

به نام خدا

چمران معینی

شماره دانشجویی: ۹۹۳۱۰۵۳

1. در کشاورزی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا (IoT)، سیستمی برای نظارت زمین کشاورزی در اختیار داریم. این سیستم اطلاعات یکپارچه‌ای با استفاده از سنسورها (نور، رطوبت هوا، دما و ...) در اختیار ما قرار می‌دهد و آبیاری زمین را نیز خودکار می‌کند. کشاورزان می‌توانند وضعیت زمین را در هر کجای دنیا که باشند رصد کنند. (20 نمره)

الف) با توجه به توضیحات ارائه شده، ورودی و خروجی و رفتار سیستم را مشخص کنید. دقت کنید که این تمرین یک جواب واحد ندارد و هدف آن، ارزیابی خلاقیت شماست. بنابراین، هر تعداد و هر نوع ورودی و خروجی که فکر می‌کنید مناسب است در نظر بگیرید. در رابطه با رفتار سیستم، هر فرضی که معقول باشد، قابل قبول است.

۱. الف) یکی از اصلی‌ترین بخش‌های این دستگاه، زمان‌سنجی است که تشخیص می‌دهد در چه زمانی از شبانه‌روز قرار داریم، چون بررسی نور، رطوبت هوا و رطوبت خاک و دما، نیازمند لحاظ کردن این مورد است.

این سیستم می‌تواند دارای یک دماسنج، یک سنسور نور و یک رطوبت‌سنج باشند.

اگر این سیستم را در یک زمین کشاورزی به کار ببریم، بررسی دما و نور و رطوبت محیط، تنها به شکل یک ورودی صورت می‌گیرد که با بررسی آن، متوجه شویم نور زمین ما، به چه مقدار است و این نور برای کشت چه گیاه‌هایی بهتر است، اما در یک گلخانه که لامپ‌های آن به سیستم متصل باشند، می‌توانیم شدت نور هر لامپ را محاسبه کنیم، و بر اساس تفاوت شدت نور دریافت شده توسط سنسور و نور ایده‌آل (از پیش تنظیم شده)، تعدادی از چراغ‌ها روشن می‌شوند. همچنین سنسور دمای ما، متصل به سیستم گرمایشی سرمایشی خواهد بود و اگر زمانی فاصله‌ی دمای محیط با دمای ایده‌آل، بیشتر از حالت مجاز بود، دستگاه‌های تنظیم دما شروع به کار کنند و هرگاه دمای محیط به دمای ایده‌آل رسید، دستگاه‌های گرمایشی یا سرمایشی متوقف می‌شوند. همچنین هنگامی که رطوبت محیط کمتر از میزان مجاز شود، دستگاه‌های رطوبت‌ساز تا زمان رسیدن به رطوبت ایده‌آل فعالیت کنند.

نکته‌ی قابل توجه این است که دستگاه می‌تواند به صورت آنلاین یا آفلاین کار کند. اگر بخواهیم دستگاه‌مان به صورت آفلاین هم کار کند، نیازمند زمان‌سنجی هستیم که تشخیص می‌دهد در چه زمانی از شبانه‌روز قرار داریم، چون بررسی نور، رطوبت هوا و رطوبت خاک و دما، نیازمند لحاظ کردن این مورد است. برای مثال دمای مجاز در روز می‌تواند ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد و سیستم‌های گرمایشی در حالتی شروع به فعالیت می‌کنند که «دمای محیط کمتر از ۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد و زمان بین ساعت ۹ تا ۲۱ باشد» و هنگامی متوقف می‌شود که «دمای هوای برابر با ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد»، اما حداقل دمای مجاز در شب‌ها، به جای ۳۲ درجه، ۳۰ درجه باشد و دمای ایده‌آل هم ۳۳ باشد، با توجه به نیاز گیاه‌ها و شرایط محیطی و اقتصادی.

اگر قرار باشد دستگاه ما همواره آنلاین باشد، می‌تواند زمان را از اینترنت بگیرد، در غیر این صورت نیازمند یک دماسنج است.

سیستم آبیاری خودکار هم می‌تواند به روش‌های مختلفی عمل کند. برای مثال می‌توانیم تنظیم کنیم «اگر زمان برابر ۴ یا ۱۰ یا ۱۶ یا ۲۲ باشد، راه‌های آب باز شوند. اگر زمان برابر ۴:۲۰ یا ۱۰:۲۰ یا ۱۶:۲۰ یا ۲۲:۲۰ بود، راه‌های آب بسته شوند.» همچنین می‌توانیم تنظیم کنیم که اگر رطوبت خاک کمتر از میزان مجاز بود، ۰ را برگرداند، در غیر این صورت ۱ را برگرداند، پس «هرگاه دماسنج خاک، صفر برگرداند دستگاه راه‌های آب را برای ۱۰ دقیقه باز می‌کند.»

ب) آیا با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌هایی که خود شما برای این سیستم در نظر گرفتید، نیاز به مبدل آنالوگ به دیجیتال و یا دیجیتال به آنالوگ وجود دارد؟ توضیح دهید.

۱. ب) بعضی از بخش‌های سیستم ما، می‌توانند بسته به نیاز ما، آنالوگ یا دیجیتال باشد. برای مثال اگر دماسنج دیجیتال باشد و تنها بتواند تشخیص دهد دما بالای ۳۵ درجه است یا پایین‌تر از ۳۵ درجه هم می‌تواند نیاز ما را برطرف کند و از مزایای سیستم‌های دیجیتال هم برخوردار می‌شویم، اما اگر به سیستم منعطف‌تری نیاز داشته باشیم بهتر است از سنسورهای آنالوگ استفاده کنیم، و دمایی که سنسور آنالوگ گزارش می‌کند را با استفاده از یک مبدل به ۰ (دمای پایین ۳۵) و یا ۱ (بالای ۳۵) تبدیل کنیم. با توجه به این که نیاز به دانستن دما و رطوبت و نور دقیق نداریم و فقط کافی‌ست بدانیم به میزان لازم هست یا نیست، و از طرفی محیط زمین کشاورزی، محیط پرآسبی‌ست و دستگاه و ادوات دیجیتال مقاومت بهتری هم دارند، بهتر است تا حد ممکن از سنسورهای دیجیتال استفاده کنیم.

2. جدول زیر را تکمیل کنید. (30 نمره)

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
757.25			
	1100111		
		713.1	
			1FCB
	11010.1011		

Decimal	Binary	Octal	Hexadecimal
757.25	1011010101.01	1325.2	2D5.4
103	1100111	147	67
459.125	111001011.001	713.1	1CB.2
8139	1111111001011	17713	1FCB
26.6875	11010.1011	32.54	1A.B

3. مقدار مبنای b را در تساوی‌های زیر محاسبه کنید. (ا یک عدد صحیح است) (20 نمره)

a) $(79)_{10} = (142)_b$

b) $(301)_b = I^2$

$$(79)_{10} = (142)_b \rightarrow 2(b)^0 + 4(b)^1 + 1(b)^2 = (79)_{10} \rightarrow b^2 + 4b - 77 = 0 \rightarrow (b - 7)(b + 11) \rightarrow b = 7$$

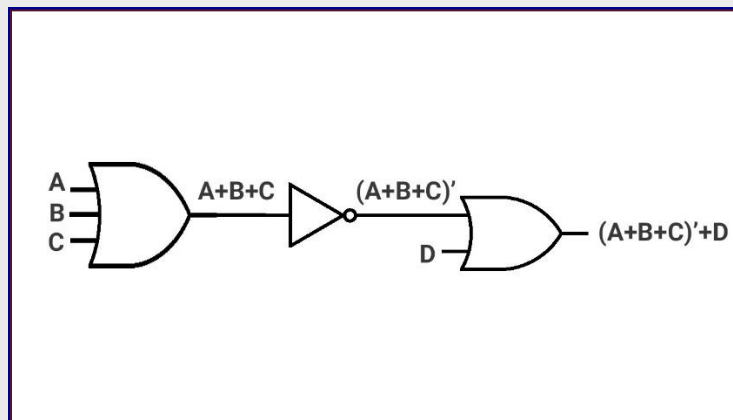
$$(301)_b = I^2 \rightarrow 3b^2 + 1 = I^2 \rightarrow b^2 = \frac{I^2 - 1}{3} = \frac{(I - 1)(I + 1)}{3} = \frac{(I - 1)}{3} (I + 1) \xrightarrow{I=7} b^2 = 16 \rightarrow b = 4$$

4. با استفاده از جبر بول عبارات زیر را ساده کنید و سپس با رسم مدار معادل ساده شده تعداد گیت‌ها و سطوح مدار را بررسی کنید. (20 نمره)

$$a) f(A, B, C) = A'B'C' + CD + BD + AD$$

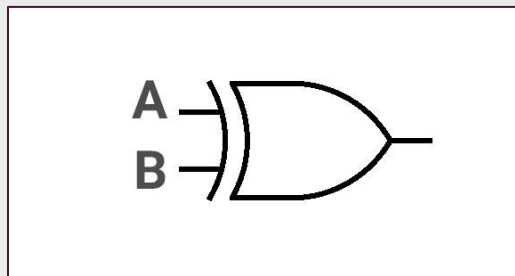
$$b) f(A, B) = \overline{\overline{A \cdot (A \cdot B)} \cdot \overline{B \cdot (A \cdot B)}}$$

$$\begin{aligned} a) f(A, B, C) &= A'B'C' + CD + BD + AD \rightarrow \textbf{Factoring} \rightarrow A'B'C' + (A + B + C)D \\ &\rightarrow \textbf{DeMorgan's Law} \rightarrow \overline{(A + B + C)} + (A + B + C)D \rightarrow \textbf{Absorption Property} \\ &\rightarrow \overline{(A + B + C)} + D \end{aligned}$$



در این حالت سه گیت داریم، البته می‌توانستیم از NAND هم استفاده کنیم تا تنها از دو گیت استفاده کرده باشیم.

$$\begin{aligned} b) f(A, B) &= \overline{\overline{A(AB)}B(AB)} \rightarrow \textbf{DeMorgan's Law} \rightarrow A\overline{(AB)} + B\overline{(AB)} \rightarrow \textbf{Factoring} \rightarrow \overline{(AB)}(A + B) \\ &\rightarrow \textbf{DeMorgan's Law} \rightarrow (\bar{A} + \bar{B})(A + B) \rightarrow \textbf{Multiplying} \rightarrow \bar{A}B + A\bar{B} \end{aligned}$$



در این حالت می‌توانیم با یک گیت XOR، به مدار معادل تابعمان برسیم.

5. با استفاده از جدول درستی، درستی یا نادرستی تساوی زیر را بررسی کنید. (10 نمره)

$$A \cdot \bar{C} + B \cdot C + A \cdot \bar{B} = \bar{B} \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot B + A \cdot C$$

$$AC' + BC + AB' = X$$

$$B'C' + A'B + AC = Y$$

A	B	C	AC'	BC	AB'	X	B'C'	A'B	AC	Y
1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

همان طور که مشاهده می کنیم، در سه حالت تساوی بالا برقرار نیست، پس نادرست است.

6. دوگان و متمم عبارات جبری زیر را بدست آورید. (30 نمره)

$$(a) f(A, B, C, D, E) = (AB + C + D)(\bar{C} + D)(\bar{C} + D + E)$$

$$(b) f(A, B, C, D) = \overline{ABC + AB + \bar{A}BC + A\bar{C} + ABC}$$

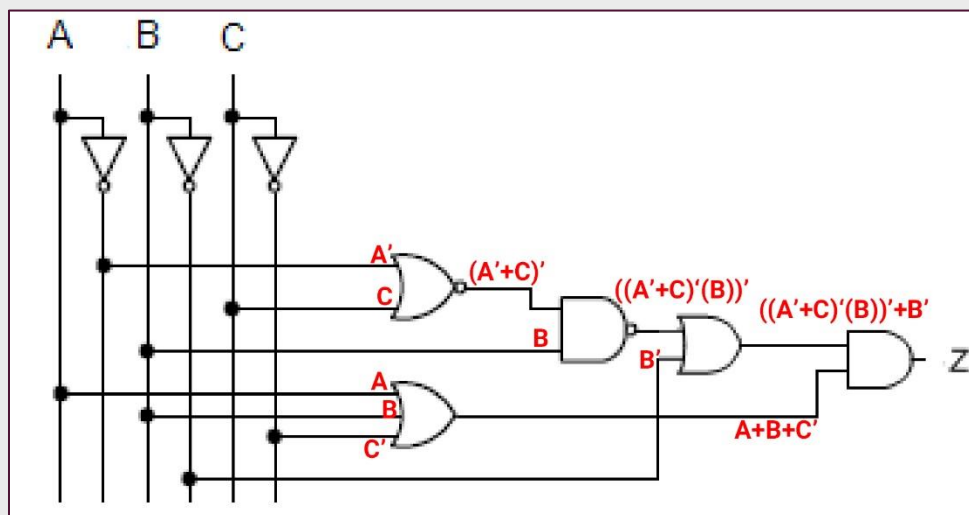
$$\begin{aligned} a) f(A, B, C, D, E) &= (AB + C + D)(C' + D)(C' + D + E) \rightarrow \text{Absorption Property} \\ &\rightarrow (AB + C + D)(C' + D) = ABC' + C'D + ABD + CD = ABC' + ABD + D \\ &= ABC' + D \text{ (dual)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g = f' &= (AB + C + D)' + (C' + D)' + (C' + D + E)' \rightarrow \text{DeMorgan} \rightarrow (AB)'C'D' + CD' + CD'E' \\ &\rightarrow \text{DeMorgan} \rightarrow (A' + B')C'D' + CD' + CD'E' = A'C'D' + B'C'D' + CD' + CD'E' \\ &\rightarrow \text{Absorption} \rightarrow A'C'D' + B'C'D' + CD' = D'(A'C' + B'C' + C) \rightarrow \text{Absorption} \\ &\rightarrow D'(A' + B' + C) = A'D' + B'D' + CD' \end{aligned}$$

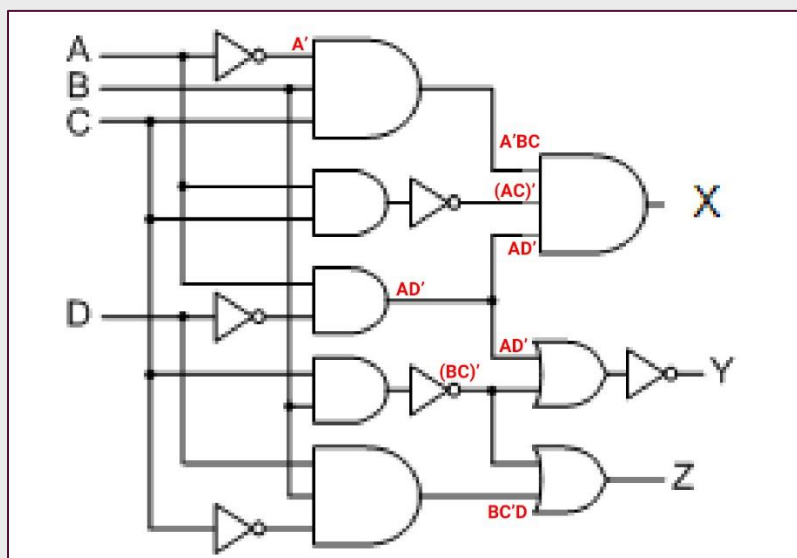
$$\begin{aligned} b) f(A, B, C, D) &= (AB'C + AB + (ABC)' + AC' + ABC')' = (AB'C)'(AB)'(ABC)(AC')'(ABC')' = \\ &= (A' + B + C')(A' + B')(ABC)(A' + C)(A' + B' + C) \rightarrow \text{Absorption Property} \rightarrow \\ &= (A' + B + C')(A' + B')(ABC)(A' + C) = (ABC) \text{ (dual)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g = f' &= AB'C + AB + (ABC)' + AC' + ABC' \rightarrow \text{DeMorgan} \\ &\rightarrow AB'C + AB + A' + B' + C' + AC' + ABC' \rightarrow \text{Absorption Property} \\ &\rightarrow A' + B' + C' \rightarrow \text{DeMorgan} \rightarrow (ABC)' \end{aligned}$$

7. در هر یک از مدارهای زیر توابع خروجی‌ها را بدست آورید. (نیازی به ساده‌سازی نیست) (20 نمره)



$$Z = \left(\left(\overline{(\bar{A} + \bar{C})} \cdot (B) \right) + \bar{B} \right) \cdot (A + B + \bar{C})$$

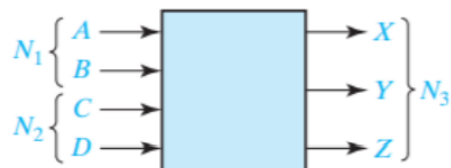


$$X = (\bar{A}BC)(\overline{AC})(\bar{A}\bar{D})$$

$$Y = \overline{(\bar{A}\bar{D}) + (BC)}$$

$$Z = \overline{BC} + (B\bar{C}D)$$

8. یکی از مدارهای مهم در سیستم‌های دیجیتال، جمع‌کننده است. یک جمع‌کننده 2-بیتی مطابق بلوک دیاگرام زیر دو عدد دوبیتی را به عنوان ورودی دریافت کرده و یک عدد سه‌بیتی را به عنوان خروجی نشان می‌دهد. جدول درستی توابع خروجی این مدار را رسم کنید. (15 نمره)



A	B	N(1)	C	D	N(2)	X	Y	Z	N(3)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3	0	1	1	3
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0	2
0	1	1	1	0	2	0	1	1	3
0	1	1	1	1	3	1	0	0	4
1	0	2	0	0	0	0	1	0	2
1	0	2	0	1	1	0	1	1	3
1	0	2	1	0	2	1	0	0	4
1	0	2	1	1	3	1	0	1	5
1	1	3	0	0	0	0	1	1	3
1	1	3	0	1	1	1	0	0	4
1	1	3	1	0	2	1	0	1	5
1	1	3	1	1	3	1	1	0	6

9. ورودی‌های یک مدار منطقی 4 سیگنال A, B, C و D هستند. این ورودی‌ها نشان‌دهنده یک عدد 4-بیتی هستند بطوری که A بالاترین ارزش و D پایین‌ترین ارزش را دارد. مداری طراحی کنید که هنگامی که ورودی کمتر از $(0101)_2$ باشد خروجی آن برابر یک شود. استفاده از هر نوع گیت دلخواه مجاز است. (20 نمره)

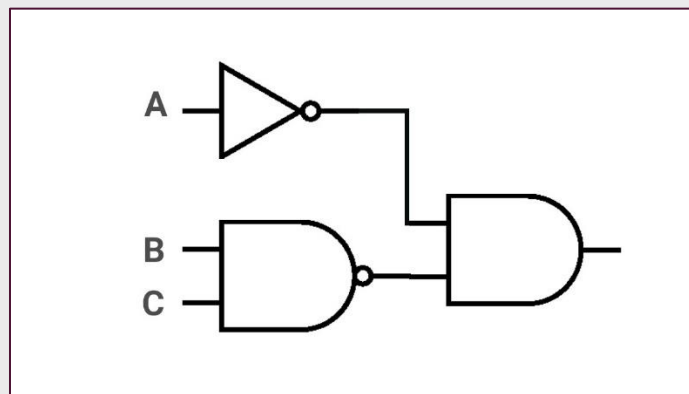
ابتدا سعی می‌کنیم تابع این مدار را بنویسیم. تابع این مدار، هنگامی که این شروط برقرار باشند، ۱ را برمی‌گرداند:

مقدار A حتما ۰ باشد.

مقدار B یا ۰ باشد، یا اگر ۱ است، C حتما صفر باشد.

یعنی:

$$f(A, B, C, D) = (A')(B' + BC') \rightarrow \text{Absorption Property} \rightarrow (A')(B' + C') \rightarrow \text{DeMorgan's Laws} \rightarrow (A)'(BC)'$$



10. فرم SOP عبارت جبری زیر را بدست آورید. (10 نمره)

$$f(A, B, C) = (C + A')(B + C')(A + B + C)(A' + B')$$

$f(A, B, C) \rightarrow$ Multiplying out and eliminating redundant terms

$$\begin{aligned} &\rightarrow (A'B + A'C' + BC + CC')(AA' + AB' + BA' + BB' + A'C + B'C) \\ &= (A'B + A'C' + BC)(AB' + BA' + A'C + B'C) \rightarrow \text{Consensus Theorem} \\ &\rightarrow (A'C' + BC)(AB' + BA' + A'C) = A'BC' + A'BC = A'B + AB' = A \oplus B \end{aligned}$$

11. فرم POS عبارت جبری زیر را بدست آورید. (10 نمره)

$$f(A, B, C) = AC' + BC' + ABC$$

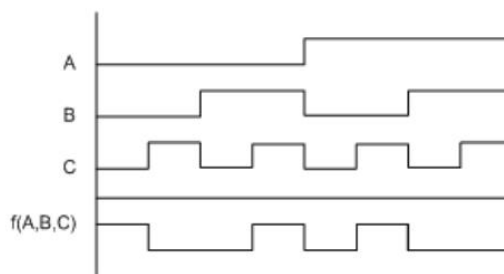
$$\begin{aligned} f(A, B, C) &= AC' + BC' + ABC \rightarrow C'(A + B) + C(AB) \rightarrow XZ + X'Y = (X + Y)(X' + Z) \\ &\rightarrow (C' + AB)(C + A + B) \end{aligned}$$

سوال امتیازی

■ بخش سوم: سوالات امتیازی

12. با توجه به نمودار زمانی زیر تابع بولی f را بدست آورید و مدار معادل آن را رسم کنید. (25

نمره)



می بینیم که تابع فقط در سه حالت صحیح است، پس آن را به صورت جمع سه عبارت می نویسیم که هر کدام از این عبارات، فقط در یکی از هر سه حالت صحیح باشد، پس:

$$f(A, B, C) = A'B'C' + A'BC + AB'C$$

