

به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

الکترونیک صنعتی

تمرین سری ۱

محمد تقی زاده گیوری

۸۱۰۱۹۸۳۷۳

زمستان ۱۴۰۱

سوال ۱ - بخش الف و ب

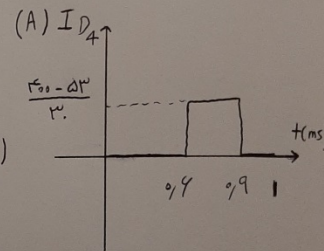
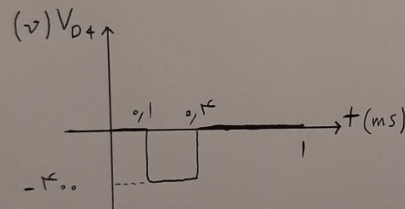
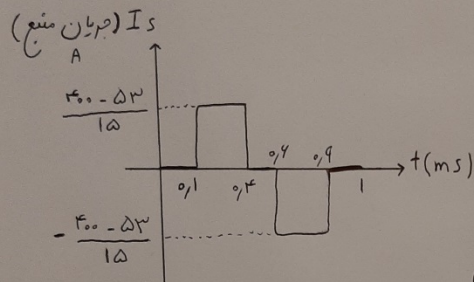
مسئله تعقی زاده گیرسی

۸۱۰۱۹۸۳۷۳

$$۸۱۰۱۹۸۳۷۳ \Rightarrow V_{dc} = ۵۰ + ۳ = \boxed{۵۳V}$$

جواب سؤال ۱:

الف:



وقتی V-Pulse مثبت است، جریان از D1 شروع، به R، V_{dc} ، رفته و در آخر از $D3$ عبور می‌کند.

وقتی V-Pulse منفی است، جریان از D2 شروع، به R، V_{dc} ، رفته و در آخر از $D4$ عبور می‌کند.

$$I_{Fmax} = \frac{400 - 53}{30} = \boxed{11.57 A} \quad I_{Frms} = \sqrt{\frac{\left(\frac{400-53}{30}\right)^2 \times 0.3 ms}{1 ms}} = \boxed{9.33 A}$$

$$I_{FAvg} = \frac{\frac{400-53}{30} \times 0.3 ms}{1 ms} = \boxed{3.74 VA}$$

← (در درجه تناوب) T

سوال ۱ بخش ج

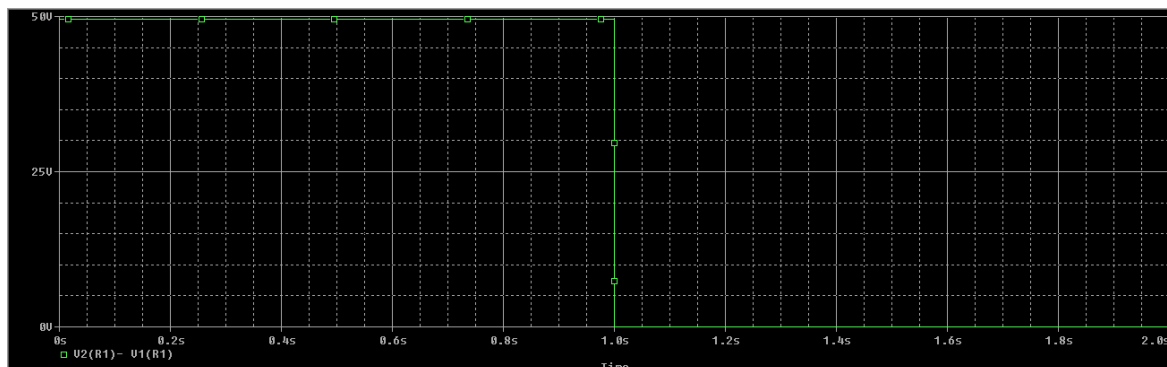
باتوجه به بخش الف و ب، نیاز به دیودی داریم که بتواند ولتاژ معکوس 400 ولت را تحمل کند. علاوه بر این، باید بتواند جریان 30 / (400-53) را هم از خود عبور دهد. برای اینکه حاشیه اطمینان بالا باشد، مقادیر ولتاژ و جریانی که برای دیود درآوردیم را 50 درصد بیش تر در نظر می گیریم. به این ترتیب دیودی که انتخاب می کنیم باید ولتاژ معکوس 600 را بتواند تحمل کند و جریان 20 / (400-53) که برابر با 17.35 آمپر است را از خود عبور دهد. باتوجه به دیود هایی که در بازار موجود است، دیود **MUR1660CTR** را انتخاب می کنیم. ولتاژ معکوس این دیود 600 ولت و جریان آن 16 آمپر است که تا حد خوبی با مقادیر ولتاژ و جریانی که برای دیود میخواستیم (600 و 17.35)، مطابقت دارد.

سوال ۱ بخش د

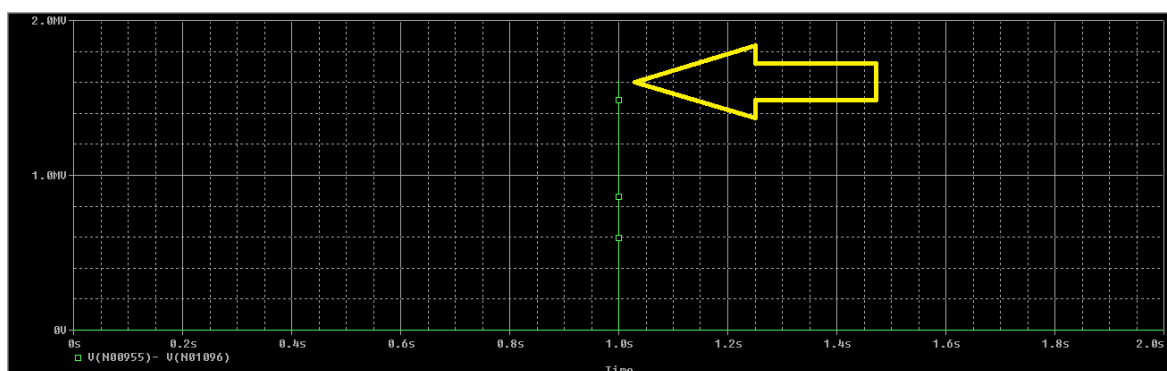
در واقع منبع تغذیه DC با مقاومت سری، مدلی از یک موتور DC است. موتور DC همان طور که از اشمش پیداست، برای چرخش، به یک ولتاژ DC نیاز دارد و حین چرخش تلفات حرارتی و مکانیکی دارد. به همین دلیل مدار معادل موتور DC از یک منبع ولتاژ DC و مقاومت سری شده با آن، تشکیل شده است. مقاومت بیان گر تلفات حرارتی و مکانیکی گفته شده است و منبع ولتاژ DC نیز بیان گر ولتاژ DC مورد نیاز موتور DC، برای چرخش است.

سوال ۲ – بخش الف و ب

شکل موج ولتاژ بار:



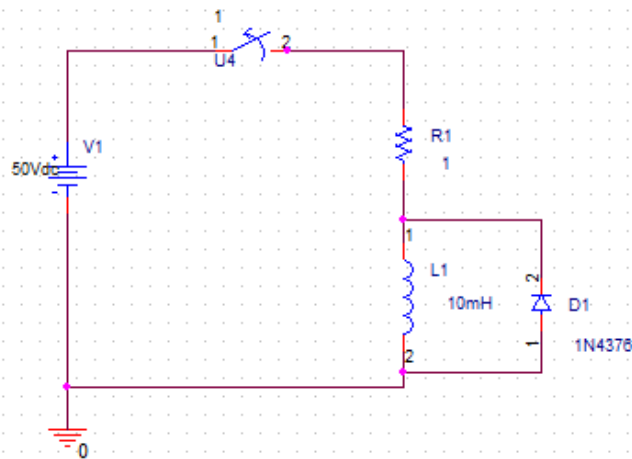
شکل موج ولتاژ دو سر کلید:



همان طور که در تصویر فوق میبینید، در لحظه $t = 1$ ولتاژ زیادی (حدود 1.5 مگا ولت) دو سر کلید ایجاد شده است. علت آن این است که در لحظه $t = 1$ ، جریان به صورت ناگهانی قطع می شود، در نتیجه $\frac{dI}{dt}$ به علت کوچک بودن dt ، مقدار بسیار بزرگی شده و ولتاژ سلف که برابر با $V_L = L \frac{dI}{dt}$ است نیز بسیار زیاد می شود. بنابراین ولتاژ دو سر کلید که برابر با $V_R + V_L + 50$ است نیز بسیار بزرگ شده و به همین دلیل میبینیم که ولتاژ دو سر کلید به 1.5 مگا ولت می رسد.

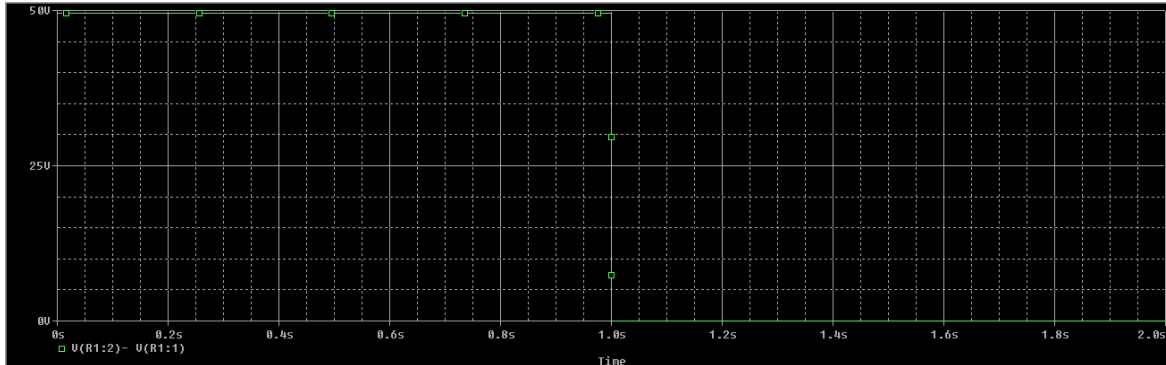
سوال ۲ - بخش ج

برای حل این مشکل کافیسیت با قرار دادن یک دیود به صورت موازی با سلف و در جهت معکوس، کاری کنیم تا هنگام قطع شدن کلید، جریان سلف ناگهانی صفر نشود، بلکه جریان در حلقه سلف و دیود مدام در چرخش باشد تا جریان به تدریج کم شده و در آخر جریان سلف صفر شود. در این صورت دیگر جریان سلف ناگهانی صفر نمی شود و مقدار $\frac{dI}{dt}$ نیز بزرگ نشده و اسپایک ولتاژی دو سر کلید دیده نمی شود.

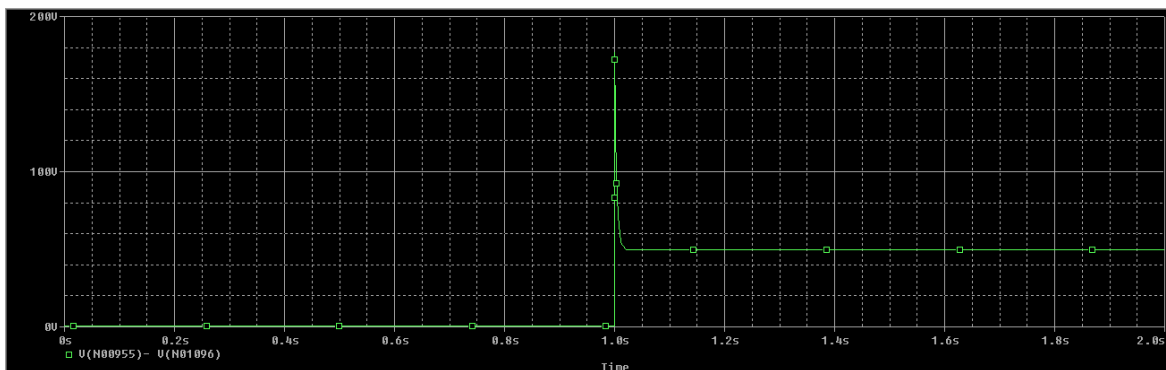


سوال ۲ – بخش د

شکل موج ولتاژ بار:



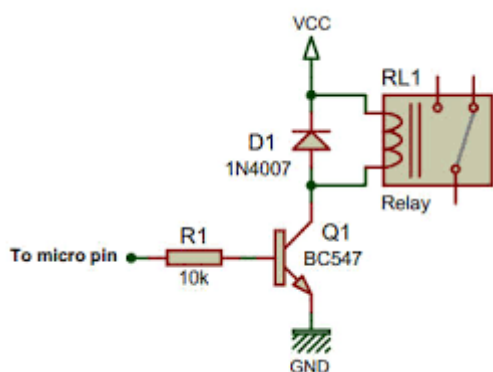
شکل موج ولتاژ دو سر کلید:



همان طور که در تصویر فوق میبینید، در لحظه $t = 1$ دیگر اسپایک ولتاژی تا 1.5 مگا ولت نیست بلکه ولتاژ فقط تا 150 ولت بالا رفته و سپس به مقدار 50 ولت می رسد. همان طور که انتظار داشتیم در این حالت دیگر ولتاژ سلف خیلی بزرگ نشده و در نتیجه ولتاژ کلید هم زیاد (در حد 1.5 مگا ولت) نمی شود. ولتاژ کلید در حالت کلی برابر با $V_R + V_L + 50$ است که چون کلید قطع شده است، دیگر جریان نداریم و V_L و V_R برابر صفر می شوند. به همین دلیل ولتاژ کلید در آخر 50 ولت شده است. تا قبل لحظه $t = 1$ هم کلید وصل است و مانند سیم عمل کرده و ولتاژ دو سر آن برابر 0 است. به همین دلیل ولتاژ دو سر کلید تا قبل $t = 1$ ، 0 است.

سوال ۲ - بخش ه

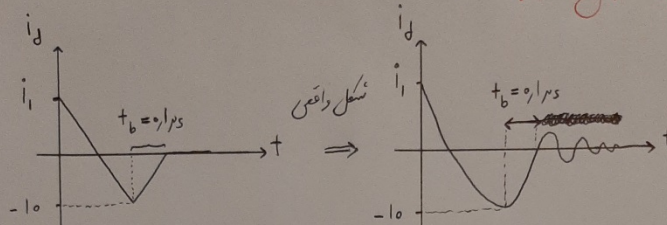
برای اتصال میکرو کنترلر ها به قطعاتی مانند رله که جریان کشی بالایی دارند، مطابق با شکل زیر، پین میکرو را به گیت یک ترانزیستور وصل می کنند که این ترانزیستور مانند یک کلید عمل کرده و با فرمان میکرو روشن شده و مدار شروع به کار می کند. در این حالت جریان لازم را میکرو تامین نمی کند، بلکه جریان، با توجه به مقدار VCC و مقادیر المان های مقاومت، سلف و خازن، توسط مدار دیگری تامین می شود. میکرو فقط جریان لازم برای روشن کردن ترانزیستور را باید تامین کند. به این مدار به اصطلاح "مدار بافر" گفته می شود.



سوال ۳ - بخش های الف تا د

جواب سؤال ۳:

الف:



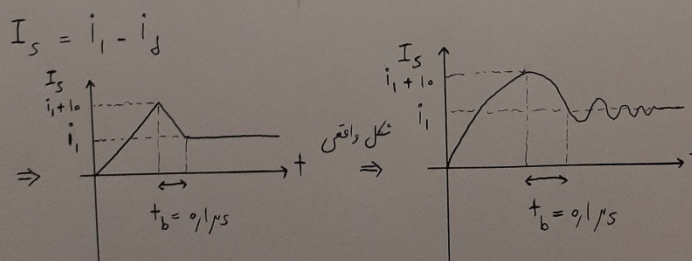
ب:

$$\left. \begin{aligned} I_{RR} &= 10 \text{ A} \\ \frac{di}{dt} &= 100 \frac{\text{A}}{\mu\text{s}} \end{aligned} \right\} t_b = \frac{I_{RR}}{\frac{di}{dt}} = 0.1 \mu\text{s} = 10^{-7} \text{ s}$$

ج:

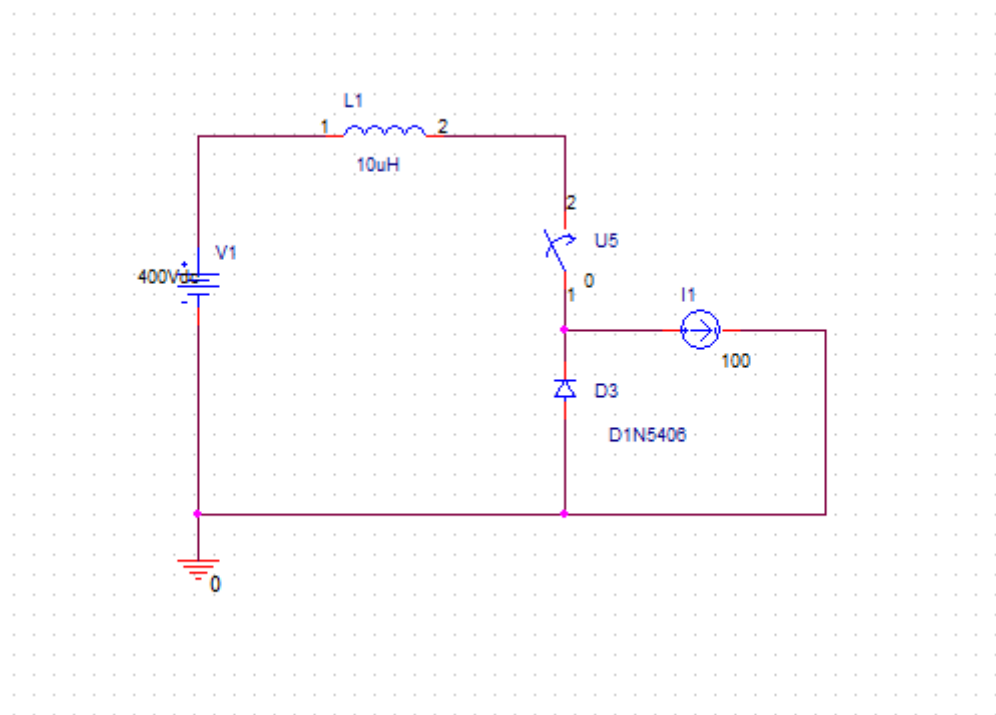
$$V_d = 1000 + \underbrace{V_L}_{L \frac{di}{dt}} = 1000 + 10^{-5} \times \frac{100 \text{ A}}{10^{-7} \text{ s}} = 11000 \text{ V}$$

>

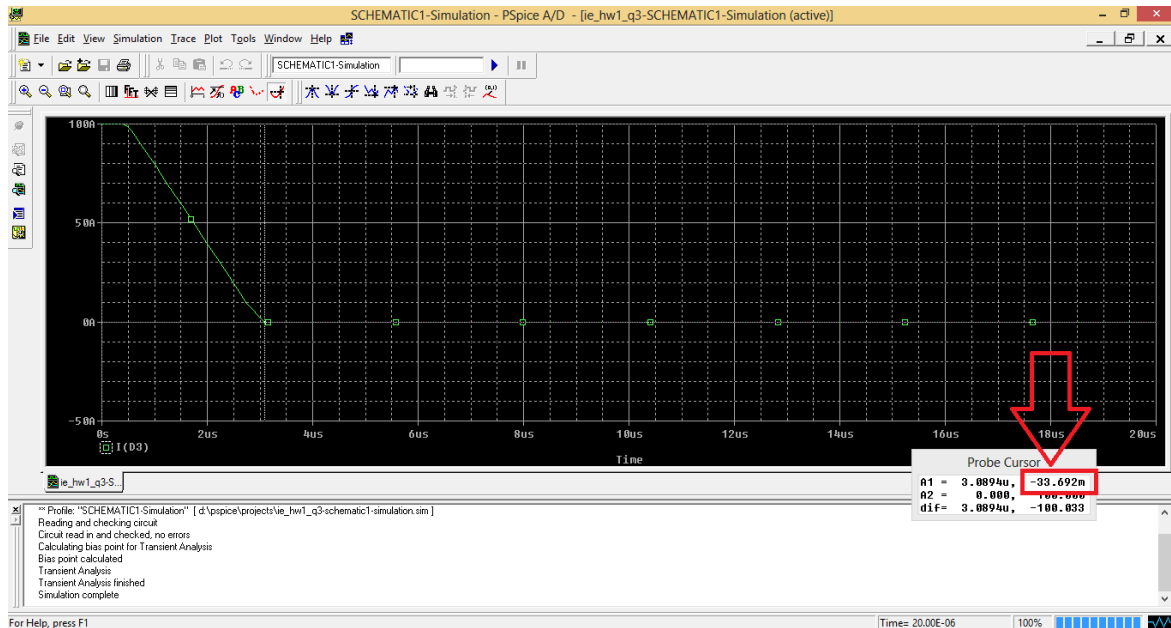


سوال ۳ - بخش ه

مدار رسم شده در PSpice:

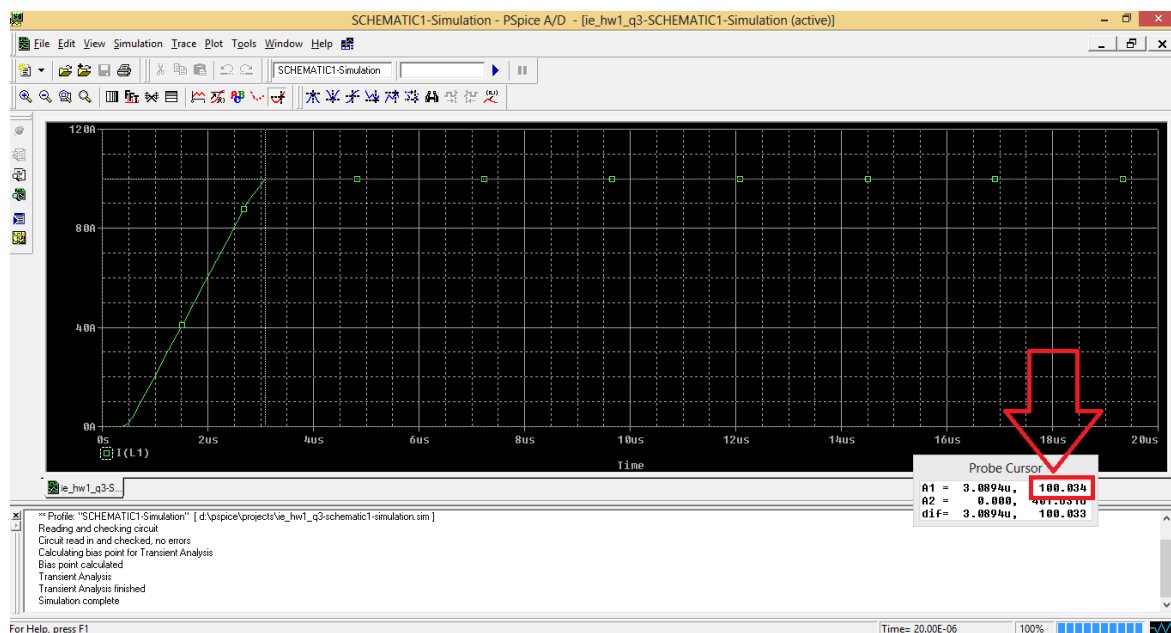


شکل موج جریان دیود حین فرایند خاموش شدن:



همان طور که در تصویر فوق میبینید، جریان دیود ابتدا 100 آمپر بوده و با بسته شدن کلید، جریان آن تدریجی کاهش یافته تا به جریان 33.692- میلی آمپر می رسد. سپس جریان زیاد شده و در آخر به 0 آمپر می رسد. همان طور که میبینید کلیت نمودار فوق، مشابه نمودار رسم شده در بخش الف است. تفاوت این نمودار با نمودار رسم شده در بخش الف، این است که I_{RR} دیود استفاده شده در این مدار 10 آمپر نبوده و مقدار آن بسیار کم است، به همین دلیل جریان فقط تا 33.692- میلی آمپر کاهش یافته و به 10- آمپر نرسیده است.

شکل موج جریان کلید:



همان طور که در تصویر فوق میبینید، جریان کلید ابتدا 0 آمپر بوده و با بسته شدن کلید، جریان آن تدریجی افزایش یافته تا به جریان 100.034 آمپر می رسد. سپس جریان کم شده و در آخر به 100 آمپر می رسد. همان طور که میبینید کلیت نمودار فوق، مشابه نمودار رسم شده در بخش د است. تفاوت این نمودار با نمودار رسم شده در بخش د، این است که IRR دیود استفاده شده در این مدار 10 آمپر نبوده و مقدار آن بسیار کم است، به همین دلیل جریان کلید (که برابر با جریان منبع 100 آمپر منهای جریان دیود است) فقط تا 100.034 افزایش یافته و به $i_1 - (-10) = 110$ آمپر نرسیده است.

سوال ۳ بخش و

باتوجه به بخش ب، نیاز به دیودی داریم که زمان بازیابی معکوس آن حدود 0.1 میکرو ثانیه یا 100 نانو ثانیه باشد. علاوه بر این، باید بتواند جریان 100 آمپر را هم از خود عبور دهد. برای اینکه حاشیه اطمینان بالا باشد، مقادیر زمان بازیابی معکوس و جریانی که برای دیود درآوردیم را 20 درصد بیش تر در نظر می گیریم. به این ترتیب دیودی که انتخاب می کنیم، حداقل زمان بازیابی معکوس 80 نانو ثانیه را باید داشته باشد و باید بتواند جریان 120 آمپر را از خود عبور دهد. باتوجه به دیود هایی که در بازار موجود است، دیود **DSEP2X61-03A** را انتخاب می کنیم. زمان بازیابی معکوس این دیود 30 نانو ثانیه (دیود فست می باشد) و جریان آن 120 آمپر است که تا حد خوبی با مقادیر زمان بازیابی معکوس و جریانی که برای دیود میخواستیم (80 نانو ثانیه و 120)، مطابقت دارد.

جواب سؤال ۳:

الف:

سرعت وصل شدن کلید Q_1 ، 100 ns است. یعنی طول می کشد تا دیود

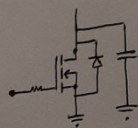
D1 قطع شود و جریان آن، از جریان اولیه دیود (5 A) به صفر برسد \Rightarrow

$$\left. \begin{aligned} \frac{di}{dt} &= \frac{5\text{ A}}{100\text{ ns}} = 5 \times 10^7 \\ s &= 2 \\ Q_{rr} &= 500\text{ nc} = 5 \times 10^{-7} \end{aligned} \right\} t_{rr} \approx \sqrt{\frac{2Q_{rr}(s+1)}{di/dt}} = \sqrt{6} \times 10^{-9}\text{ s}$$

$$\Rightarrow I_{rr} \approx \frac{2Q_{rr}}{t_{rr}} \approx \frac{10 \times 10^{-7}}{\sqrt{6} \times 10^{-9}} = \frac{10}{\sqrt{6}}\text{ A} \quad 4.08248$$

$$\Rightarrow \text{حد اکثر جریان کلید هنگام روشن شدن} = I_{\text{De motor}} + I_{rr\text{ D1}} = 5\text{ A} + \frac{10}{\sqrt{6}}\text{ A} = 9.08248\text{ A}$$

ب: برای محدود کردن جریان کلید در هنگام وصل شدن، کاپسیت خازن مناسب زیر با کلید موازی کنیم تا جریان ~~خازن~~ خازن شده و کلید جریان اضافه کمتری بکشد:



جواب سوال ۵:

الف:

با توجه به شیب $V-I$ در پدها
(و فرض که $I_D = -1 \text{ mA}$ باشد)

$$V_{D1} = V_{DD}$$

$$V_{Dp} = 2.1 \text{ V}$$

ب:

فرض می کنیم مقدار تقسیم

$$\Rightarrow \frac{V_{Dp}}{V_{D1}} = \frac{V_{Dp}}{V_{D1}} = K$$

$$V_{D1} + V_{Dp} = (1+K) V_{Dp} = V_S \Rightarrow (1+K) (0.5 \Delta V_{S \max}) = V_{S \max}$$

$$\Rightarrow 1+K = \frac{1}{0.5 \Delta V} \Rightarrow K = \frac{0.4 \Delta V}{0.5 \Delta V} = 0.8 \Rightarrow \frac{V_{Dp}}{V_{D1}} = \frac{V_{Dp}}{V_{D1}}$$

ج:

$$\frac{V_{Dp}}{V_{D1}} = \frac{R_{I_{Dp}}}{R_{I_{D1}}} = \frac{I_{R_p}}{I_{R_1}} = 0.8 \Rightarrow I_{D1} + I_{R_1} = I_S = I_{Dp} + I_{R_p} (0.8 I_{R_1})$$

$$\Rightarrow |I_{R_1}| = \frac{0.4 \text{ mA}}{1 - 0.8} = 2.0 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow |I_{R_p}| = 0.8 |I_{R_1}| = 1.6 \text{ mA}$$

$$\frac{V_{Dp}}{V_{D1}} = 0.8 \Rightarrow V_{Dp} = \frac{0.8}{1.8} V_S$$

$$V_{D1} + V_{Dp} = V_S \Rightarrow V_{D1} = \frac{V_S}{1.8}$$

$$\Rightarrow R = \frac{V_{Dp}}{|I_{R_p}|} = \frac{2.1 \text{ V}}{1.6 \text{ mA}} = 1.3125 \text{ k}\Omega \Rightarrow P = R(I_{R_1}^2 + I_{R_p}^2) = 3.125 \text{ W}$$