

پاسخ سوال ۱- جدول کارنوی تابع f به صورت زیر می باشد:

cd \ ab	00	01	11	10
00				
01	X	1	X	
11		X		X
10		1	X	1

برای پوشش دادن ۱های تابع انتخابهای مختلفی ممکن است که باید برای هر انتخاب با توجه به احتمالات داده شده در صورت سوال، فعالیت جمله مذکور را محاسبه کرده و بهترین گزینه (کمترین فعالیت) را انتخاب نمائیم.

به عنوان نمونه برای پوشش مینترم شماره ۱۰ دو جمله قابل استفاده است که یکی acd و دیگری $a\bar{b}c$ می باشد. با توجه به احتمالات داده شده، احتمال یک بودن جمله اول برابر $0.5 \times 0.2 \times 0.4 = 0.04$ و احتمال یک بودن جمله دوم $0.5 \times 0.3 \times 0.2 = 0.03$ می باشد که در نتیجه احتمال فعالیت جمله اول 0.96×0.04 و جمله دوم 0.97×0.03 می باشد. بنابراین برای پوشش دادن مینترم شماره ۱۰ باید از جمله دوم استفاده کرد که احتمال فعالیت را کمتر می کند.

برای دو مینترم شماره ۵ و ۹ نیز به همین صورت عمل می کنیم که نتیجه به صورت زیر خواهد بود:

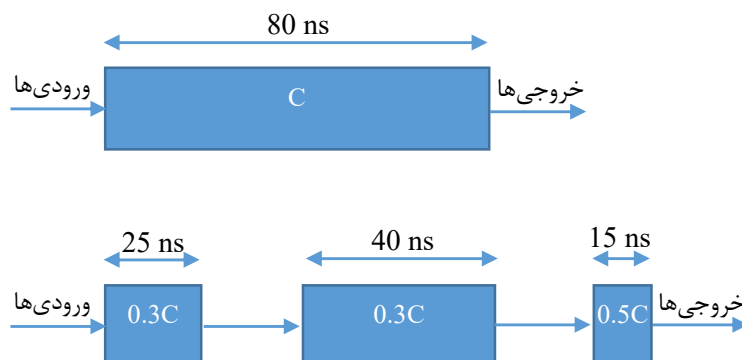
جملات ممکن برای پوشش مینترم شماره ۵ عبارتند از: $\bar{a}b\bar{c}$ و $b\bar{c}d$ و $\bar{a}bd$ که احتمال یک بودن این جملات به ترتیب $0.5 \times 0.7 \times 0.8 = 0.28$ و $0.7 \times 0.8 \times 0.6 = 0.336$ و $0.5 \times 0.7 \times 0.6 = 0.21$ و در نتیجه جمله آخر که احتمال یک بودن کمتری دارد، دارای کمترین احتمال فعالیت نیز می باشد.

برای پوشش مینترم ۹ نیز دو جمله $a\bar{c}d$ و $\bar{a}b\bar{d}$ قابل استفاده است که احتمال یک بودن آنها به ترتیب $0.5 \times 0.8 \times 0.6 = 0.24$ و $0.5 \times 0.3 \times 0.6 = 0.09$ می باشد که در نتیجه جمله دوم دارای احتمال فعالیت کمتری می باشد.

در نهایت تابع f به صورت زیر خواهد بود.

$$f = a\bar{b}c + \bar{a}bd + a\bar{b}d$$

پاسخ سوال ۲- در این سوال به منظور کاهش توان مصرفی و نه به منظور افزایش سرعت، از خط لوله استفاده شده است. بنابراین در نهایت تاخیر هر طبقه از خط لوله باید به اندازه تاخیر مدار ترکیبی اولیه شود. بنا به صورت مساله داریم:



با توجه به اینکه تاخیر کل خط لوله به اندازه تاخیر بزرگترین طبقه آن است، در اینجا تاخیر خط لوله 40ns خواهد شد که البته با توجه به عدم نیاز به افزایش سرعت، می توان تاخیر تمامی طبقات را به 80ns رساند و در مصرف توان صرفه جویی کرد. بنابراین از آنجا که تاخیر با ولتاژ نسبت معکوس دارد، به منظور افزایش تاخیر هر طبقه کافیسیت ولتاژ آنرا به همان نسبت کاهش دهیم؛ بنابراین با کاهش ولتاژ طبقه اول به مقدار $\frac{25}{80}V_{dd}$ و طبقه دوم به مقدار $\frac{40}{80}V_{dd}$ و طبقه سوم به مقدار $\frac{15}{80}V_{dd}$ می توان به تاخیر مورد نظر (80ns) برای تمامی طبقات خط لوله رسید.

دقت داشته باشید که پریود کلاک قبل از اعمال خط لوله 80ns است و بعد از خط لوله کردن مدار نیز 80ns باقی می ماند.

زمانی که طبقه ای با ولتاژ کمتر به طبقه ای با ولتاژ بیشتر متصل می شود، نیاز به Level Shifter وجود دارد که در اینجا بین طبقه اول و دوم نیاز به Level Shifter می باشد.

با توجه به کاهش ولتاژ هر طبقه و خازن آن، می توان سوئیچینگ را به صورت زیر محاسبه کرد:

توان مدار ترکیبی:

$$P_1 = C \cdot f \cdot V_{dd}^2$$

توان بعد از استفاده از خط لوله:

$$P_2 = 0.3C \cdot f \cdot \left(\frac{25}{80}V_{dd}\right)^2 + 0.3C \cdot f \cdot \left(\frac{40}{80}V_{dd}\right)^2 + 0.5C \cdot f \cdot \left(\frac{15}{80}V_{dd}\right)^2 = 0.12C \cdot f \cdot V_{dd}^2 = 0.12P_1$$

با توجه به اینکه زمان اجرا نسبت به حالت قبلی تغییر نکرده است، و با توجه در نتیجه انرژی نیز به همان نسبت توان کاهش می یابد.

پاسخ سوال ۳- با توجه به اینکه سایز بلوک های حافظه ۴ لغت است، در هربار دسترسی به حافظه در صورتی که miss اتفاق بیفتد، ۴ لغت از حافظه اصلی خوانده شده و به حافظه نهان منتقل می شود. در نتیجه با فرض اینکه دسترسی ها از آدرس صفر شروع شود، آدرس های قرار گرفته در حافظه نهان به صورت زیر خواهد بود:

0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15

حال با توجه به اینکه دسترسی ها با stride سه به حافظه اصلی صورت می گیرد، در صورتی که دسترسی ها از آدرس صفر باشد، داریم:

$$0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, \dots$$

با کمی دقت مشخص می شود که در دسترسی اول (آدرس صفر) miss اتفاق می افتد اما با توجه به انتقال لغت های 0 تا 3 به حافظه نهان، دسترسی دوم یعنی دسترسی به آدرس 3، hit خواهد شد. دو دسترسی بعدی یعنی 6 و 9 نیز miss می شود. با رسیدن به آدرس 12 مجدد این اتفاق تکرار می شود، یعنی آدرس 12، miss شده ولی آدرس 15، hit می شود و 18 و 21 نیز miss می شوند.

بنابراین در هر ۴ دسترسی متوالی یک hit و ۳ عدد miss خواهیم داشت. انرژی هر hit برابر انرژی دسترسی به کش (E_c) و انرژی هر miss برابر با انرژی ۴ بار خواندن از حافظه اصلی و یک بار دسترسی به کش خواهد بود ($4 * E_m + E_c$).

بنابراین با توجه به توضیحات قبلی داریم:

انرژی ۴ دسترسی متوالی به حافظه بدون کش:

$$E = 4 * E_m = 40 * E_c$$

انرژی ۴ دسترسی متوالی به حافظه با کش:

$$E = E_c + 3 * (4 * E_m + E_c) = 12 * E_m + 4 * E_c = 124 * E_c$$

در نتیجه انرژی مصرفی در صورت استفاده از کش حدود ۳ برابر خواهد شد و وضعیت بدتر خواهد شد.