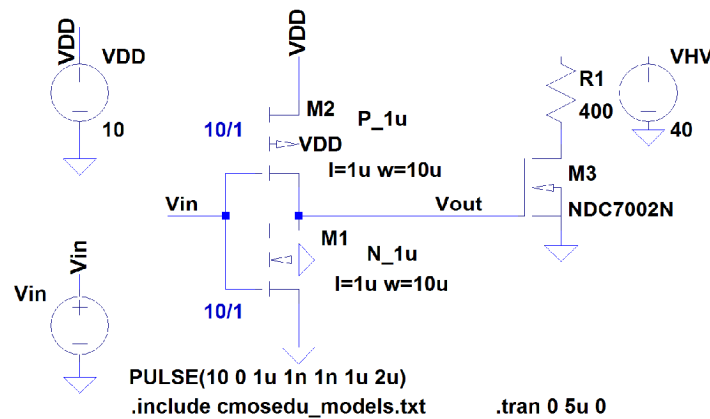


2. ábra: Hazardmentes hálózat késés nélküli logikai kapukkal.

Nyissa meg a *Component Attribute Editor* ablakot (jobb gombbal kattintva az inverter rajzjelére) és a *Value* sorba írja be a $T_d=100n$ értéket! Végezze el újra a szimulációt! Jelentkezik-e most hazard?

2.3.3 Impedancia illesztés

A közönséges logikai kapuk nem alkalmasak teljesítmény MOSFET-ek gyors meghajtására, mert nem adnak / vesznek elég nagy áramot a kimenetükön. Állítsa össze a szimulációs áramkört, amelyben közönséges CMOS inverter hajtja meg a teljesítmény MOSFET-et! Végezze el a szimulációt és rajzoltassa ki a V_{in} és V_{out} feszültségeket! Mi a gond a V_{out} jelnél?



3. ábra: Teljesítmény MOSFET meghajtása közönséges CMOS inverterrel.

Változtassa meg az M1 és M2 MOSFET-eknél a *width* paraméter értékét, legyen $w=100u$! Végezze el újra a szimulációt! Milyen értelemben változott meg a V_{out} jel?

2.4 Felszerelés a mérésekhez

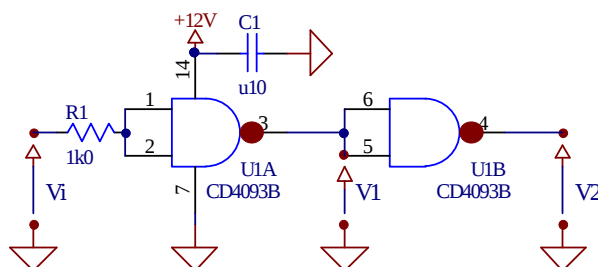
1. Próbapanel
2. Kétcsatornás digitális oszcilloszkóp
3. Jelgenerátor
4. Különböző logikai áramkörök

2.5 Mérések

Ebben a lépésben a hallgatók megméri egy valós logikai áramkörök késéseit, elemzik a statikus hazardjelenséget és tapasztalják az impedancia illesztés fontosságát.

2.5.1 A CD4093B típusú logikai áramkör késéseinek mérése

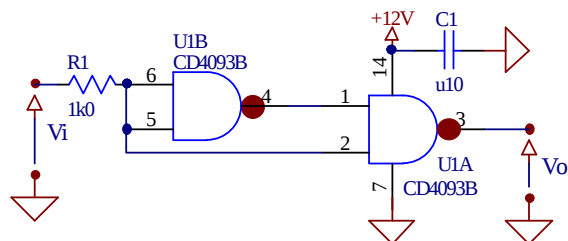
Állítsa össze a próbapanelen az alábbi áramkört! A bemenetre kössön 100kHz frekvenciájú négyszögjelet, melynek alsó szintje 0 V, felső szintje 12 V! Figyelje meg az oszcilloszkóppal a V_1 és V_2 jelek idődiagramját! Mekkora a V_2 jel felfutó és lefutó élének késése a V_1 jel megfelelő éléhez képest?



4. ábra: A CD4093B típusú logikai áramkör késéseinek mérésére alkalmas áramkör.

2.5.2 Statikus hazárdjelenség bemutatása

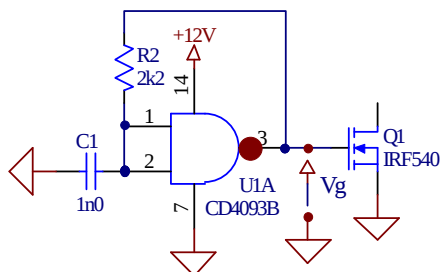
Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! A bemenetre kössön 100kHz frekvenciájú négyszögjelet, melynek alsó szintje 0 V, felső szintje 12 V! Figyelje meg az oszcilloszkóppal a V_i és V_o jelek idődiagramját! Milyen rendellenességet tapasztal? Mennyi ideig tart a nem megfelelő jelszint a kimeneten?



5. ábra: Statikus hazárdjelenség vizsgálatára alkalmas áramkör.

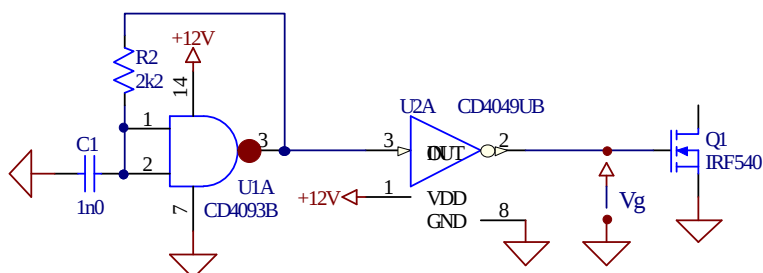
2.5.3 Az impedancia illesztés vizsgálata

Állítsa össze próbapanelen az alábbi áramkört! Kapcsolja be a táplálást! Figyelje meg oszcilloszkóppal a V_g jelet! Milyen szabálytalanságot tapasztal?



6. ábra: Teljesítmény MOSFET meghajtása közönséges CMOS logikai kapuval.

Alakítsa át az áramkört a következő ábra szerint! Miért kapunk most szabályosabb négyszögjeleket a gate-en?



7. ábra: Teljesítmény MOSFET meghajtása erősített kimenetű CMOS logikai inverterrel.

Hallgató(k):

Név:

Index szám:

Aláírás:

