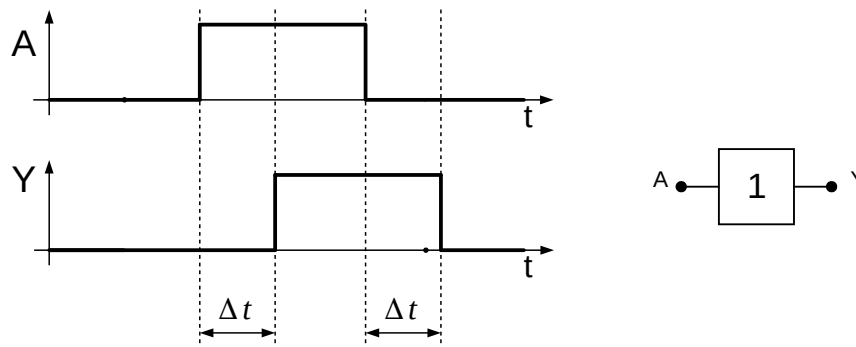


10. HAZÁRDJELENSÉGEK

A kombinációs hálózatokban alkalmazott kapuáramköröknek nemkívánatos velejárója az, hogy a jelet késleltetik (Δt), vagyis valamekkora jelterjedési idővel rendelkeznek. Ez különösen nagy gondot okoz a többszintű, valamint a nagy sebességű áramkörökben. Az így létrejövő jeleltolódások megengedhetetlen, fals kimeneti értékeket eredményezhet.



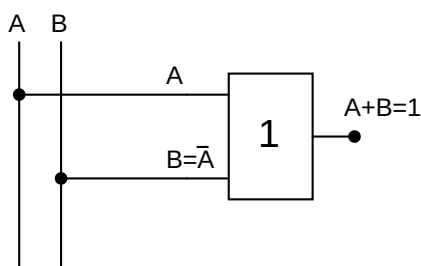
10.1. ábra Egy ISMÉTLŐ áramkör (REPETITION) késleltetése okán létrejött „jelcsúszás”

A kombinációs hálózatokban a késleltetések miatt létrejövő nemkívánatos kimeneti impulzusokat hazárdnak nevezzük.

10.1. Statikus hazárd

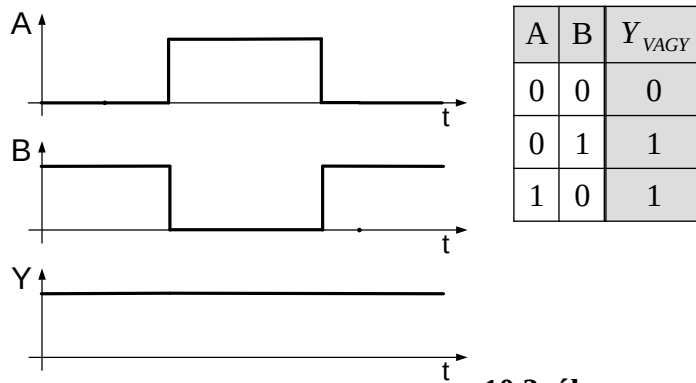
Statikus hazárd alatt olyan átmeneti jelenséget értünk, mely során a kombinációs hálózat kimeneti jelének értéke pillanatnyi időre megváltozik a bemeneti jel(ek) változásának hatására, noha a bemeneti jel(ek) adott változásához ugyanaz a kimeneti érték tartozik, mint ami a bemeneti jel(ek) változása előtti állapothoz tartozott.

A statikus hazárd kiváló reprezentánsa lehet egy egyszerű VAGY kapu. Vegyük észre, hogy amennyiben a kétbemenetű VAGY kapu bemenetei ellentétes jellel vezéreltek, akkor a kimeneti jel értéke mindig „1”! Ha váltás következik, akkor a jelek kombinációja ugyanúgy kimeneti „1”-es értéket eredményez. Mindez jól látható a VAGY kapcsolat igazságtáblázatában is. A késleltetési jelenség miatt a VAGY kapu bemenetein nem egy időben történik a jelek változása, így rövid időre nemkívánatos „0” kimeneti jelet kapunk. Mindennek igazolása érdekében nézzük meg ezt a következő áramköri modellel.



10.2. ábra A VAGY kapu vezérlése ellentétes bemeneti jelekkel

Ideális esetben a váltások egy időben történnek.

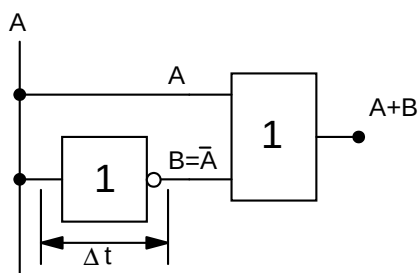
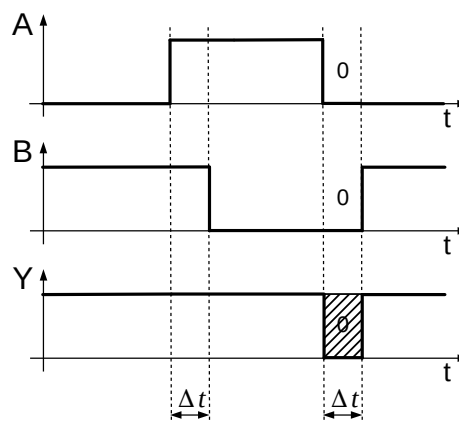


10.3. ábra

1	1	1
---	---	---

A VAGY
kapcsolat
igazságtáblázata

10.1. táblázat

10.4. ábra A VAGY kapu vezérlése
ellentétes bemeneti jelekkel10.5. ábra A VAGY kapcsolat
idődiagramja valós esetben

A	B	Y_{VAGY}
0	0	0
0	1	1 (0)
1	0	1
1	1	1

Figyeljük meg a
kimeneti jelala-
kot!

10.2. táblázat

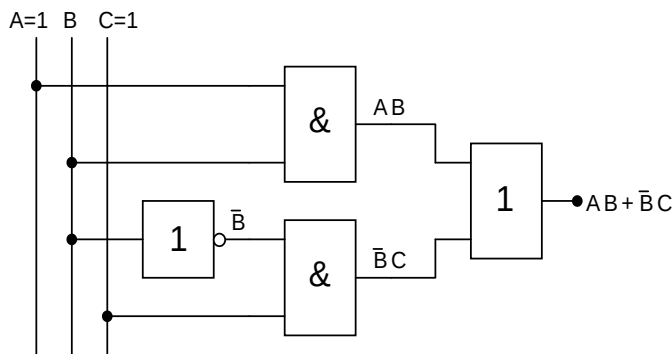
A váltások nem egy időben történnek, hiszen a NEM kapunak késleltetési ideje van.

A valóságos esetben a NEM kapu késleltetése miatt a késleltetés idejére (Δt) a bemeneteken (A bemeneti változó $1 \rightarrow 0$ változása esetén) $A=0$ és $B=0$ bemeneti kombináció áll elő, ennek eredményeképpen a kimeneten erre az időre „0” kimeneti érték kerül ki, az „1” helyett.

Amennyiben a kimeneti jel értéke a helyes „1” értékről a tranziens időtartamára (Δt) „0”-ra változik, 1-típusú statikus hazárdról beszélünk.

Az 1-típusú hazárd előfordulása a diszjunktív alakú függvények esetében és a belőlük realizált kétszintű NÉV hálózatokban gyakori, ahol az első szinten VAGY kapu van.

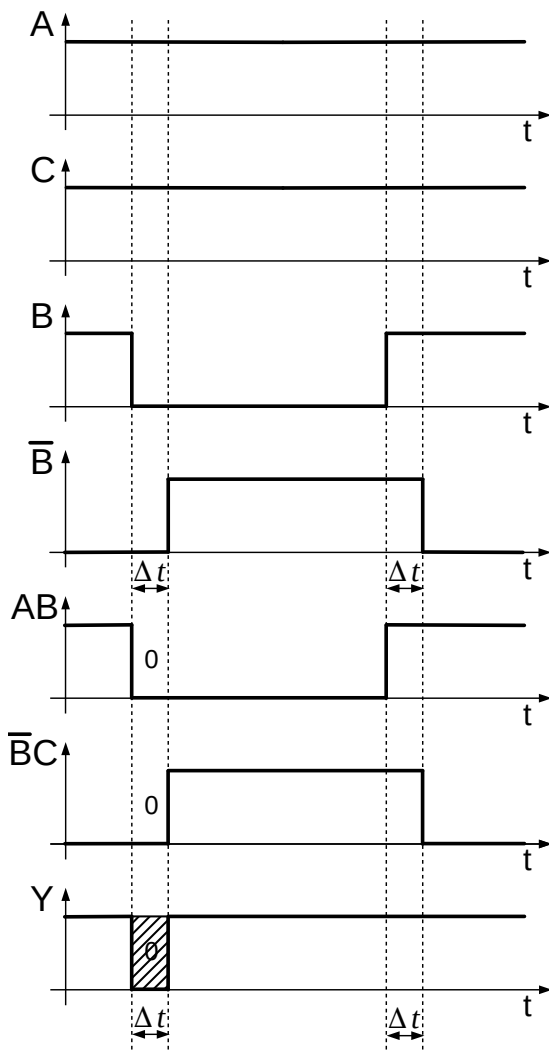
Vizsgáljuk meg a statikus hazárdot NÉV hálózatban! Legyen a függvényünk $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C$! Fordítsuk a figyelmünket az igazságtáblázat 6. és 8. sorára! Itt történik $A \cdot B$ és $\bar{B} \cdot C$ állapotváltása. Realizáljuk a függvényt!



10.6. ábra $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C$ függvény NÉV realizációja és igazságtáblázata

10.3. táblázat

A	B	C	$\bar{B}$	$A \cdot B$	$\bar{B} \cdot C$	$A \cdot B + \bar{B} \cdot C$
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1 (0)
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0	1



A függvény vizsgálatakor B értékét változtassuk „1”-ről „0”-ra ($B: 1 \rightarrow 0$)! Az $A \cdot B$ ÉS kapu kimenet azonnal „1”-ről „0”-ra vált. Az inverter késleltetésének hatására $\bar{B}$ csak késve veszi fel a „1” értéket, ennek megfelelően $\bar{B} \cdot C$ ÉS kapu kimenete is csak késve ad kimeneti „1”-et. A VAGY kapu csak akkor ad kimeneti „1” szintet, ha legalább az egyik bemeneti változó „1”. Csak ideális esetben igaz, hogy az $A \cdot B$ és $\bar{B} \cdot C$ függvények közül valamelyik „1” kimenetű legyen, ezzel együtt a kimeneti érték is (VAGY az első szinten található VAGY kapu kimenete). A késleltetés miatt – a késleltetés idejére (Δt) – $A \cdot B = 0$ és $\bar{B} \cdot C = 0$, ezért adódik a kimeneti fals „0” érték.

A kimeneti fals „0” értéket el kell kerülni. Olyan megoldást kell keresni, melynek eredményeképpen a késleltetés idejére (Δt) „átlapoljuk”, illetve áthidaljuk a kedvezőtlen „0”-ás értéket, biztosítva a kimeneti „1”-et. Ez a folyamat az úgynevezett hazárd-mentesítés.

10.7. ábra $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C$ függvény idődiagramja ($A=1$ és $C=1$)

Végezzük el a függvény hazárd-mentesítést!

Ehhez először át kell alakítani a $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C$ függvényt kanonikus diszjunktív alakúra!

$$Y^3 = A \cdot B \cdot C + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$$

Ebből a sorszámos alak: $Y^3 = \Sigma^3(1,5,6,7)$

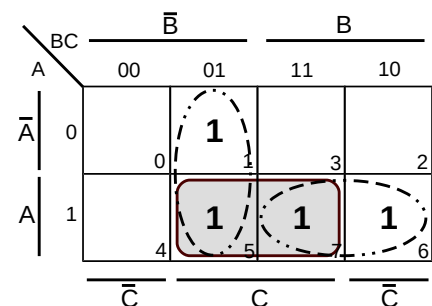
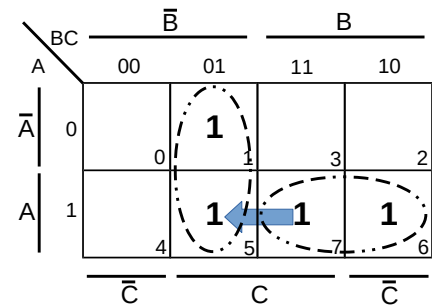
A sorszámos alakból készítsük el a V-K táblát! => **10.8. ábra**

A V-K táblában nyíllal van jelölve a hazárdot okozó szintváltás:

$$ABC=111 \rightarrow 101, \text{ vagyis } B=1 \rightarrow 0$$

A hazárd akkor következik be, ha a jelzett élszomszédos tömbből átlépünk a másikba. Ideális esetben egy időben történne a váltás. A váltás előtt az $A \cdot B$ ÉS kapu, a váltás után pedig a $\bar{B} \cdot C$ ÉS kapu kimeneti „1” értéke biztosítja a VAGY kapu számára a bemeneti „1” jelet, mely által megtartott a kimeneti „1” érték.

A hazárd megszüntetésének módja az, ha az élszomszédos tömböket átlapoljuk egy biztonsági többletet okozó tömbbel. Ekkor a függvény: $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C + A \cdot C$.



10.9. ábra

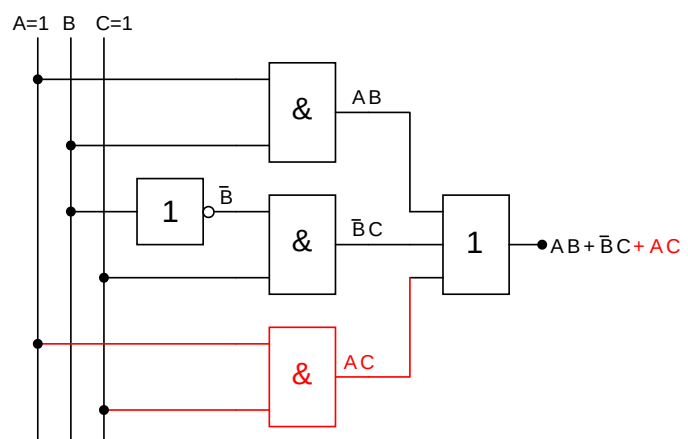
A redundáns termmel a függvény nem változik (ezt láthatjuk a bővített igazságtáblázatban is). Azt biztosítja, hogy a váltás idején a kimeneti „1” érték megtartott legyen.

A	B	C	$\bar{B}$	$A \cdot B$	$\bar{B} \cdot C$	$A \cdot C$	Y_1^3	Y_2^3
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	1	1	0	1	0	1	1	1

10.4. táblázat

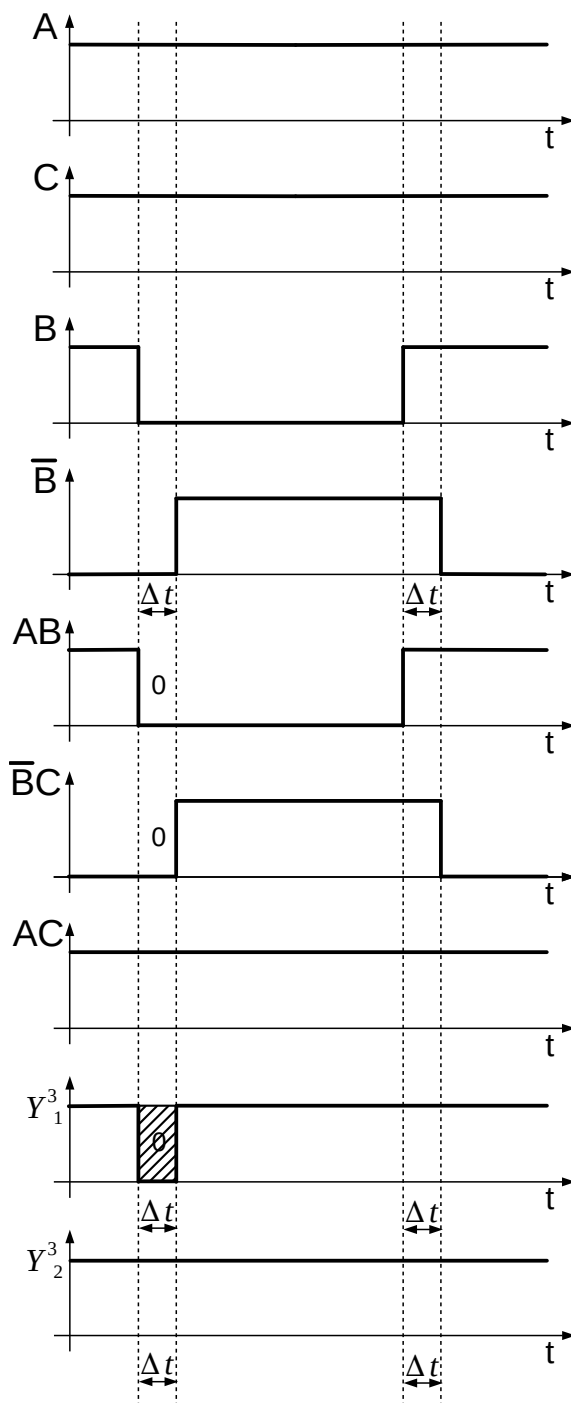
ahol $Y_1^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C$

és $Y_2^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C + A \cdot C$



10.10. ábra

Az $Y^3 = A \cdot B + \bar{B} \cdot C + A \cdot C$ függvény realizációja

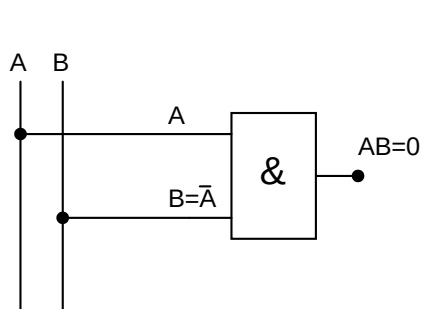
**10.11. ábra**

Az x. ábrán az idődiagram látható a hazard-mentesítés után, ahol $Y_1^3 = A \cdot B + \overline{B} \cdot C$, $Y_2^3 = A \cdot B + \overline{B} \cdot C + A \cdot C$, $A=1$ és $C=1$. Megfigyelhető, hogy a biztonsági többletet okozó term ($A \cdot C$) az átmeneti idő alatt is „1” értékű, mely biztosítja a hárombemenetű VAGY kapu számára a bemeneti „1” értéket. Mindebből következik, hogy az átmeneti idő alatt is megtartott a kimeneti „1” szint.

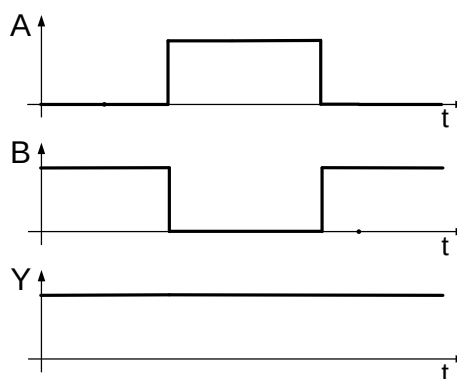
Amennyiben a kimeneti jel értéke a helyes „0” értékről a tranziens időtartamára (Δt) „1”-re változik, 0-típusú statikus hazádról beszélünk.

Az 0-típusú hazárd előfordulása a konjunktív alakú függvények esetében és a belőlük realizált kétszintű NVÉ hálózatokban gyakori, ahol az első szinten ÉS kapu van.

Igazoljuk a 0-típusú hazárdot egy kétbemenetű ÉS kapuval.



10.12. ábra Az ÉS kapu vezérlése ellentétes bemeneti jelekkel



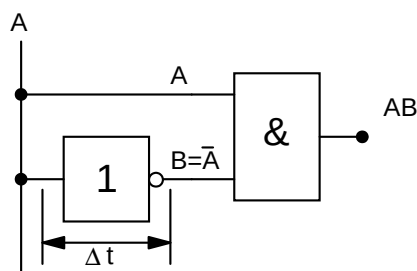
A	B	$Y_{ÉS}$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Az ÉS kapcsolat igazságtáblázata

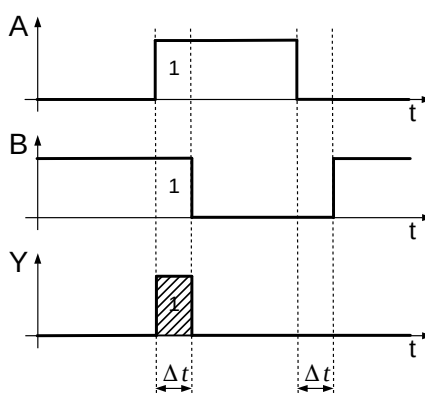
10.5. táblázat

10.13. ábra Az ÉS kapcsolat idődiagramja ideális esetben

Ideális esetben a váltások egy időben történnek.



10.14. ábra A VAGY kapu vezérlése ellentétes bemeneti jelekkel



A	B	Y_{VAGY}
0	0	0
0	1	0
1	0	0 (1)
1	1	1

Figyeljük meg a kimeneti jelalakot!

10.6. táblázat

10.15. ábra A VAGY kapcsolat idődiagramja valós esetben

A váltások nem egy időben történnek, hiszen a NEM kapunak késleltetési ideje van.

A valóságos esetben a NEM kapu késleltetése miatt a késleltetés idejére (Δt) a bemeneteken (A bemeneti változó 0→1 változása esetén) A=1 és B=1 bemeneti kombináció áll elő, ennek eredményeképpen a kimeneten erre az időre „1” kimeneti érték kerül ki, az „0” helyett.

A 0-típusú hazard igazolása kétszintű NVÉ hálózattal. Legyen a függvényünk $Y^3 = (A+B) \cdot (\bar{A}+C)$. A konjunktív alakú függvények esetén a hazard fellépésekor „0” értékű a kimeneti jel, ezért a vizsgálatot a függvény negált alakja esetében kell elvégezni:

- 1. negáció: $\bar{Y}^3 = \overline{(A+B) \cdot (\bar{A}+C)} = \overline{A+B} \cdot \overline{\bar{A}+C} = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{C}$

- Kanonikus konjunktív alak:

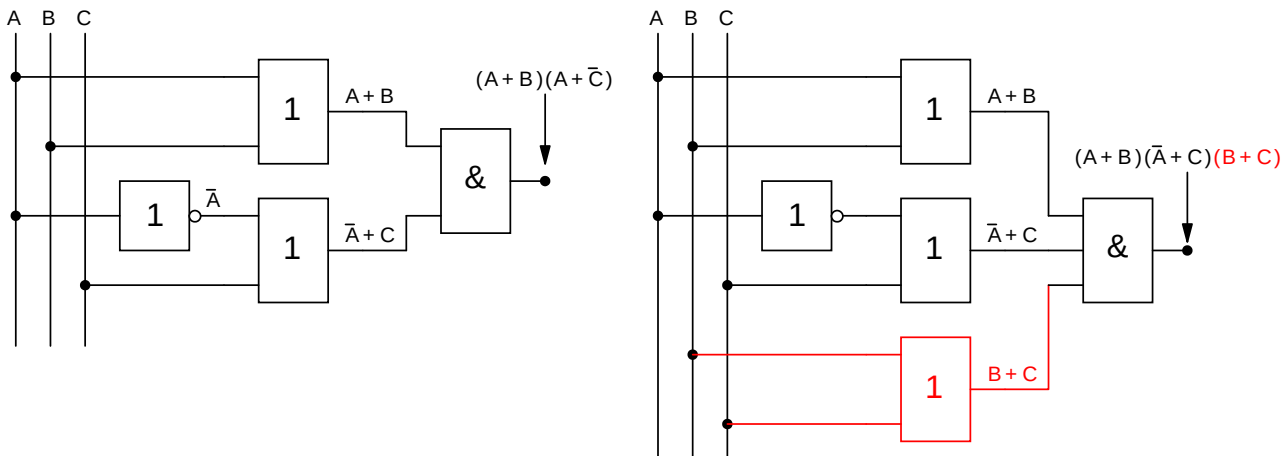
$$\bar{Y}^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{C} = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot (C + \bar{C}) + A \cdot \bar{C} \cdot (B + \bar{B}) = \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C + \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C} + A \cdot B \cdot \bar{C} + A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$$

- A sorszámos alak: $Y^3 = \Sigma^3(0,1,4,6)$
- A V-K tábla, mely tartalmazza a redundáns termet is:

BC		$\bar{B}$		B	
		00	01	11	10
A	$\bar{A}$	0	1		
	A	1			1
		$\bar{C}$	C	$\bar{C}$	

10.16. ábra

- A V-K táblából „kiolvasott”, biztonsági többletes függvény: $\bar{Y}^3 = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{C} + \bar{B} \cdot \bar{C}$
- 2. negáció: $Y^3 = \bar{\bar{Y}^3} = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{C} + \bar{B} \cdot \bar{C}} = (A+B) \cdot (\bar{A}+C) + (B+C)$
- A hazardos és a hazard-mentesített függvényrealizáció:



10.17. ábra

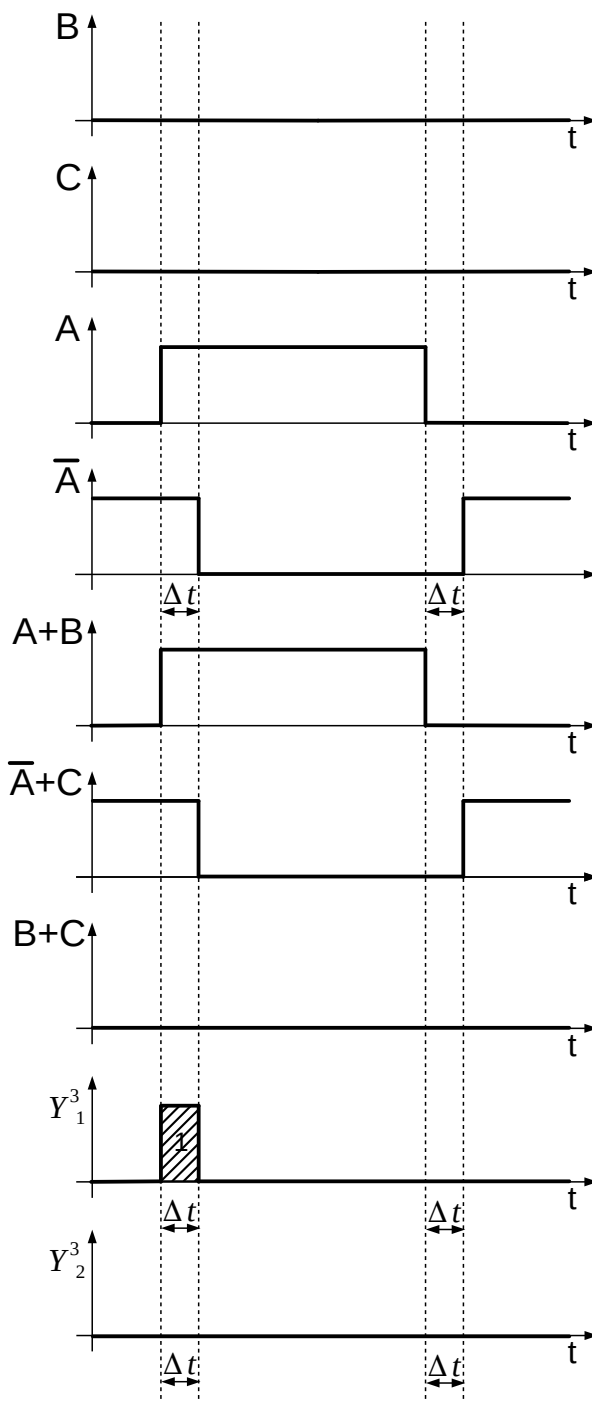
A V-K táblából látható, hogy a hazard akkor jön létre, amikor A „0”-ról „1”-re vált ($A: 0 \rightarrow 1$), miközben $B=0$ és $C=0$. A hazardot okozó szintváltás: $ABC=000 \rightarrow 100$.

A	B	C	$\bar{B}$	$A \cdot B$	$\bar{B} \cdot C$	$A \cdot C$	Y_1^3	Y_2^3
0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0(1)
1	0	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1	1	1

10.7. táblázat

ahol $Y_1^3 = (A+B) \cdot (\bar{A}+C)$

és $Y_2^3 = (A+B) \cdot (\bar{A}+C) + (B+C)$



10.18. ábra A hazard-mentesített függvény idődiagramja