۱-الف- $I_{C۱}=I_{C۲}=\frac{I}{۲}=۸mA\rightarrow h_{ie۱}=h_{ie۲}=\frac{\eta V_T\beta}{I_{C۱}}=\frac{۴۰(۱۰۰)}{۸}=۵۰۰\Omega\rightarrow A_d=\frac{h_{fe}R_C}{۲h_{ie}}=\frac{۱۰۰(۱)}{۲(۰/۵)}=۱۰۰$

$A_C=\frac{-h_{fe}R_C}{h_{ie}+۲(۱+h_{fe})R}=\frac{-۱۰۰(۱)}{۰/۵+۲(۱۰۱)(۱۰۰۰)}=\frac{-۱۰۰}{۲۰۲۰۰۰/۵}=-۴/۹۵\times۱۰^{-۴}\rightarrow CMRR=\frac{|A_d|}{|A_C|}=۲۰۲۰۰۰/۵$

$Z_{id}=۲h_{ie۱}=۱K\Omega\ ,\ Z_{ic}=h_{ie}+۲(۱+h_{fe})R=۲۰۲۰۰۰/۵K\Omega$

ب- $h_{ie۳}=\frac{\eta V_T\beta}{I_{C۳}}=\frac{۴۰(۱۰۰)}{۱۶}=۲۵۰\Omega\rightarrow R=\frac{۱}{h_{oe۳}}[۱+\frac{h_{fe}R_E}{R_E+R_B+h_{ie۳}}]\rightarrow ۱۰^۶=۱۰^۵[۱+\frac{۱۰۰R_E}{R_E+R_B+۰/۲۵}]$

$\rightarrow\frac{۱۰۰R_E}{R_E+R_B+۰/۲۵}=۹\rightarrow ۹۱R_E-۲/۲۵=۹R_B\ \boxed{۱}\ ,\ R_BI_{B۳}+V_{BE۳}+R_EI_{E۳}+(-V_{CC})=۰\rightarrow$

$R_B\frac{۱۶}{۱۰۰}+۰/۶+R_E(۱۶+\frac{۱۶}{۱۰۰})=۱۰\rightarrow ۰/۱۶R_B+۱۶/۱۶R_E=۹/۴\ \boxed{۲}\xrightarrow{\boxed{۱}}\rightarrow$

$۰/۱۶(\frac{۹۱R_E-۲/۲۵}{۹})+۱۶/۱۶R_E=۹/۴\rightarrow R_E=\frac{۹/۷۶}{۳۰/۷۲}\simeq ۵۳۱\Omega\rightarrow R_B\simeq ۵/۱۱۹K\Omega$

پ- $V_B=V_{CC}-R_CI_{C۲}=۲\rightarrow V_{E۴}=V_B-V_{BE۴}=۱/۴\rightarrow V_{R۲}=\frac{R_۲}{R_۲+R_۱}(V_{E۴}-V_o)=V_{BE۵}=۰/۶$

$\rightarrow R_۲=\frac{۳}{۴}R_۱\ ,\ V_{R۳}=V_o-(-V_{CC})=R_۳I_{C۴}\rightarrow R_۳=۱/۲۵K\Omega$

برای تعیین مقاومتهای اول دوم باید بتوان از جریان بیس ترانزیستور پنجم، صرفنظر کرد. یک نمونه بصورت ذیل است :

$I_{R۱,۲}=۱۰I_{B۵}=۰/۱I_{C۵}\ ,\ I_{R۱,۲}+I_{C۵}=I_{C۴}=۸\rightarrow I_{C۵}=۷/۲۷\,mA\rightarrow I_{R۱,۲}=۰/۷۲۷\,mA$

$I_{R۱,۲}=\frac{V_{E۴}-V_o}{R_۱+R_۲}=\frac{۱/۴}{R_۱+R_۲}=۰/۷۲۷\rightarrow R_۱+R_۲=۱/۹۲۵\rightarrow R_۱=۱/۱K\Omega, R_۲=۸۲۵\Omega$

۳- چون مقاومتهای اول دوم از مقاومت R بسیار بزرگتر هستند، می‌توان از جریان آنها در مقابل جریان در پل صرفنظر کرد و داریم:

$V_A=\frac{R}{R+R}\times۲۰=۱۰\ ,\ V_B=\frac{R}{R+R+\Delta R}\times۲۰=\frac{۲۰}{۲+\frac{\Delta R}{R}}, v_o=-\frac{R_۲}{R_۱}V_A+(۱+\frac{R_۲}{R_۱})V_B\frac{R_۲}{R_۱+R_۲}\rightarrow$

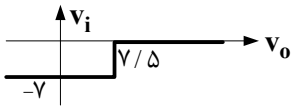
$v_o=\frac{R_۲}{R_۱}(V_B-V_A)=\frac{R_۲}{R_۱}(\frac{۲۰}{۲+\frac{\Delta R}{R}}-۱۰)\Rightarrow -۱=\frac{R_۲}{R_۱}(\frac{۲۰}{۲+۰/۱}-۱۰)\Rightarrow\frac{R_۲}{R_۱}=۲/۱$

۴- وقتی ولتاژ ورودی منفی است، دیود قطع بوده و داریم : $v_o=-\frac{R_۲}{R_۱}v_i>۰$

وقتی ولتاژ ورودی مثبت است، دیود روشن بوده و داریم : $v_o=(۱+\frac{R_۲}{R_۱})v_i-\frac{R_۲}{R_۱}v_i=v_i>۰$

نامی برای مدار نمی‌توان گذاشت، مگر اینکه $R_۲=R_۱$ باشد، در این صورت مدار قدرمطلق‌گیر خواهد بود.

۵- هنگامی که ولتاژ ورودی بیش از ۷/۵ ولت باشد، زنر اول و دوم به ترتیب دیودی و زنری عمل می کنند و ولتاژ خروجی op اول برابر ۴/۷- ولت خواهد بود. وقتی که ولتاژ ورودی کمتر از ۷/۵ ولت باشد، زنر اول و دوم به ترتیب زنری و دیودی عمل می کنند و ولتاژ خروجی op اول برابر ۷ ولت خواهد بود. بخش دوم مدار یک یکسوساز ولتاژ مثبت است. در این صورت در حالت اول خروجی نهایی صفر و در حالت دوم ۷- ولت خواهد بود.



۶- الف- فرض کنید مقدار بخش پایینی پتانسیومتر p را p_1 در نظر بگیریم. در این صورت داریم :

$$V_{c-۷۸۰۵}=\frac{p_۱+۱۰۰}{۱۰۰+۱۰۰+۱۰۰}V_o\ ,\ V_{c-۷۸۰۵}=V_{out-۷۸۰۵}-۵\ ,\ V_{out-۷۸۰۵}=V_{c-۷۸۰۹}=V_{out-۷۸۰۹}-۹\rightarrow V_{c-۷۸۰۵}=V_o-۱۴$$

$$\rightarrow V_o-۱۴=\frac{p_۱+۱۰۰}{۳۰۰}V_o\rightarrow V_o(۱-\frac{p_۱+۱۰۰}{۳۰۰})=۱۴\Rightarrow V_o=\frac{۴۲۰۰}{۲۰۰-p_۱}\rightarrow\begin{cases}p_۱=۰\rightarrow V_o=۲۱\\p_۱=۱۰۰\rightarrow V_o=۴۲\end{cases}\Rightarrow$$

$$۲۱\le V_o\le ۴۲$$

ب- با صرفنظر از جریان مقاومتهای ۱۰۰ کیلواهم داریم :

$$I_۱=\frac{V_{EB}}{R}+\frac{I_C}{\beta}\rightarrow I_۱=\frac{۰/۶}{R}+\frac{I_C}{۱۰۰}\le ۰/۱, I_L=I_۱+I_C\le ۱A\rightarrow\frac{۰/۶}{R}+\frac{I_C}{۱۰۰}+I_C\le ۱\Rightarrow I_C\le\frac{۱}{۱/۰۱}(۱-\frac{۰/۶}{R})$$

$$\frac{۰/۶}{R}+\frac{۰/۰۱}{۱/۰۱}(۱-\frac{۰/۶}{R})\le ۰/۱\rightarrow R\ge\frac{۶۰}{۹/۱}\approx ۶/۶$$

در روابط فوق $I_۱$ جریان ورودی یا خروجی مدار مجتمع رگولاتور است.