

تفریق کننده ها

طراحی واحد منطق و حساب

Arithmetic logic unit (ALU) design

© تمامی اطلاعات موجود در این سند متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیر بوده و حقوق قانونی آن محفوظ است.



عمل محاسباتی: تفریق

نوع نمایش: بی علامت

تفریق ۲ عدد n -بیتی:

○ تفریق کننده آبشاری (Ripple subtractor) همون روشی که ما تفریق می کنیم.

○ تفریق کننده مکمل گیر (Complement subtractor)



تفریق کننده اعداد بی علامت



عمل محاسباتی: تفریق

نوع نمایش: بی علامت

◀ $n=1$ (تفریق دو عدد بی علامت تک بیتی)

○ ربع تفریق کننده (Quarter subtractor)

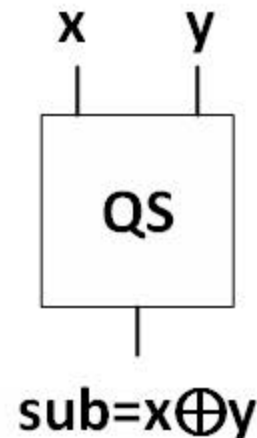
○ نیم تفریق کننده (Half subtractor)

○ تمام تفریق کننده (Full subtractor)

اگر از طبقه کناریش قرض کنه .

Quarter Subtractor

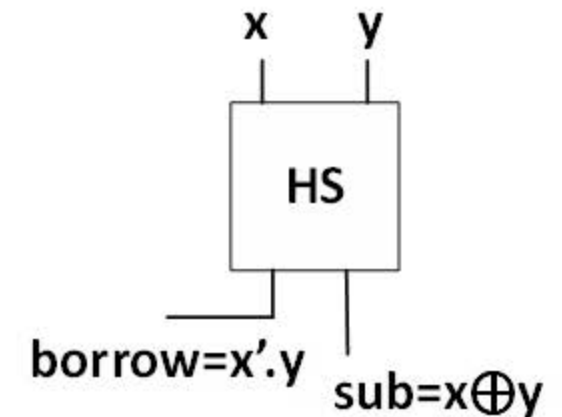
x	y	s=x-y (تفریق ریاضی)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



$delay(sub) = d$
Cost = 1 g

Half Subtractor

x	y	(تفریق ریاضی)	
		borrow	sub
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0



$delay(sub) = d$
 $delay(borrow) = 2d$
Cost = 3 g not , and , xor



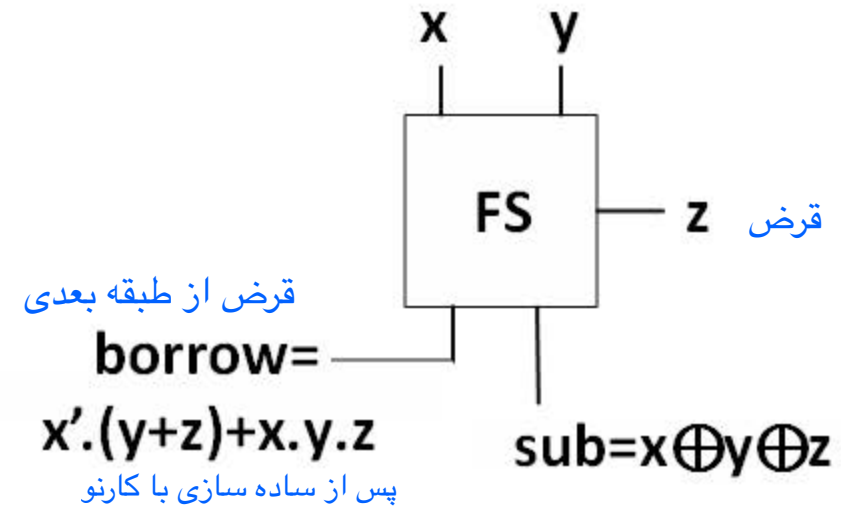
عمل محاسباتی: تفریق

نوع نمایش: بی علامت

fs تفاوت هایی هم از لحاظ ساخت و هم تاخیر با fa داره.

$n=1$ (تفریق دو عدد بی علامت تک بیتی)
تمام تفریق کننده (Full subtractor)

x	y	z	x-y-z (تفریق ریاضی)	
			borrow	sub
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1



ye not darim $\rightarrow d$, 3 ta ande movazi $\rightarrow d$, or $\rightarrow d$ rooham $3d$.

$$\text{delay (sub)} = d$$

$$\text{delay (borrow)} = 3d$$

$$\text{cost} = 6g$$

$$\text{FS delay} = 3d$$

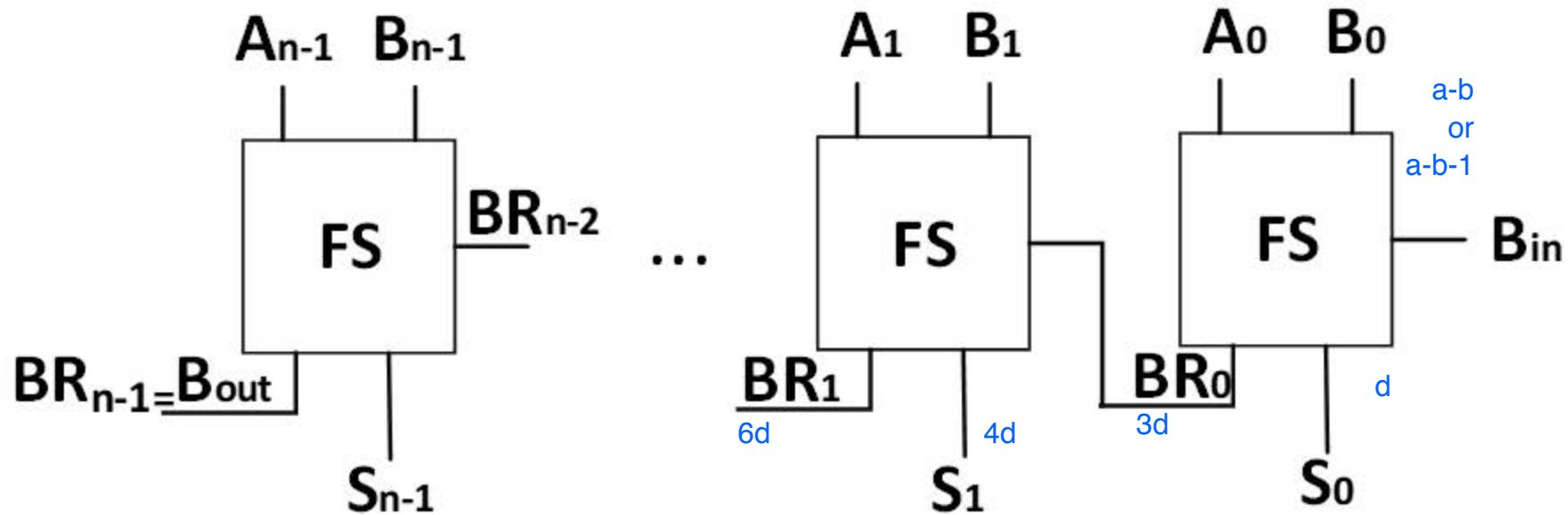
عبارت رو به صورت sop بنویس. 5g ، Fa بود ولی 6g FS عه.



تفریق کننده آبشاری (Ripple subtractor)



تفریق کننده آبشاری (Ripple subtractor)



$$\begin{aligned} \text{delay (subtract)} &= (3n-2)d \\ \text{delay (borrow)} &= 3nd \end{aligned}$$

$$\text{cost} = 6n g$$

از هر fs که رد میشیم 3d زمان میگیره. —> کلا 3nd
ساب ۲ تا زودتر از بارو میاد.

baraye ma rahate chon yek zehn darim va nemitonim movazi kar konim vali takhiresh
kheili ziade.



تفریق کننده مکمل گیر (Complement subtractor)



تفریق کننده مکمل گیر

برای محاسبه $A - B$ در فضای n بیتی بصورت زیر عمل می کنیم:

in 2 be tavane n taghiri dar result be vojood nemiare chon ma dar har soorat az result n taye samte rastisho barmidarim

در فضای n بیتی

$$\begin{aligned}
 A - B &= (\text{in } n \text{ bit}) = 2^n + A - B \\
 &= A + (2^n - B) \\
 &= (\text{provable}) = A + (B' + 1)
 \end{aligned}$$

می توان این رو ثابت کرد.



تفریق کننده مکمل گیر

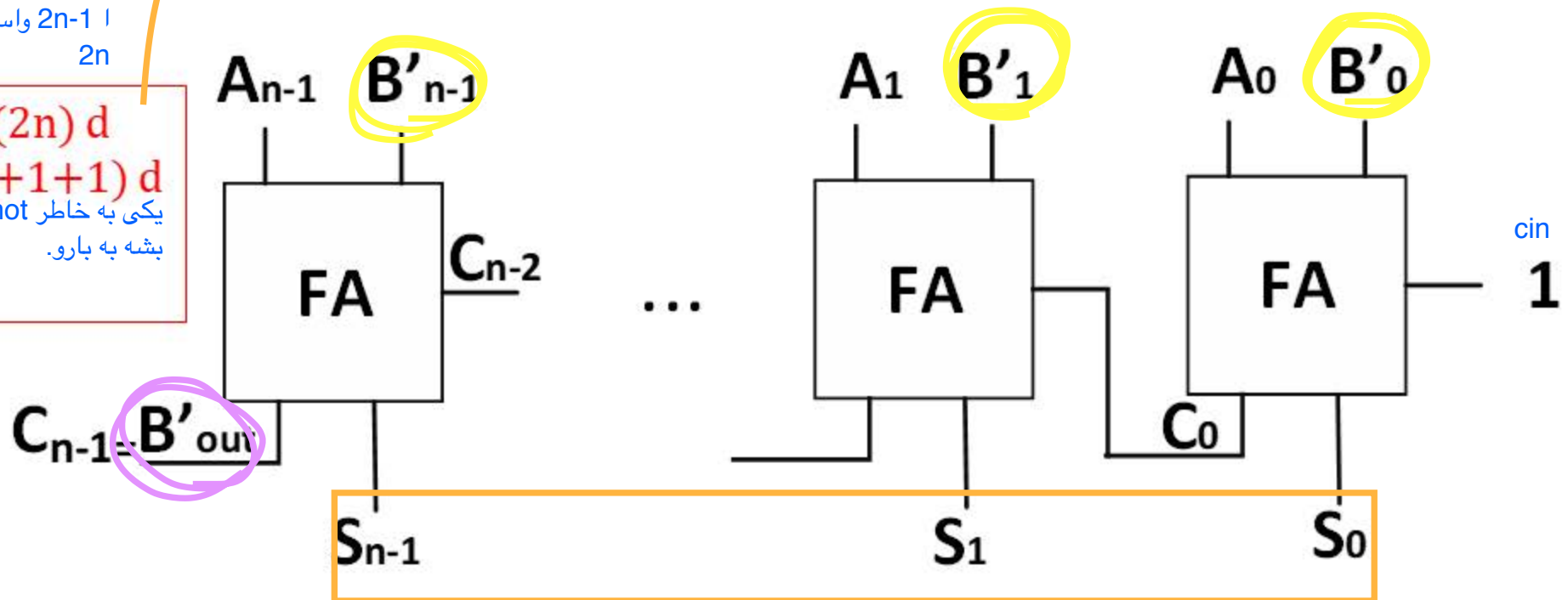
تاخیرش مثل آبخاری تفریق کننده شد.

 $2n-1$ | واسه ساب با یکی برای not <—
 $2n$

$\text{delay (subtract)} = (2n) d$
 $\text{delay (borrow)} = (2n+1+1) d$
 یکی به خاطر not ها و یکی هم تا تبدیل بشه به بارو.

 $\text{cost} = 6n g$

یه not هم داریم.



کری همیشه باید یک باشه

نتیجه نهایی درست است.

در این روش، رقم نقلی تولید شده، برعکس رقم قرضی است. چرا؟

درستی این رابطه رو تحقیق کنید.

$$\text{Bout} = \text{NOT} (C_{n-1})$$



سرریز یا Overflow

در محاسبات **ALU** لازم است نتیجه محاسبات در n بیت قابل نمایش باشد (چرا؟)

چون n بیت فضا داریم. در پردازنده ها ما پهنای ثابت هامون n بیتی. چون اگر $n+1$ بیت بشه دفعه بعدی ادر $n+1$ بیتی میخوایم که نداریم. $n=32, 64, 128, 8, \dots$

مثل وقتی که جمع ۲ عدد n بیتی بشه $n+1$ بیتی

در محاسبات، گاهی اوقات شرایطی پیش می آید که پاسخ محاسبه دو عدد n -بیتی در فضای n -بیتی نادرست است (پاسخ غلط). برای اطلاع به کاربر، سیگنالی به نام **Overflow** (سرریز) در نظر گرفته می شود که از این طریق، اطلاع داده می شود. لذا قبل از برداشت پاسخ از مدار، لازم است ابتدا بیت سرریز چک شود که آیا یک است یا صفر.

○ اگر صفر باشد، پاسخ در n بیت، درست است و ارسال به مرحله بعدی است.

○ اگر یک باشد، پاسخ نادرست است و امکان انجام وجود ندارد. یعنی سخت افزار قادر به پاسخ دادن نیست (راه حل در این شرایط چیست؟)

پول ۸ بیتی دادی فقط ۸ بیتی داری.

باید سخت افزار با پهنای بیت بزرگتر بسازی.



شرایط سرریز شدن (پاسخ غلط) در محاسبات جمع و تفریق، بی علامت

◀ هنگام **جمع** دو عدد بی علامت

○ ایجاد رقم **نقلی**، به معنای سرریز شدن نتیجه است. (زیرا نتیجه $n+1$ رقمی است و قابل نمایش در n بیت نیست)
نقلی آخر

◀ هنگام **تفریق** دو عدد بی علامت

○ ایجاد رقم **قرضی**، به معنای سرریز شدن نتیجه است. (زیرا نتیجه منفی است و چون قابل نمایش نیست بیت قرضی ایجاد شده است).
میگه ۶-۵ جوابش ۹ عه اگه قرض داشته باشیم.

■ توجه: چنانچه از مدار تفریق گر مکمل گیر استفاده شود **نبود** بیت نقلی، به معنای وجود رقم قرضی است. پس نبود بیت نقلی یعنی سرریز شدن نتیجه تفریق.

◀ مثال: مشخص کنید در فضای ۴-بیتی، کدام سرریز می شود و کدام سرریز نمی شود؟

همیشه

$$\begin{array}{r} 0101 \\ 0011 \\ \hline \end{array} +$$

همیشه

$$\begin{array}{r} 1011 \\ 1101 \\ \hline \end{array} +$$

همیشه

$$\begin{array}{r} 0101 \\ 0011 \\ \hline \end{array} -$$

همیشه

$$\begin{array}{r} 0011 \\ 0101 \\ \hline \end{array} -$$



سوال؟

