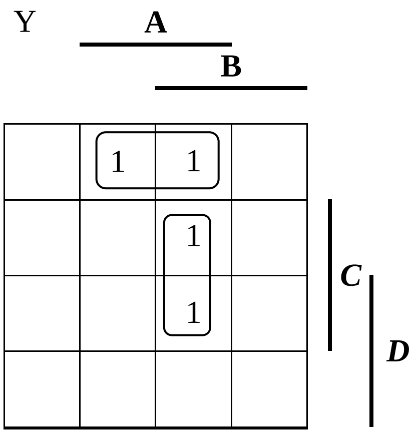
Kombinációs hálózatok tervezése és vizsgálata. Hazárd jelenségek.

Vannak olyan áramköri elemek, amelyek működésében a rövid idejű impulzusok zavart okozhatnak. Mikor állhat elő ilyen? Az előző fejezetekben látott ÉS-VAGY hálózatok esetén bekövetkezhet ilyen jelenség. A jel terjedéséhez időre van szükség, és az egyes kapuknak eltérő a késleltetési ideje, ha 0-ból 1-be, illetve ha 1-ből 0-ba történik a váltás. Ha egy ÉS kapuba egyik jel ponáltan egy másik viszont negáltan (inverteren keresztül) kerül bevezetésre, akkor az inverter késleltetési ideje miatt az ÉS kapu kimenetén rövid időre előállhat, az állandósult állapottal ellentétes irányú impulzus. Ezt a jelenséget hazárdnak nevezzük. Többféle hazárd létezik:

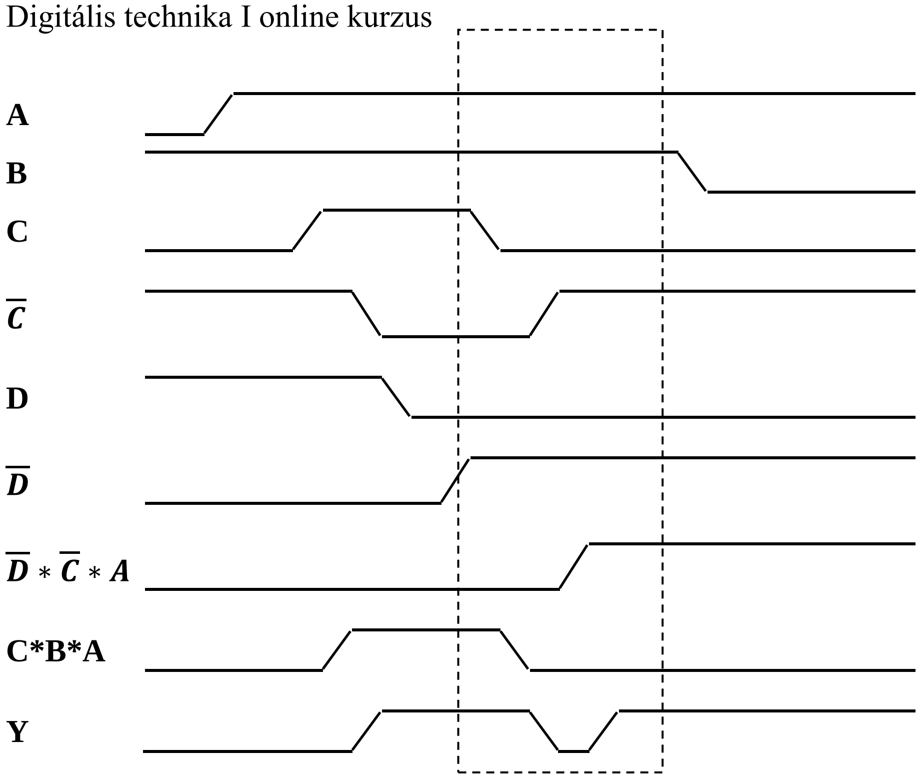
- Statikus hazárd
- Dinamikus hazárd
- Funkcionális hazárd

Statikus hazárd

Amit a Karnaugh táblából is leolvashatunk az a statikus hazárd. Nagyon lényeges, hogy a hazárdok esetleges jelenségek, ami azt jelenti, hogy nem biztos, hogy bekövetkeznek, de ha mégis akkor meg kell őket szüntetnünk, nehogy a működésben zavart okozzanak. Nézzük, hol lehet a Karnaugh táblában statikus hazárd lehetősége: olyan élben szomszédos lefedéseknél, ahol az érintkező élek mentén határozott érték van. Ezt azt jelenti, hogy ha 1-esekre történt a megvalósítás, akkor az érintkező élek mentén 1-es van, ha 0-kra történt a megvalósítás, akkor pedig 0. A hazárd lehetőségének megszüntetése, hogy egy közös lefedésben szerepeltetjük az élben szomszédos határozott értéket tartalmazó cellákat. A hazárdmentesítő hurkokra is ugyanazok a szabályok vonatkoznak, mint a többi lefedésre. Statikus hazárd csak két különböző kapuzási formát, tehát ÉS, és VAGY kaput is tartalmazó hálózatban alakulhat ki. Vagyis nem csak az ÉS-VAGY (diszjunktív) szerkezetnél, hanem a VAGY-ÉS (konjunktív) kapuzásnál is. Lényeges, hogy ha a szomszédos, de különböző lefedésben lévő cellák valamelyikében, vagy mindkettőben közömbös érték van, azzal nem kell foglalkozni.Nézzünk egy példát:

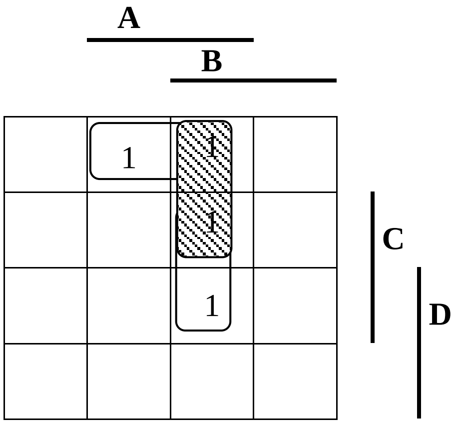


A Karnaugh táblában megadott Y függvény megvalósítása: $Y = (\overline{D} * \overline{C} * A) + (C * B * A)$. A lefedések minden korábban már leírt (6. modul) feltételnek megfelelnek. Ha az így előállított Y jelet olyan áramkörre viszszük tovább, amelynek működése időtől független, pl. egy kijelző, akkor semmi probléma nem adódik. Ha viszont olyan áramkörre visszük tovább a jelet, amelynek működése időfüggő (pl. tároló vezérlése), akkor jelentkezhetnek a megvalósításból eredő hibák. Nézzük meg idődiagramon szemléltetve a lehetséges hibát.



Az Y jelben az állandósult 1 érték helyett egy rövid időre 0 lesz, ami ha a jelet továbbvisszük egy másik hálózatra, amely érzékeny az ilyen rövid idejű impulzusokra, akkor ott problémát fog okozni. Látható, hogy az Y jel, csak a bemenő jelek bizonyos értékeinek kombinációjánál lesz ilyen alakú, tehát nem mindig. Mindenesetre a lehetőségét is ki kell küszöbölni, hogy az Y jel ilyen alakú legyen. Ezt úgy tehetjük meg, hogy az élben szomszédos egyeseket, amelyek külön lefedésekben szerepelnek, egy közös lefedésbe vonjuk. A hazárdmenetesítő hurokra is ugyanazok a szabályok vonatkoznak, mint a többi lefedésre.

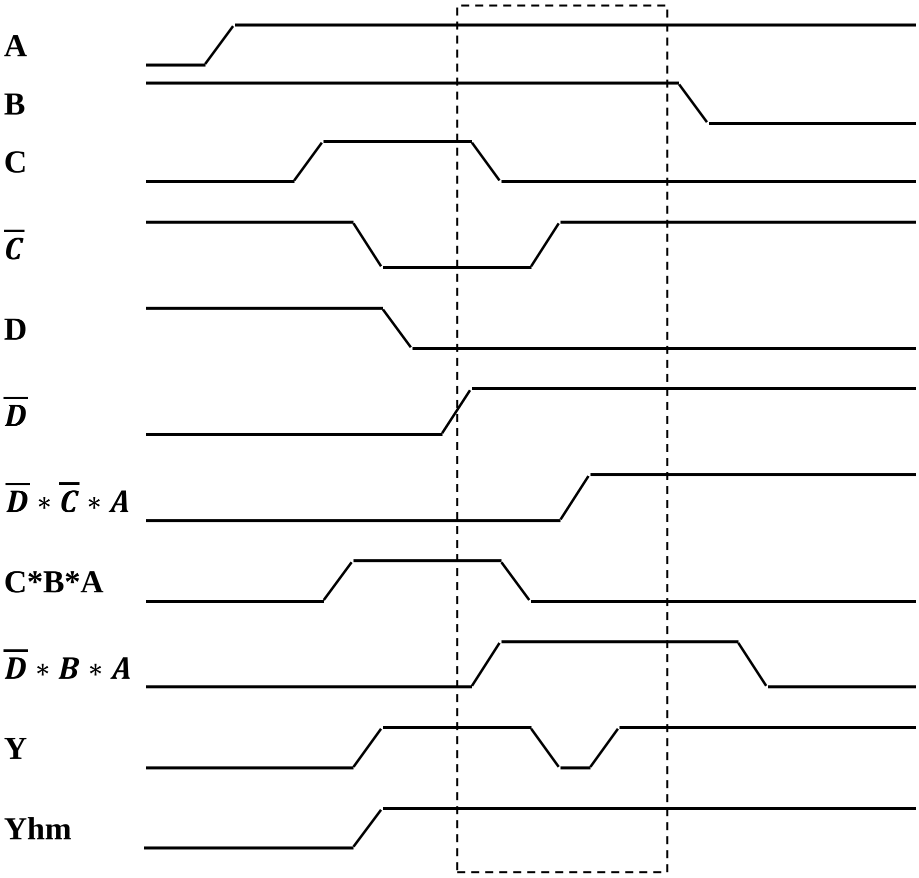
Yhm



A hazárdmentesítő hurok: $\overline{D} * B * A$. Ennek alapján az Y függvény a következő alakú lesz:

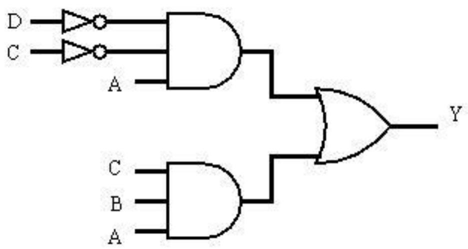
$Yhm = (\overline{D} * \overline{C} * A) + (C * B * A) + (\overline{D} * B * A)$

Az idődiagramon szemléltetve az új lefedés hatását:

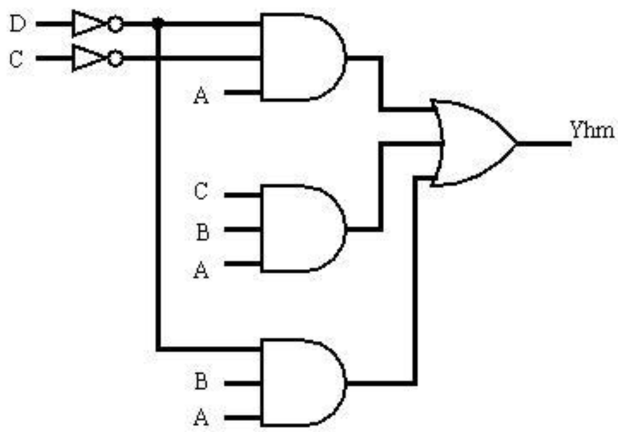


Az új lefedéssel elértük, hogy a kimeneti jel állandó 1 állapotban legyen. Nincs tüske a jelben.

Nézzük a megvalósítást ÉS, VAGY kapuáramkörökkel. Hazárdos megvalósítás:



Hazárdmentes megvalósítás:



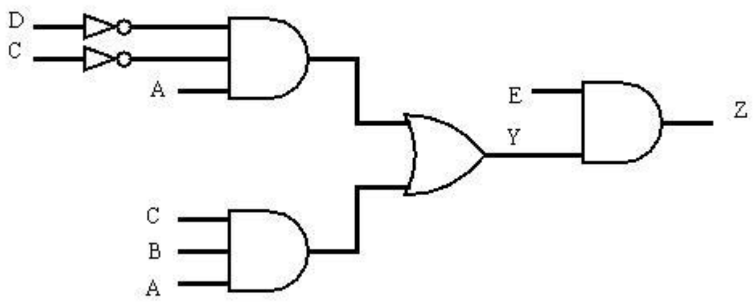
Ha két szomszédos, nem azonos lefedésben szereplő cellából az egyikben közömbös érték van, a másikban viszont határozott érték, akkor közöttük nem lényeges, úgynevezett közömbös hazárd van. Ennek a megszüntetésével nem kell foglalkoznunk.

Összefoglalva:

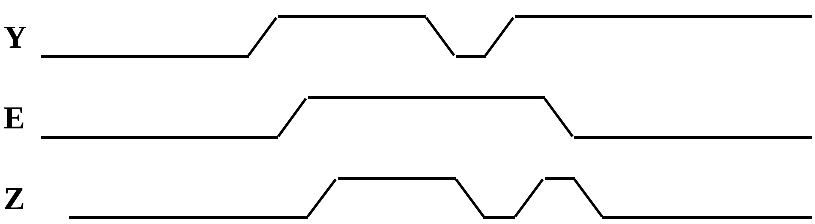
Ha két lefedés élben találkozik, abból átmeneti lefedés hiány állhat elő, de nem biztos, hogy elő is áll. Ezt a hiba lehetőséget hazárdnak nevezzük. Elhárítására a hazárdot okozó élet bevisszük egy lefedés belsejébe, úgy, hogy ebben a lefedésben (szorzatban) a változása miatt gondot okozó jel ne szerepeljen. Kihasználjuk, hogy bármely termet, akárhány lefedésben szerepeltethetjük. Az új lefedést hazárdmentesítő huroknak nevezzük. Segítségével állítjuk elő a most már hazárdmentes kimenetet.

Dinamikus hazárd

Amennyiben egy hazárdos jelet egy újabb kapun visszük át, vagyis 3 fokozatúvá alakítjuk a hálózatunkat, a kapuzás következtében a jelben várható egyszeres jelátmenet helyett háromszoros átmenetet kapunk. Ezt a jelenséget dinamikus hazárdnak nevezzük. Dinamikus hazárd csak 2-nél többfokozatú hálózatban alakulhat ki, szükséges feltétele statikus hazárd megléte.A dinamikus hazárd kiküszöbölésének módja: a hálózatot kétfokozatúvá alakítjuk, és hazárdmentesítő hurok alkalmazásával a hazárd lehetőségét megszüntetjük.A fokozatoknál a bemeneteken alkalmazott negációk, illetve a kimeneten megjelenő negáció nem jelent külön fokozatot. Nézzük a statikus hazárdnál bemutatott példát, kiegészítve egy újabb fokozattal:



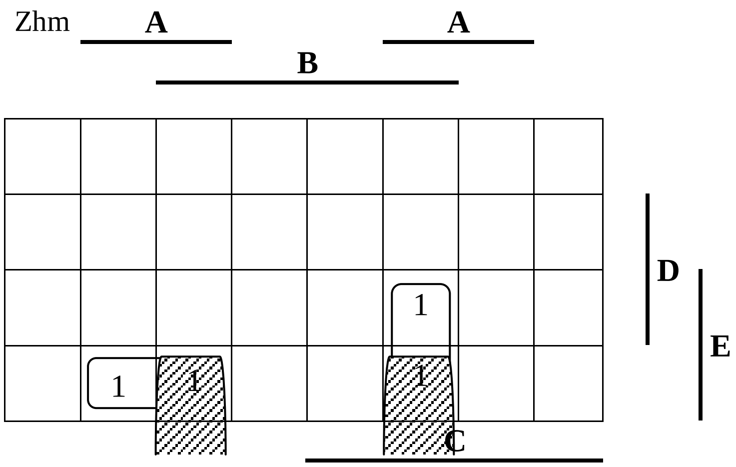
Idődiagramon szemléltetjük a lehetséges problémát:



A függvényünk a következő alakú: $Z = E * (\overline{D} * \overline{C} * A + C * B * A)$. Mivel 3 fokozatú a hálózat és a korábbi példa alapján láttuk, hogy statikus hazárd lehetősége is fenn áll, ezért felmerül a dinamikus hazárd lehetősége. A megszüntetés módja, hogy kiküszöböljük a statikus hazárd lehetőségét, és kétfokozatúvá alakítjuk a hálózatot.

Első lépésben kétfokozatúvá alakítjuk a hálózatot: $Z = (E * \overline{D} * \overline{C} * A) + (E * C * B * A)$. Majd a kapott függvényt beírjuk egy ötváltozós Karnaugh táblába és megszüntetjük a statikus hazárd lehetőségét.

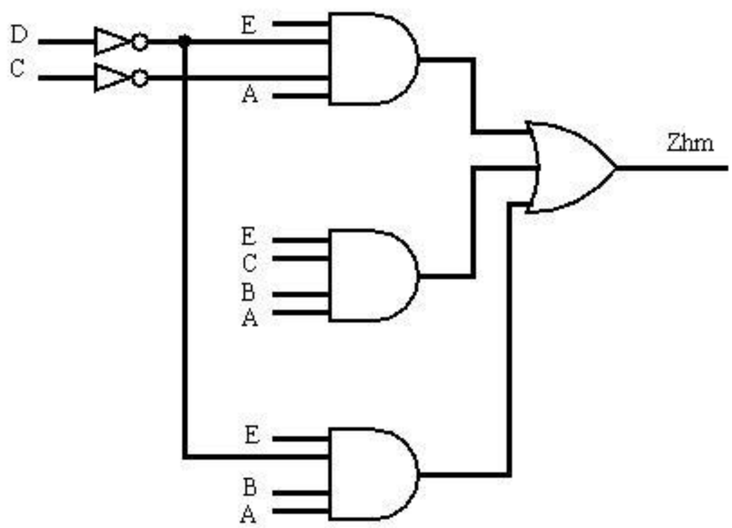
A Z függvényt beírjuk a Karnaugh táblába, és megszüntetjük a statikus hazárd lehetőségét. A hazárdmenetesítő hurkot vonalkázással jelöljük:



Ezek alapján a Z függvény hazárdmentes megvalósítása:

$$Zhm = (E * \overline{D} * \overline{C} * A) + (E * C * B * A) + (E * \overline{D} * B * A)$$

Kapuáramkörökkel felrajzolva a Z függvény hazárdmenetes megvalósítása:

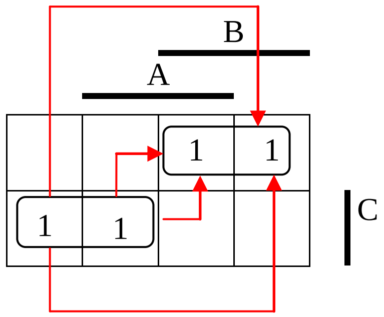


Funkcionális hazárd

Abban az esetben, ha a Karnaugh táblán lévő lefedések nem élben, hanem csúcsban találkoznak, a két cella közötti átmenet már két bemeneti (független) változó megváltozását jelenti. A két bemenő változó jelváltozási ideje nem feltétlenül egyforma. “Ideális esetben” persze egyformának kellene lennie, de valós esetben lehetnek eltérések.

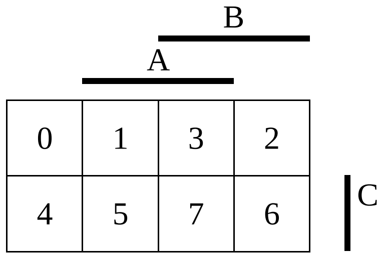
A különböző késleltetések miatt a két minterm között 2 jel változása esetén 2 átmeneti út, emiatt 2 fajta felvett érték lehet. Ha valamelyik felvett érték dekódolva van, akkor ott megjelenik a működésből adódó hazárd, vagyis a funkcionális hazárd. Nézzünk példát:

Y



Cellák indexei:

Y



Amikor a 4-es cellában lévő 1-ről lépünk a 2-es cellába található 1-eshez, ezt két úton is megtehetjük. Léphetünk először a 0-s cellába és onnan a 2-esbe, vagy először 6-os cellába és onnan a 2-esbe. A kialakítástól függ, hogy először a C, vagy a B bemeneti változó változik. Hasonló módon, mikor az 5-ös cellában található 1-estől lépünk a 3-as cellában található 1-eshez, ezt is kétféle úton tehetjük meg. Ha a kialakítástól függően először a B változó billen, akkor először az 5-ös cellából a 7-esbe lépünk és onnan a C változó billenésekor a 3-as cellába. Ha azonban a C változó billen először, akkor az 5-ös cellából először az 1-es cellába és onnan a 3-as cellába lépünk. Látható tehát, hogy a kialakítástól függően más más úton juthatunk egyik cellából a másikba. Vannak köztes értékek, és ha ezek ki vannak dekódolva, akkor azokon a helyen funkcionális (működésből eredő) hazárd léphet fel.