

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست :

3 - 20 ----- سوال اول

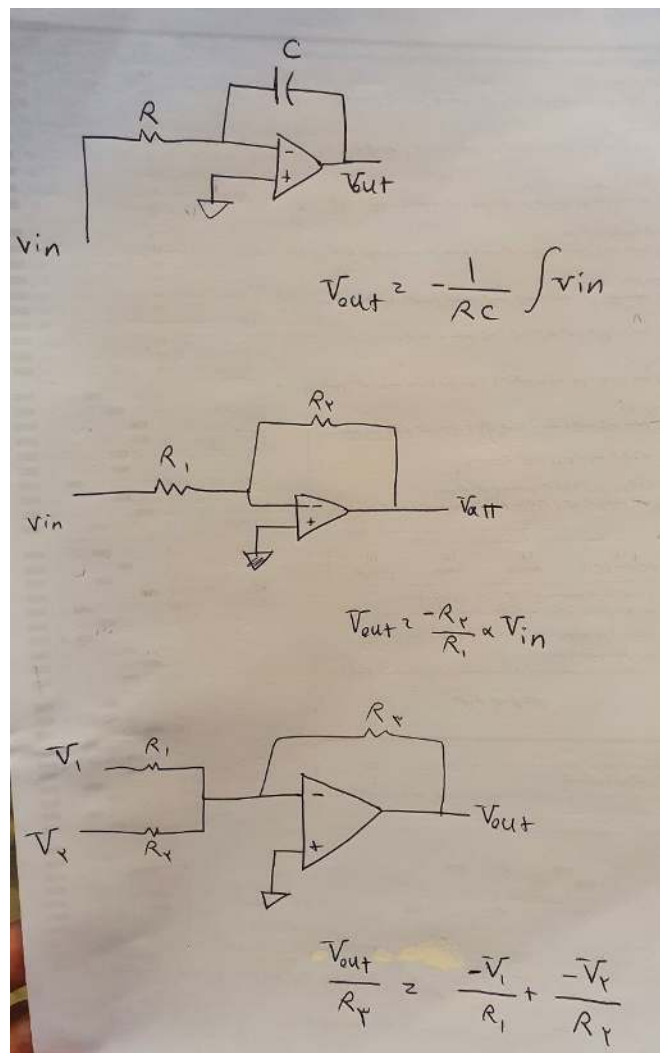
21 - 31 ----- سوال دوم

32 - 36 ----- سوال سوم

37 - 43 ----- سوال چهارم

(1)

از این 3 مدل برای طراحی انتگرال و ضرب و جمع استفاده میشود



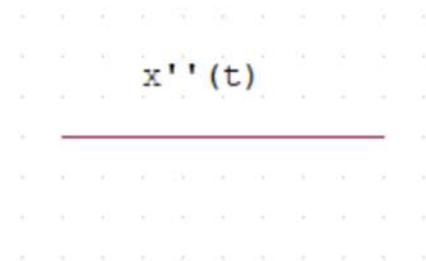
P1-1

$$3\ddot{x}(t) + 20\dot{x}(t) + 8x(t) = 5\cos(20t + 35)$$

ابتدا فرض میکنیم که معادله به شکل زیر است

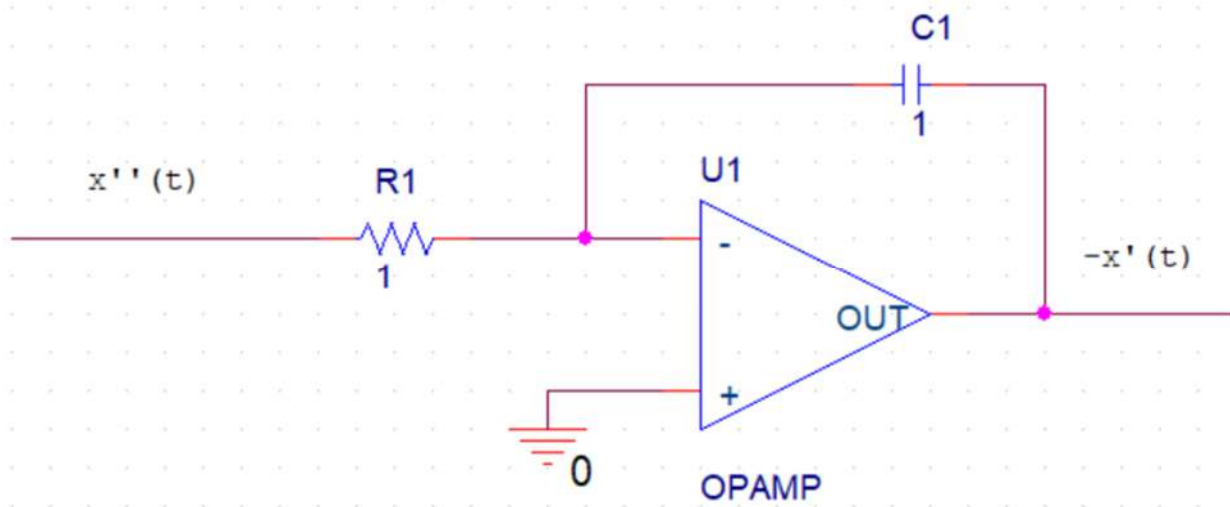
$$3\ddot{x}(t) + 20\dot{x}(t) + 8x(t) = 0$$

ورودی را برابر $\ddot{x}(t)$ میگیریم



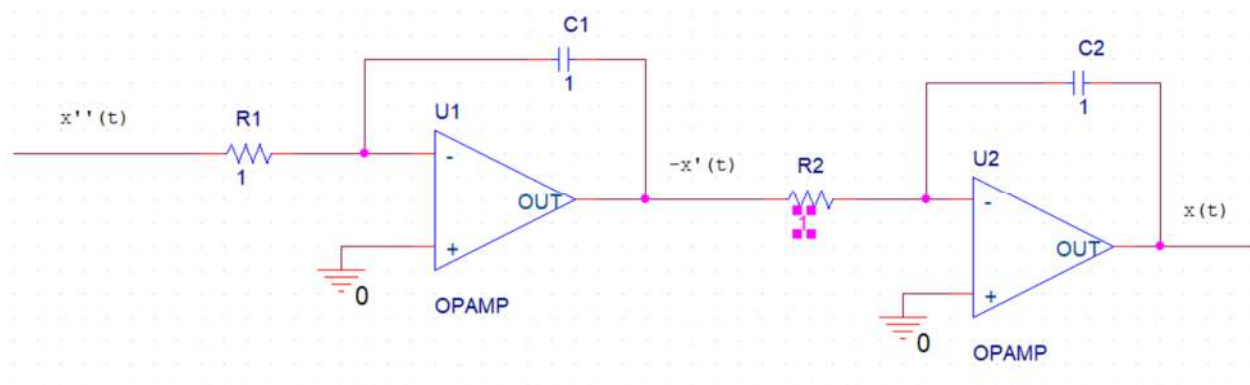
P1-2

با استفاده از انتگرال گیر که مقاومت 1Ω دارد و خازن $1F$ دارد مقدار $-\dot{x}(t)$ را بدست می آوریم



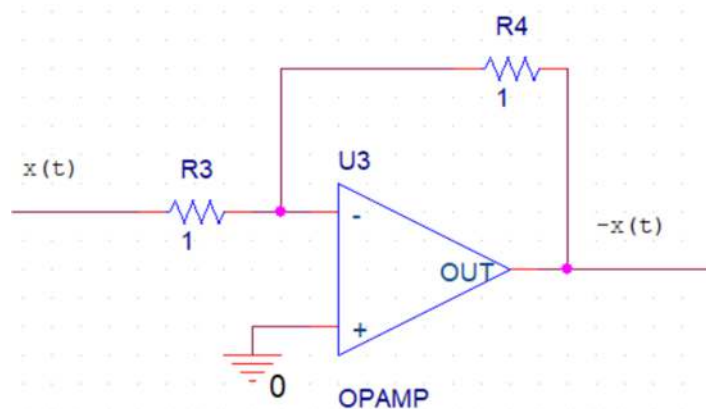
P1-3

حالا دوباره با استفاده از انتگرال گیر مقدار $x(t)$ را بدست می آوریم



P1-4

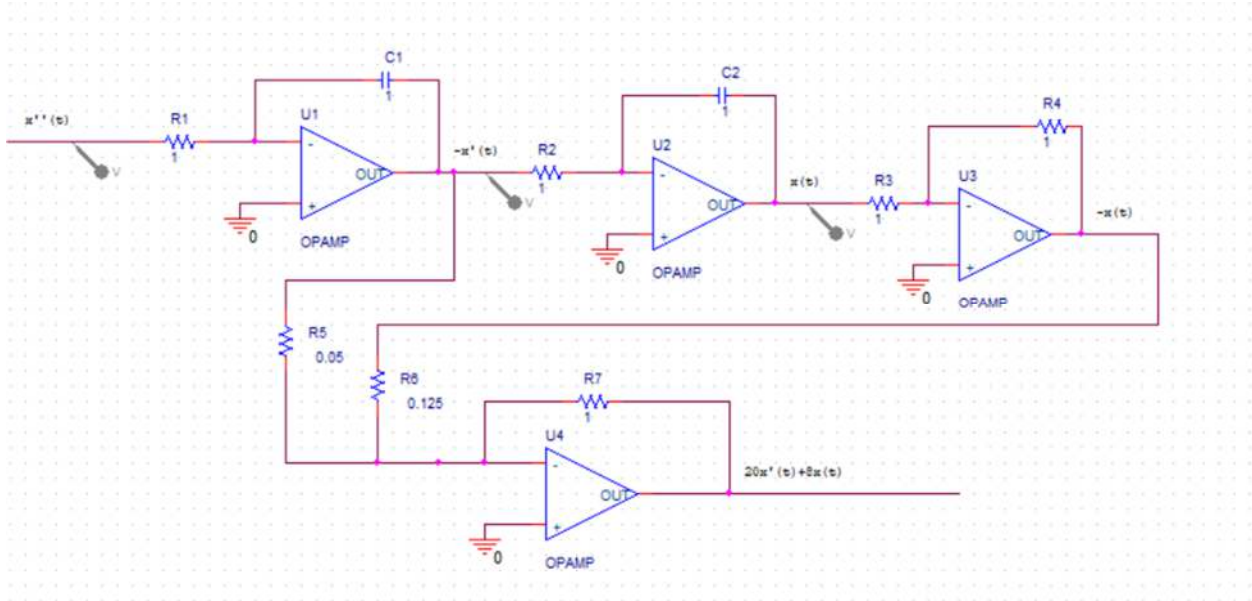
با استفاده از مدلی که ضریب ضرب میکرد و برای اینکه $-x(t)$ بدست آید از 2 مقاومت 1Ω استفاده میکنیم



P1-5

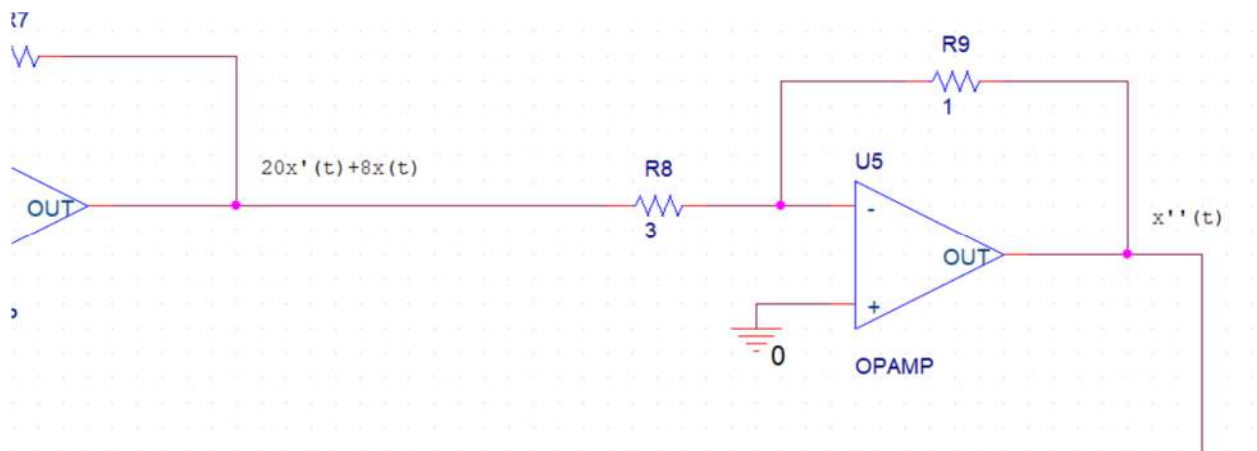
حالا باید به 2 مقدار $20\dot{x}(t)$ و $8x(t)$ را باهم جمع کنیم

بعد از خروجی $-x(t)$ یک مقاومت 0.125Ω و بعد از خروجی $-\dot{x}(t)$ یک مقاومت 0.05Ω قرار میدهیم و از مدل جمع کننده استفاده میکنیم با مقاومت 1Ω



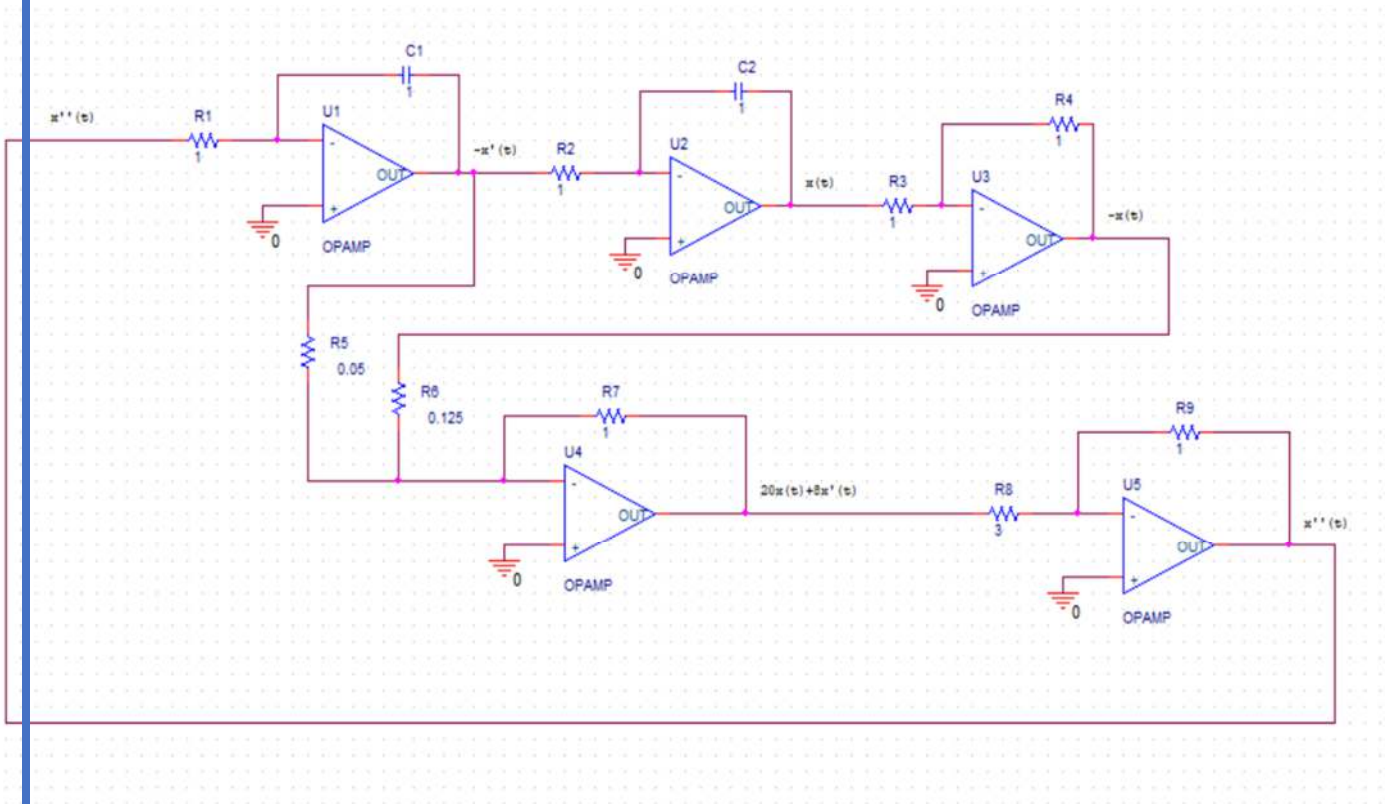
P1-6

مقدار به دست آمده برابر با $-3\ddot{x}(t)$ است از یک مدل ضرب کننده با مقاومت $1,3\Omega$ استفاده میکنیم تا $\ddot{x}(t)$ بدست آید



P1-7

حالا مقدار بدست آمده $\ddot{x}(t)$ را به همان ورودی اولیه وصل میکنیم



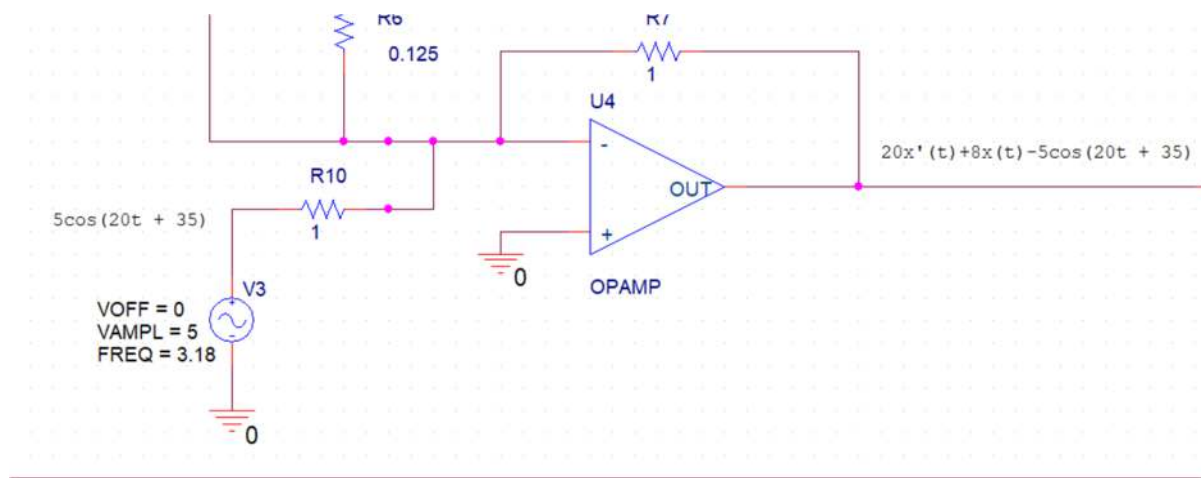
P1-8

حالا باید مقدار $5\cos(20t + 35)$ را اضافه کنیم که برابر با $5\sin(20t + 125)$ است

$$\omega = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

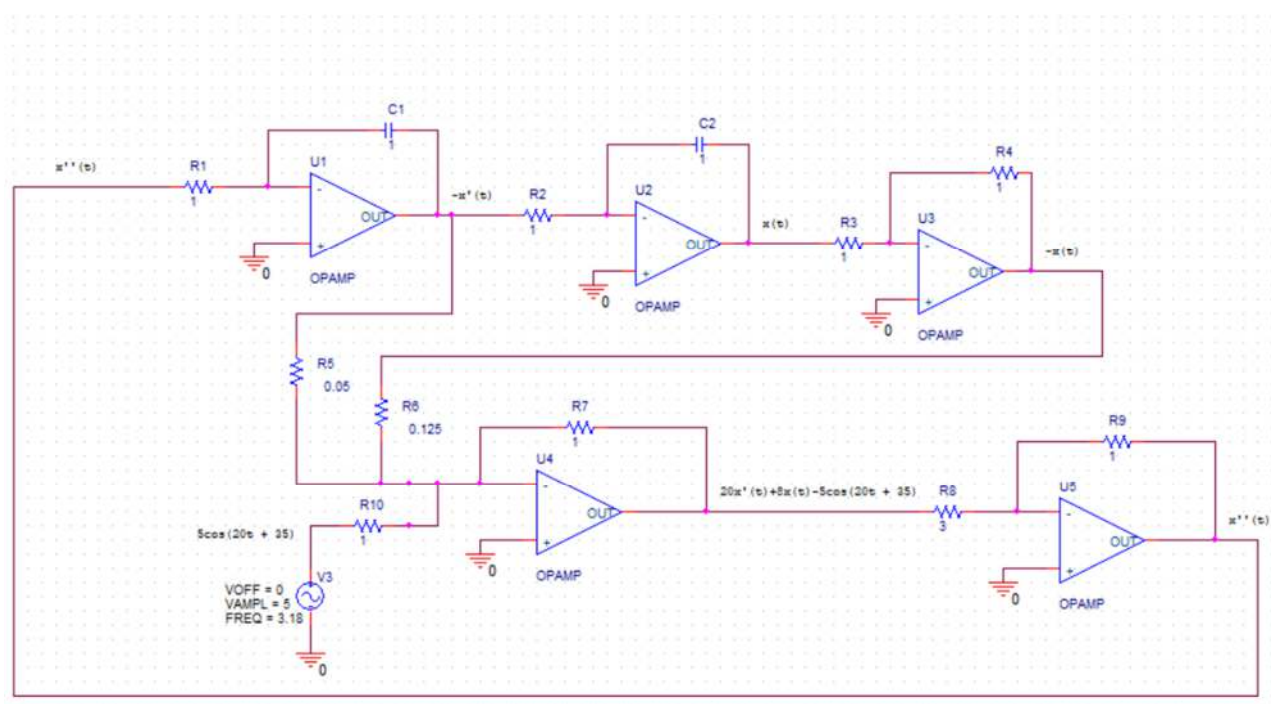
$$freq = \frac{20}{2\pi} = 3.18 \text{ Hz}$$

یک منبع ac با فرکانس 3.18 Hz و فاز 125 درجه و $v_{\text{amplitude}}=5$ که به وسیله یک مقاومت 1Ω به جمع کننده اضافه میشود



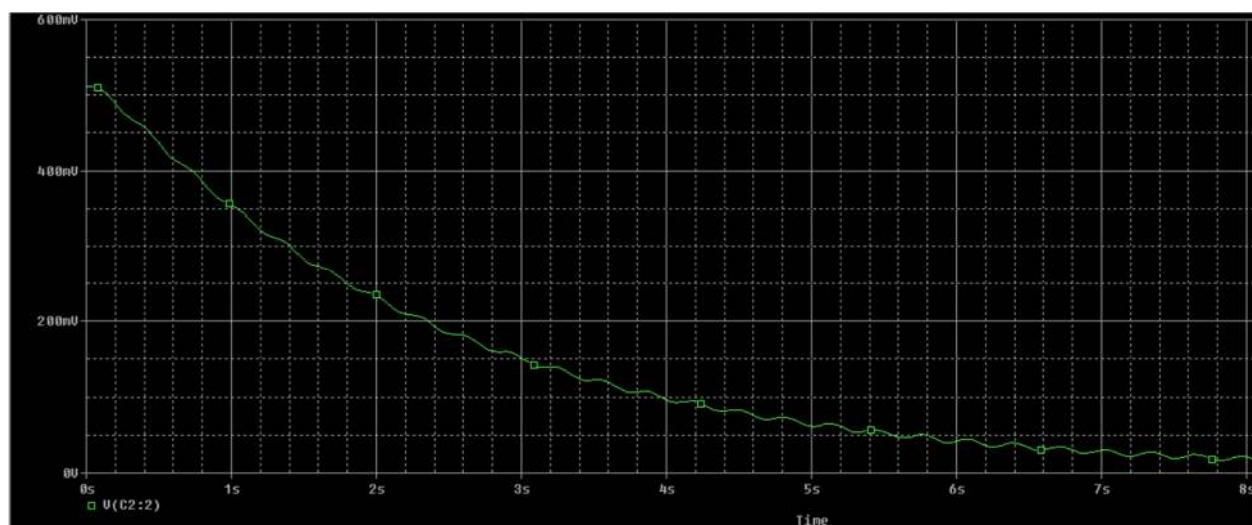
P1-9

شکل کلی مدار نهایی :



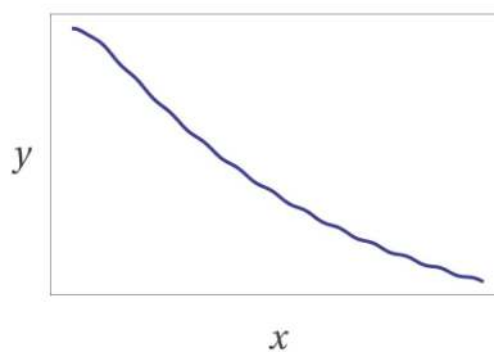
P1-10

حالا با قرار دادن یک Marker از $V(t)$ خروجی میگیریم و زمان 10 s قرار میدهیم تا تغییر نزولی به خوبی مشخص شود



P1-11

که نتیجه نمودار با نتیجه جواب معادله دیفرانسیل متناظر و درست است



P1-12

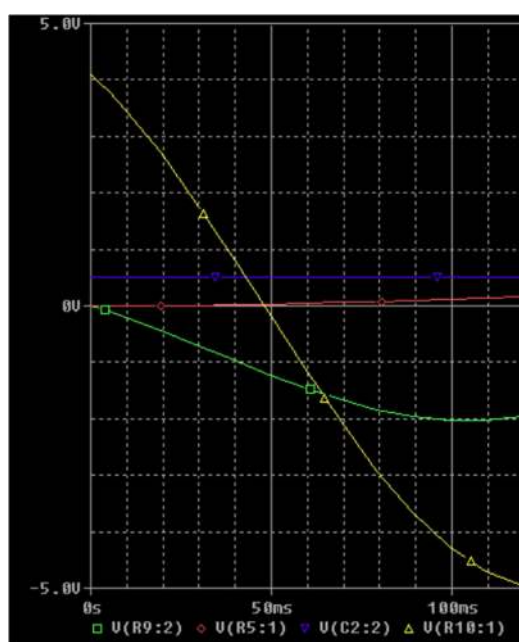
تحليل نتایج :

Green $\ddot{x}(t)$

Red $-\dot{x}(t)$

Blue $x(t)$

Yellow $5\cos(20t + 35)$



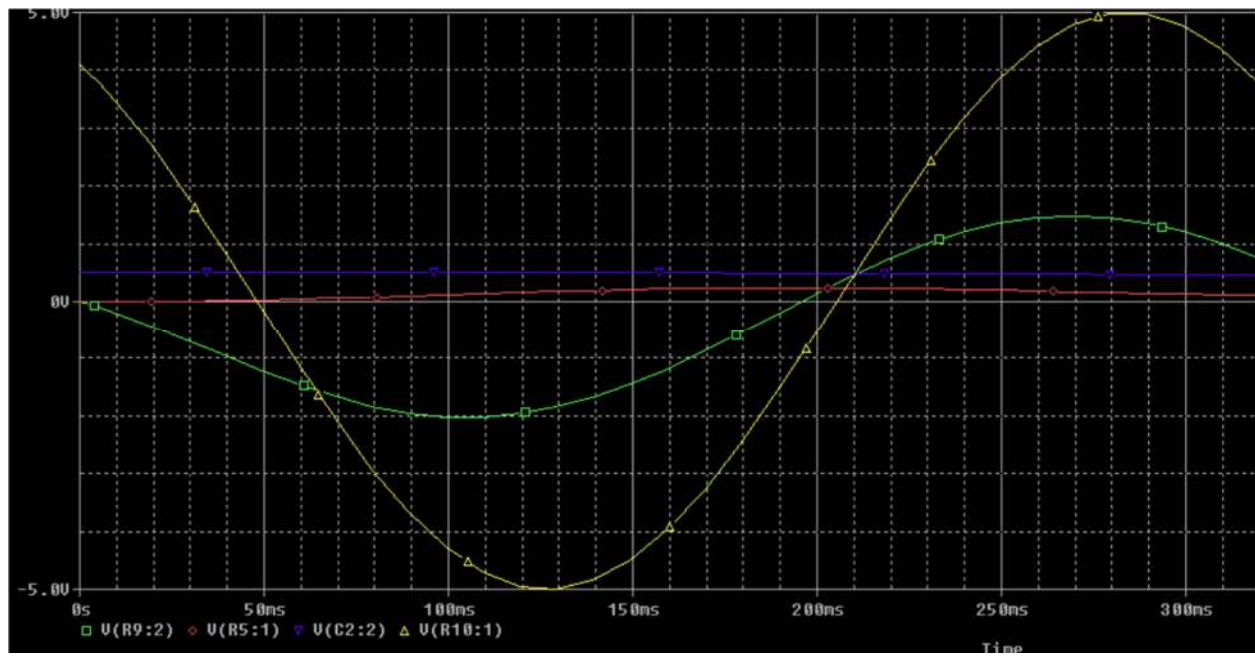
P1-13

بررسی در $t=0$:

$$3x''(0) + 20x'(0) + 8x(0) = 0 + 0 + 4 = 4$$

$$5\cos(35) = 4$$

درست است



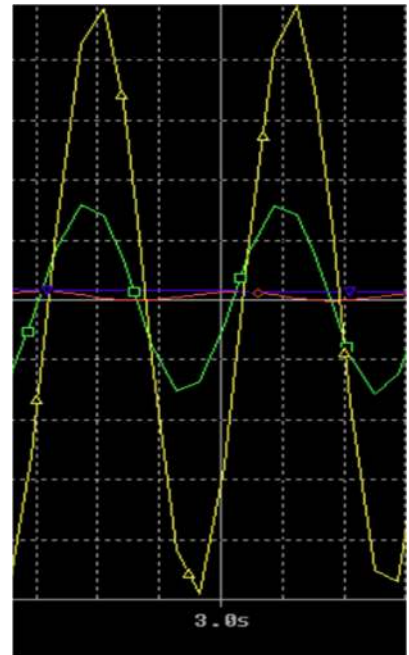
P1-14

بررسی در $t = 0.25s$:

$$3x''(0.25) + 20x'(0.25) + 8x(0.25) = 4.2 - 4.2 + 4 = 4$$

$$5\cos(5+35) = 4$$

درست است



P1-15

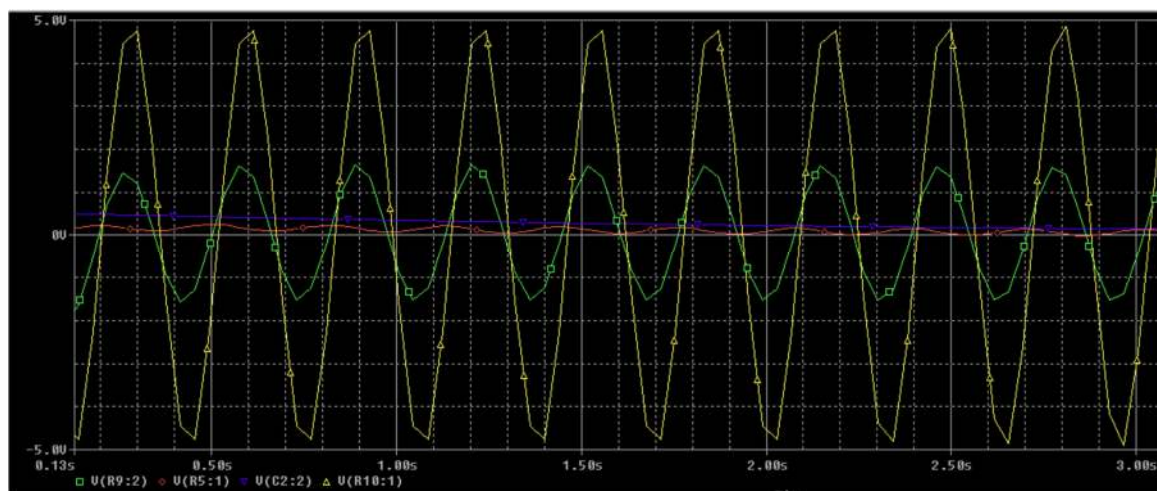
بررسی در $t = 3s$:

$$3x''(3) + 20x'(3) + 8x(3) = -1.5 - 2.5 + 1.1 = -3.1$$

$$5\cos(60+35) = -3.125$$

درست است

شکل کلی نمودار ها



P1-16

$$15\dot{x}(t) + 5x(t) + 12 = e^t$$

ابتدا فرض میکنیم که معادله به شکل زیر است

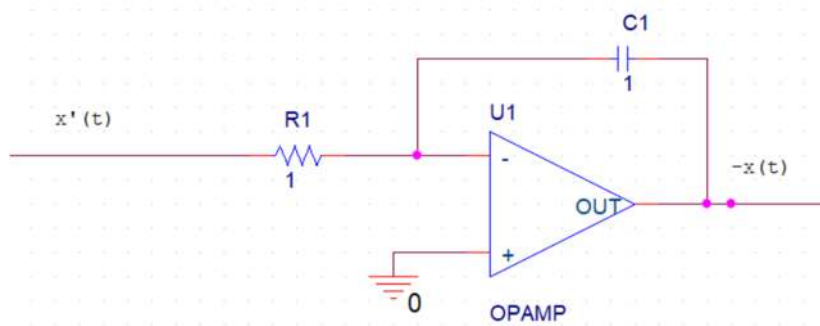
$$15\dot{x}(t) + 5x(t) + 12 = 0$$

ورودی را برابر $\dot{x}(t)$ میگیریم

$\dot{x}(t)$

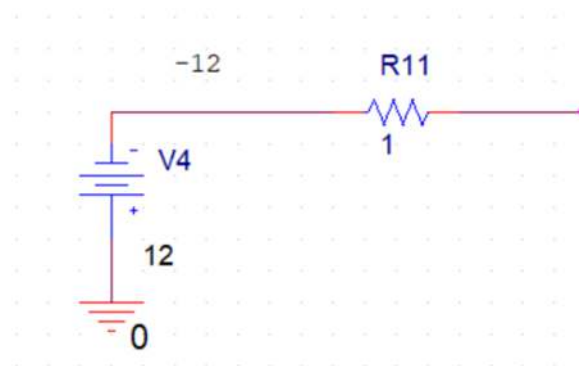
P1-17

با استفاده از انتگرال گیر که مقاومت 1Ω دارد و خازن $1F$ مقدار $-x(t)$ را بدست می آوریم



P1-18

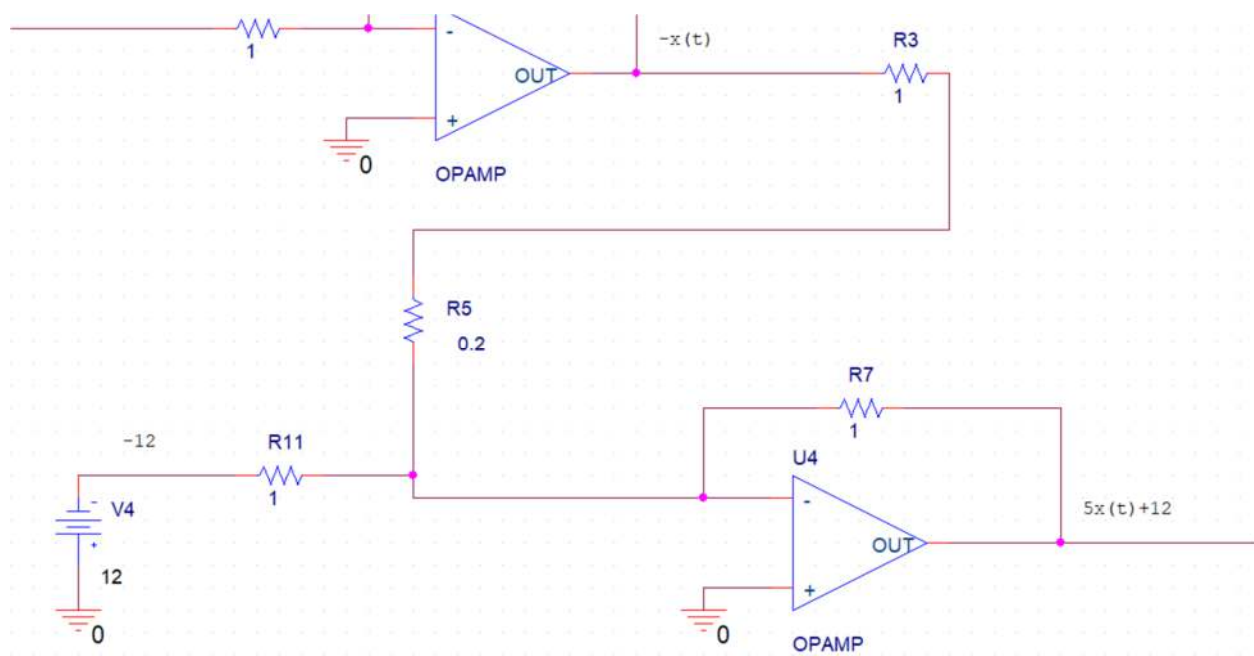
با استفاده از یک منبع dc -12 ولت را ایجاد میکنیم



P1-19

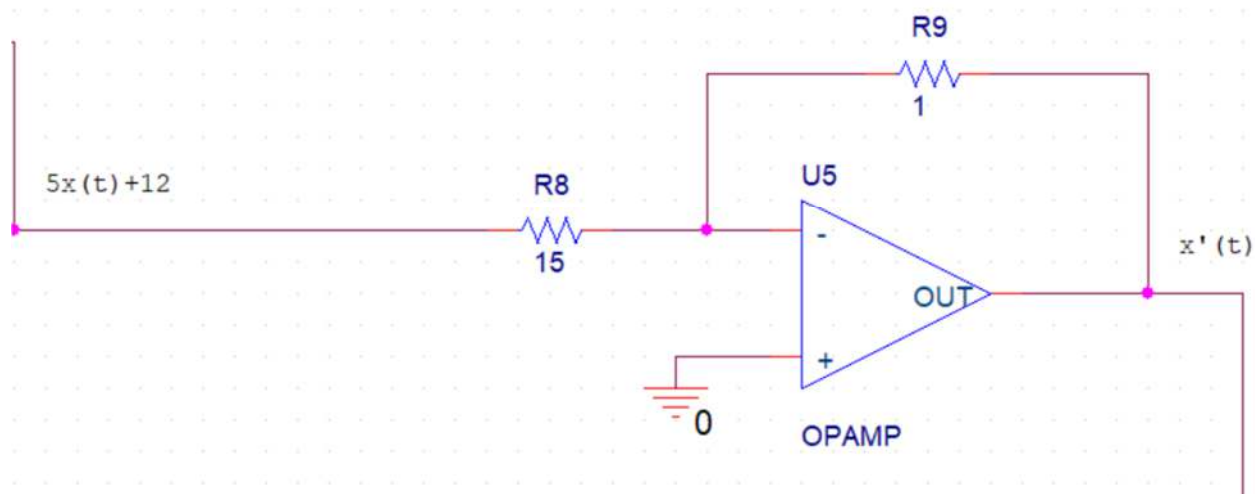
حالا باید به 2 مقدار $5x(t)$ و 12 را باهم جمع کنیم

بعد از خروجی $-x(t)$ یک مقاومت 0.2Ω و بعد از خروجی -12 یک مقاومت 1Ω قرار میدهیم و از مدل جمع کننده استفاده میکنیم با مقاومت 1Ω



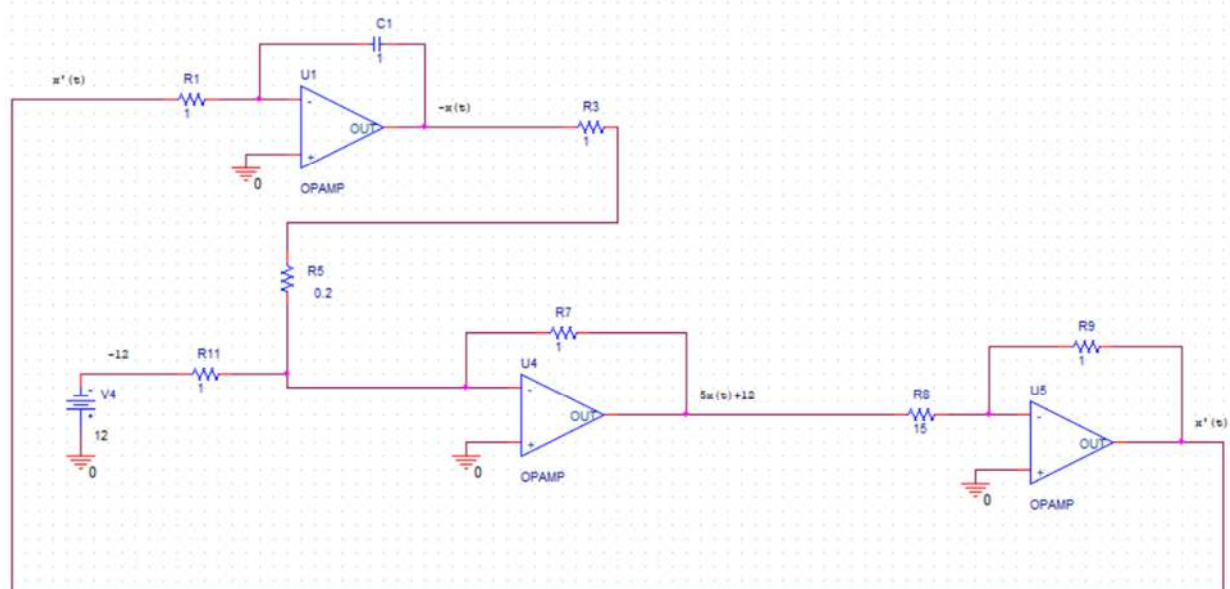
P1-20

مقدار به دست آمده برابر با $-15 \dot{x}(t)$ است از یک مدل ضرب کننده با مقاومت $1,15 \Omega$ استفاده میکنیم تا $\dot{x}(t)$ بدست آید



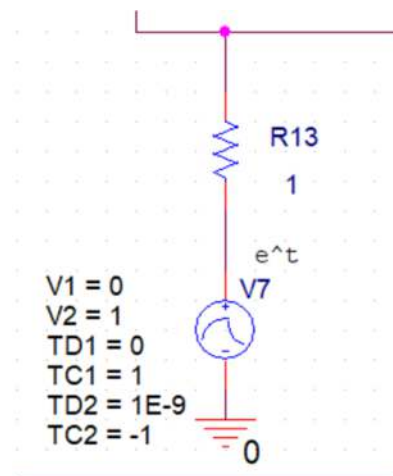
p1-21

حالا مقدار بدست آمده $\dot{x}(t)$ را به همان ورودی اولیه وصل میکنیم



P1-22

حالا باید e^t را اضافه کنیم برای این کار از منبع v_{exp} استفاده میکنیم و در خروجی یک مقاومت 1Ω قرار میدهیم



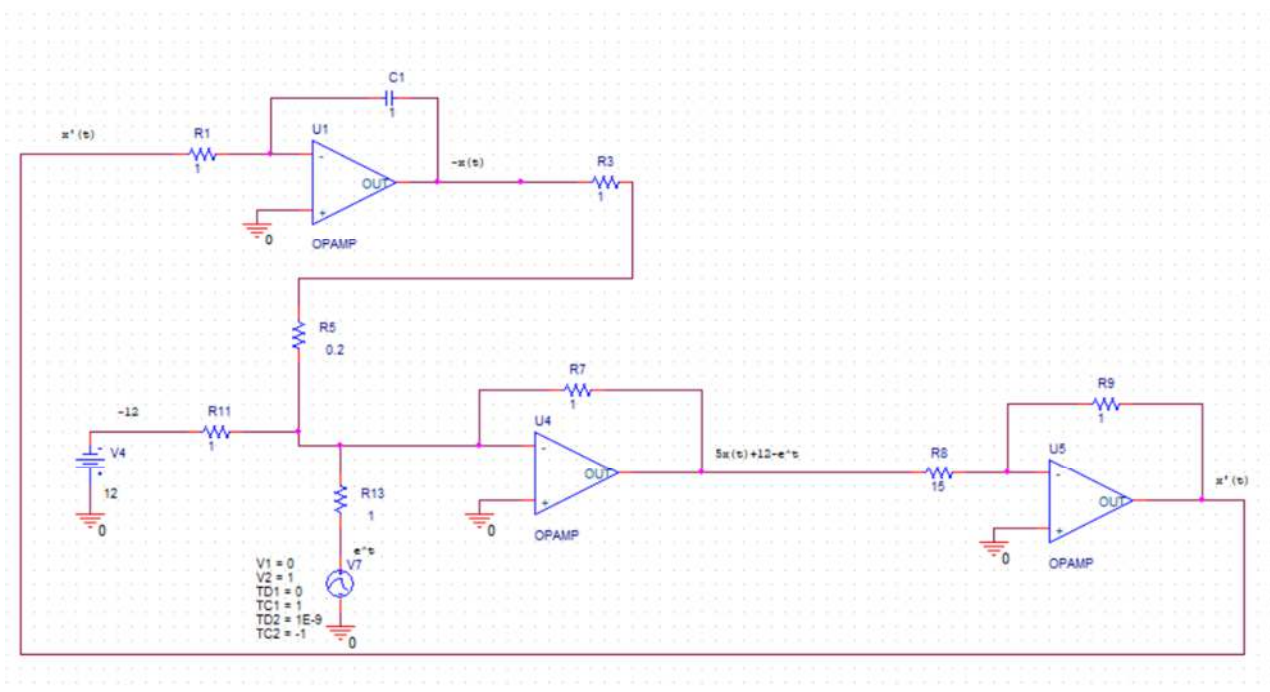
P1-23

$TD2$ که در واقع بازه صعود تابع است را به اندازه کافی قرار میدهیم

$V1$ را که کف تابع نمایی است صفر در نظر میگیریم و $V2$ را که سقف است را هم خیلی بزرگ نمیکنیم

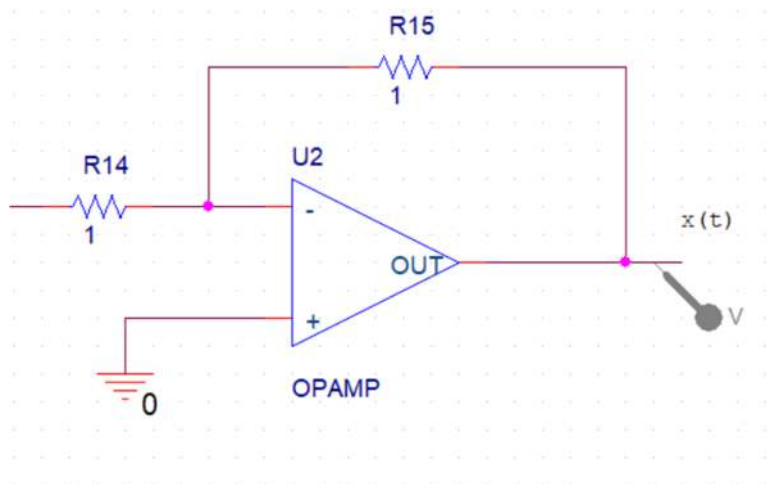
$TD1$ را هم صفر میکنیم تا ثابت بودن ابتدایی نمودار زیاد نباشد

شکل کلی مدار نهایی :



P1-24

یک ضرب کننده اضافه میکنیم تا $x(t)$ را بتوانیم اندازه بگیریم



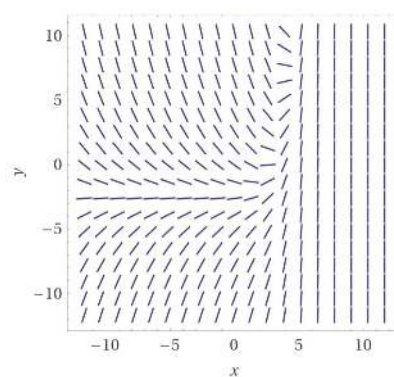
P1-25

خروجی برای $x(t)$ و زمان 10 s قرار میدهم تا تغییر صعودی و نمایی به خوبی مشخص شود



P1-26

که نتیجه نمودار با نتیجه جواب معادله دیفرانسیل متناظر و درست است



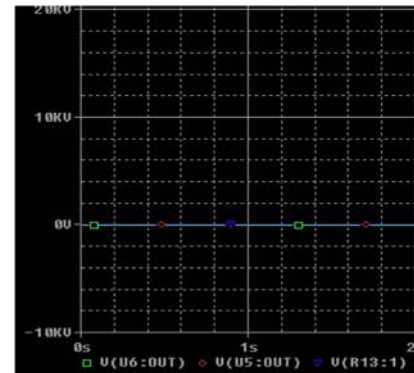
P1-27

تحلیل نمودارها :

Green $x(t)$

Red $\dot{x}(t)$

Blue e^t



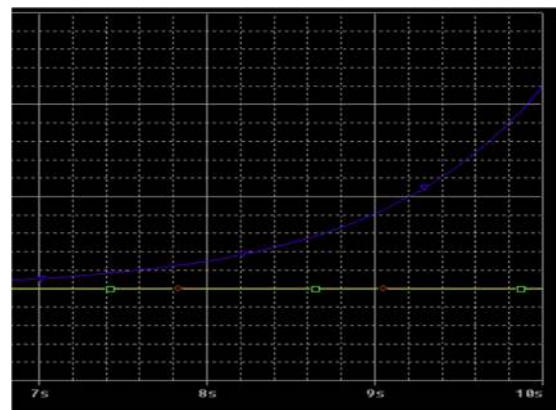
P1-28

بررسی در $t=0$:

$$15x'(0) + 5x(0) + 12 = 12 \approx 0$$

$$E^0 = 1 \approx 0$$

این اعداد در مقایسه با 10000 به صفر میل میکنند



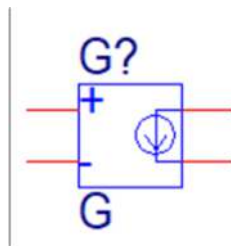
P1-29

نمودار نمایی است و رشد زیادی دارد و در مدت کوتاهی به 10000 میرسد

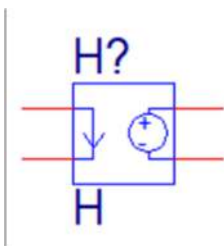
2)

الف)

در این مدار 2 منبع وابسته داریم یکی منبع جریان وابسته به ولتاژ و دیگری منبع ولتاژ وابسته به جریان



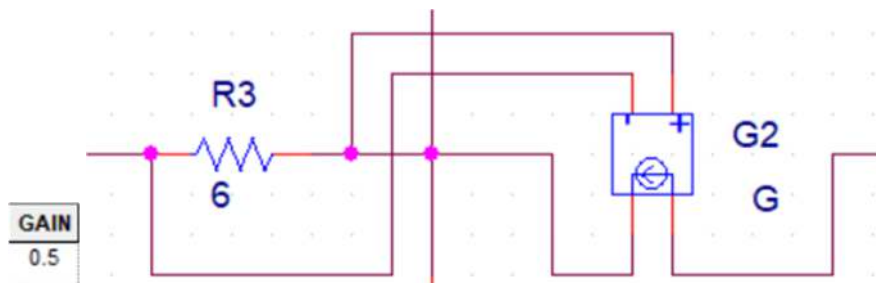
P2-2



p2-1

نماد سمت راست هر شکل نوع منبع را نشان میدهد و نماد سمت چپ نوع وابستگی را

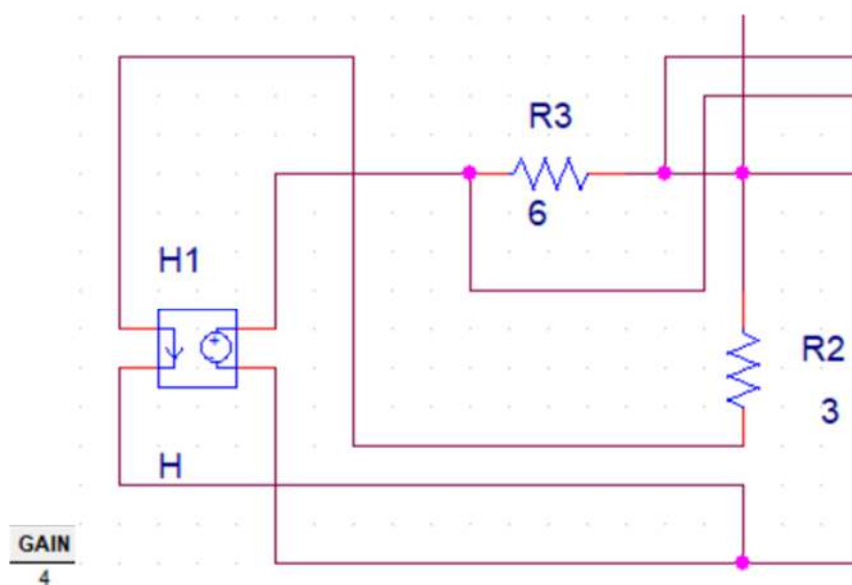
اگر وابستگی به ولتاژ باشد باید 2 سیم سمت چپ منبع را به 2 سر آن اختلاف پتانسیل مشخص شده در مدار متصل میکنیم



P2-3

در اینجا چون ولتاژ 2 سر مقاومت 6 اهم مد نظر است سیم های منبع G را به دو سر آن وصل میکنیم و GAIN را برابر 0.5 میگذاریم

و اگر وابستگی به جریان باشد باید آن شاخه از مدار که جریان آن مد نظر است را ابتدا از سیم های سمت چپ منبع عبور دهیم سپس بقیه مسیر را طی کنیم



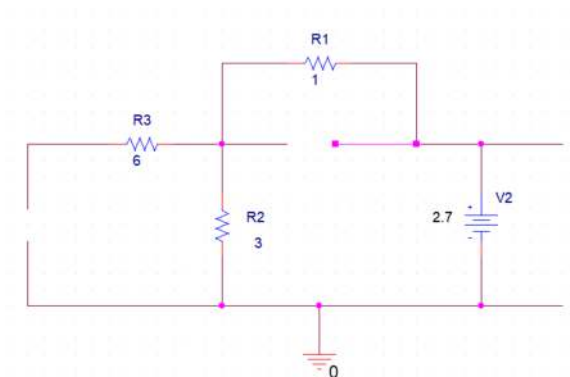
P2-4

در اینجا جریان گذرنده از مقاومت 3 اهم مد نظر است پس شاخه مربوطه را از منبع H عبور داده ایم و $GAIN$ را برابر 4 میگذاریم

(ب)

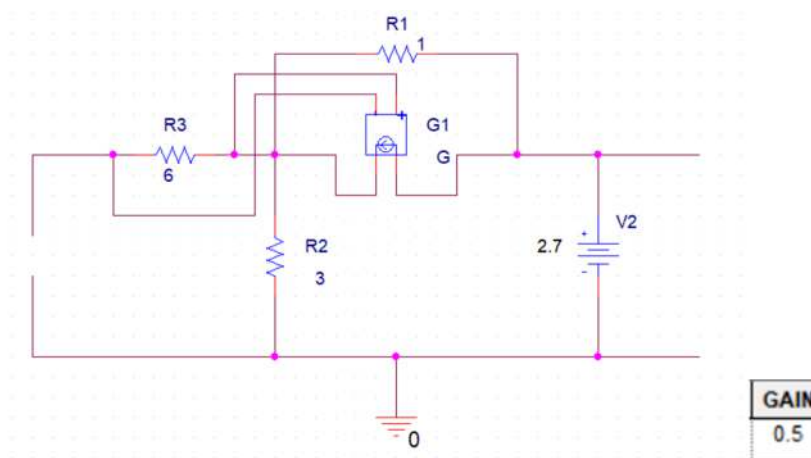
حل نرم افزاری:

در ابتدا منبع مستقل و مقاومت ها را رسم میکنیم و جای منابع وابسته را خالی میگذاریم



P2-5

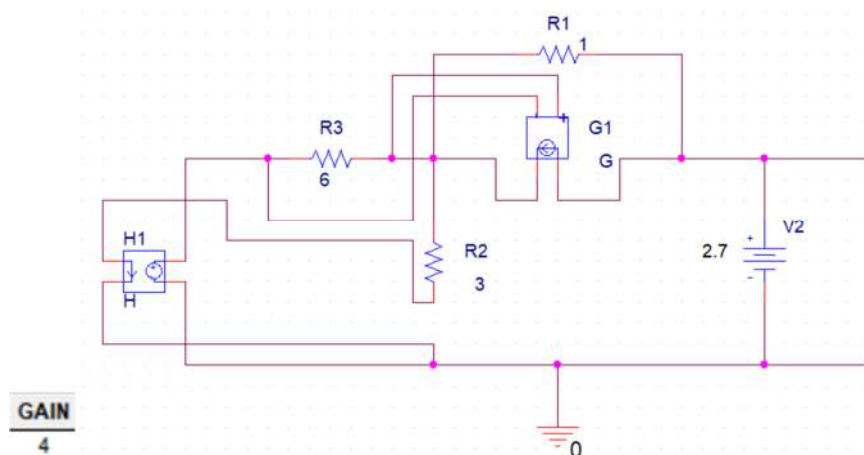
سپس منبع جریان وابسته به ولتاژ را اضافه میکنیم



P2-6

برای قرار دادن منبع G در اینجا چون ولتاژ 2 سر مقاومت 6 اهم مد نظر است سیم های منبع G را به دو سر آن وصل میکنیم و $GAIN$ را برابر 0.5 میگذاریم

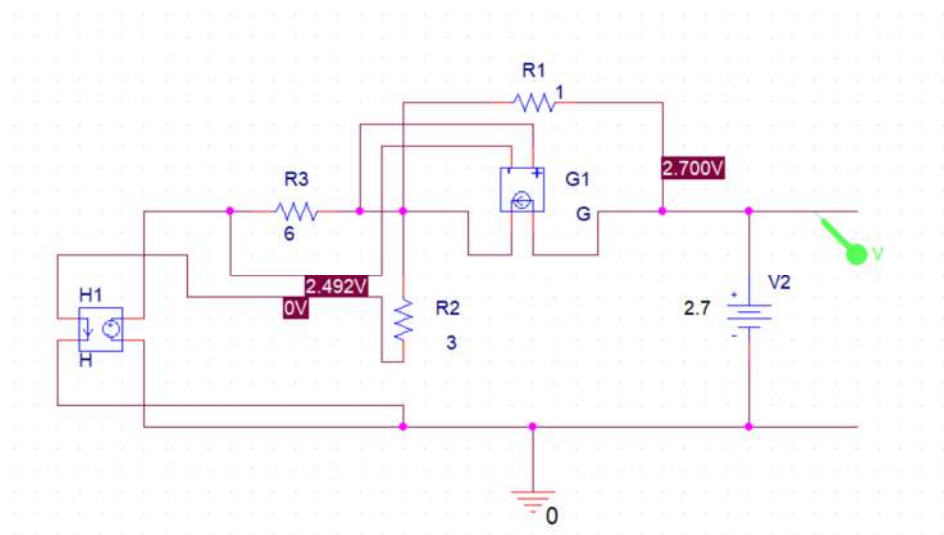
سپس منبع ولتاژ وابسته به جریان را اضافه میکنیم



P2-7

در اینجا جریان گذرنده از مقاومت 3 اهم مد نظر است پس شاخه مربوطه را از منبع H عبور داده ایم و GAIN را برابر 4 میگذاریم

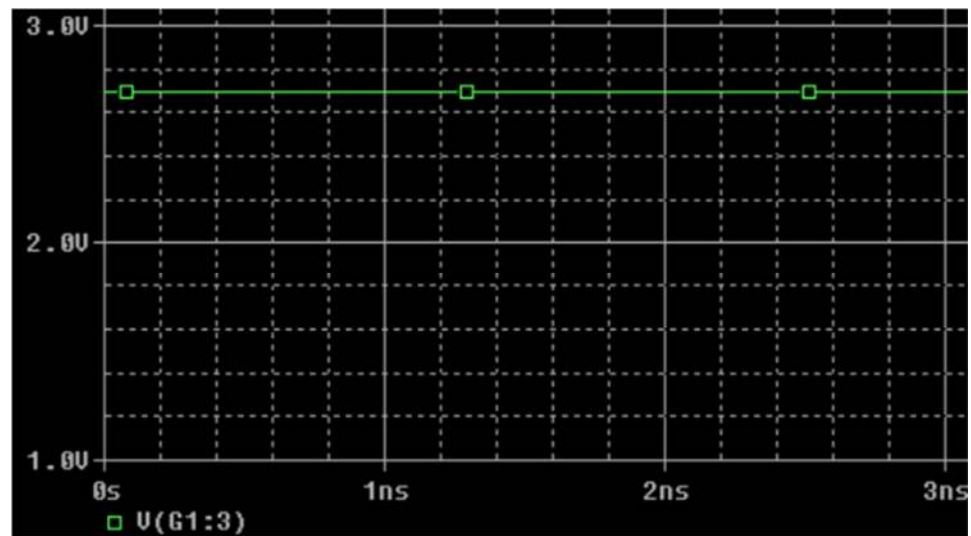
در ابتدا V_{oc} را حساب میکنیم یک Marker جهت بدست آوردن اختلاف پتانسیل بین 2 سر قرار میدهم



P2-8

چون یکی از 2 سر مشخص شده پتانسیلی برابر صفر دارد پس پتانسیل سر دیگر نشان دهنده اختلاف است V_{oc}

نتیجه خروجی روی نمودار

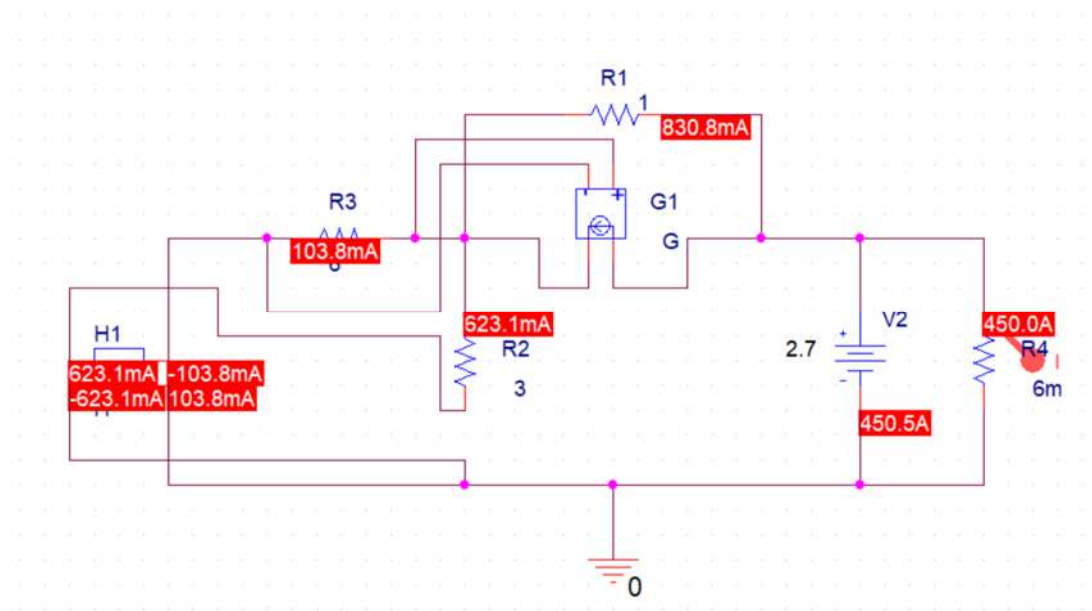


P2-9

نمودار پتانسیل نشان داده شده توسط Marker یک خط راست و مقدار ثابتی است که 2.7 V را نشان می‌دهد که برابر V_{th} هم است

$$V_{oc} = V_{th} = 2.7\text{ V}$$

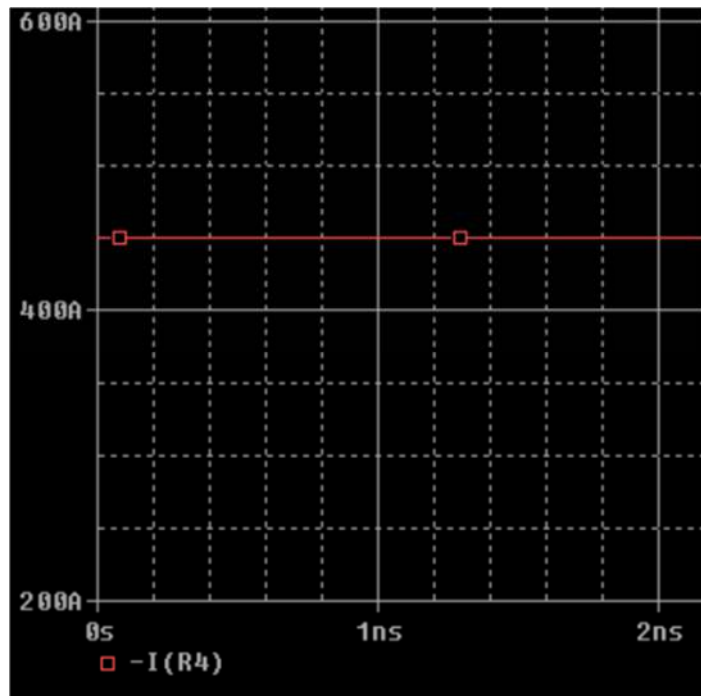
سپس I_{sc} را حساب میکنیم ولی به علت وجود منبع ولتاژ در 2 سر مشخص شده نمیتوان سیم وصل کرد بنا به توصیه Head TA از یک مقاومت کوچک $6\text{ m}\Omega$ استفاده میکنیم یک Marker جهت بدست آوردن جریان گذرنده از این مقاومت استفاده میکنیم این راه به ما جریانی نزدیک به I_{sc} را میدهد



P2-10

جریان نشان داده شده توسط Marker مقداری برابر با 450 A به ما نشان میدهد

نتیجه خروجی روی نمودار



P2-11

نمودار جریان نشان داده شده توسط Marker یک مقدار ثابت است که با یک خط راست نشان داده شده است و برابر 450 A است

$$I_{sc} = 450 \text{ A}$$

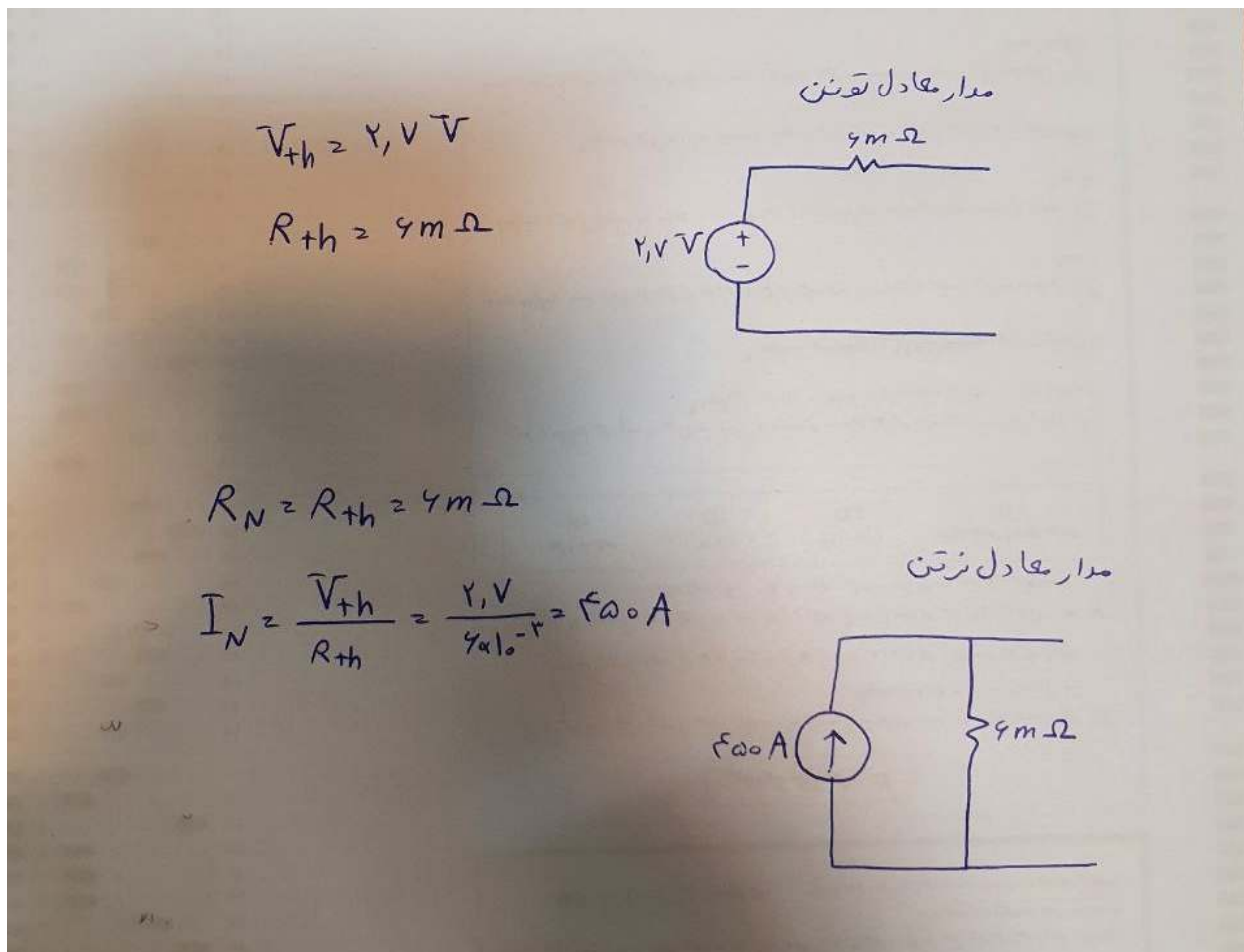
$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} = \frac{2.7}{450} = 6m\Omega$$

سپس با استفاده از فرمول های زیر مدار معادل تونن را به نرتن تبدیل میکنیم

$$R_{th} = R_N$$

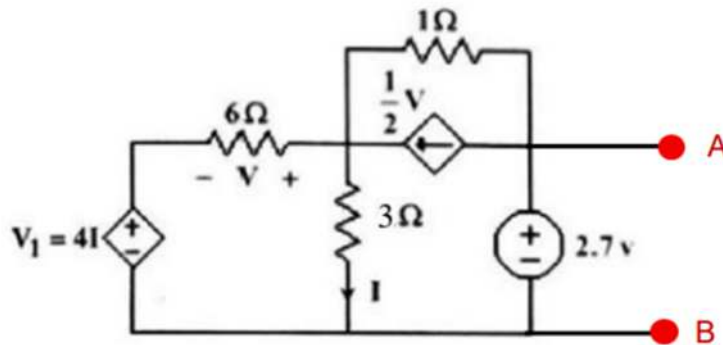
$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}}$$

مدار معادل تونن و نرتن:



حل دستی سوال:

در این سوال مدار معادل تونن خواسته شده به علت اینکه در مدار هم منبع مستقل هم منبع وابسته و مقاومت وجود دارد پس برای محاسبه V_{th} باید اختلاف پتانسیل دو سر خواسته شده را در حالت مدار باز به دست بیاوریم



P2-13

$$V_{oc} = V_{th}$$

به علت اینکه بین A,B یک منبع ولتاژ قرار دارد پس $V_{oc} = V_A - V_B = 2.7 \text{ V}$

حالا برای محاسبه R_{th} نیاز به محاسبه جریان بین A,B در حالت اتصال کوتاه داریم اما چون اتصال کوتاه کردن A,B به علت وجود منبع ولتاژ مدار با مشکل مواجه میشود لذا با توجه به توصیه TA از یک مقاومت کوچک استفاده میشود مقاومتی به اندازه $6 \text{ m}\Omega$

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}}$$

حالا I_{sc} را محاسبه میکنیم

از روش مشق استفاده می‌کنیم

$$I_2 = I_{sc}$$

$$V = -4I_1$$

$$I = I_1 - I_2$$

KVL 1: $-4I + 4I_1 + 3(I_1 - I_2) = 0$

KVL 2, 3: $3(I_2 - I_1) + I_2 + 2.7 = 0$

سوپر مشق

$$I_2 - I_1 = \frac{1}{4}V$$

KVL 4: $-2.7 + 4 \times 10^{-3} I_2 = 0 \rightarrow I_2 = I_{sc} = \frac{2.7}{4 \times 10^{-3}}$

$I_{sc} = 450 \text{ A}$

P2-14

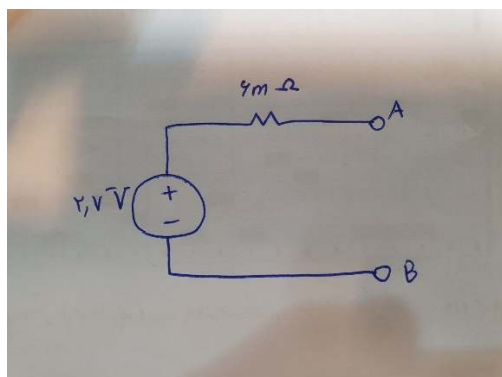
$$I_{sc} = 450 \text{ A}$$

$$R_{th} = \frac{V_{oc}}{I_{sc}} = \frac{2.7}{450} = 6 \text{ m}\Omega$$

بر همین مبنا R_{th} بدست می‌آید

به علت وجود منبع ولتاژ در 2 سر مدار بسته به اینکه مقاومت کوچک دلخواه را چند قرار دهیم مقاومت تونن هم همان مقدار میشود

مدار معادل تونن :



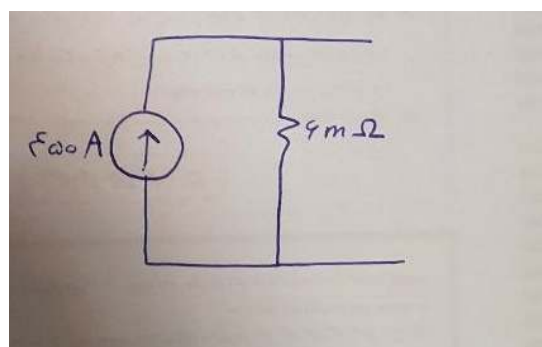
P2-15

حالا این مدار معادل تونن را به نرتن تبدیل میکنیم

$$R_{th} = R_N = 6m\Omega$$

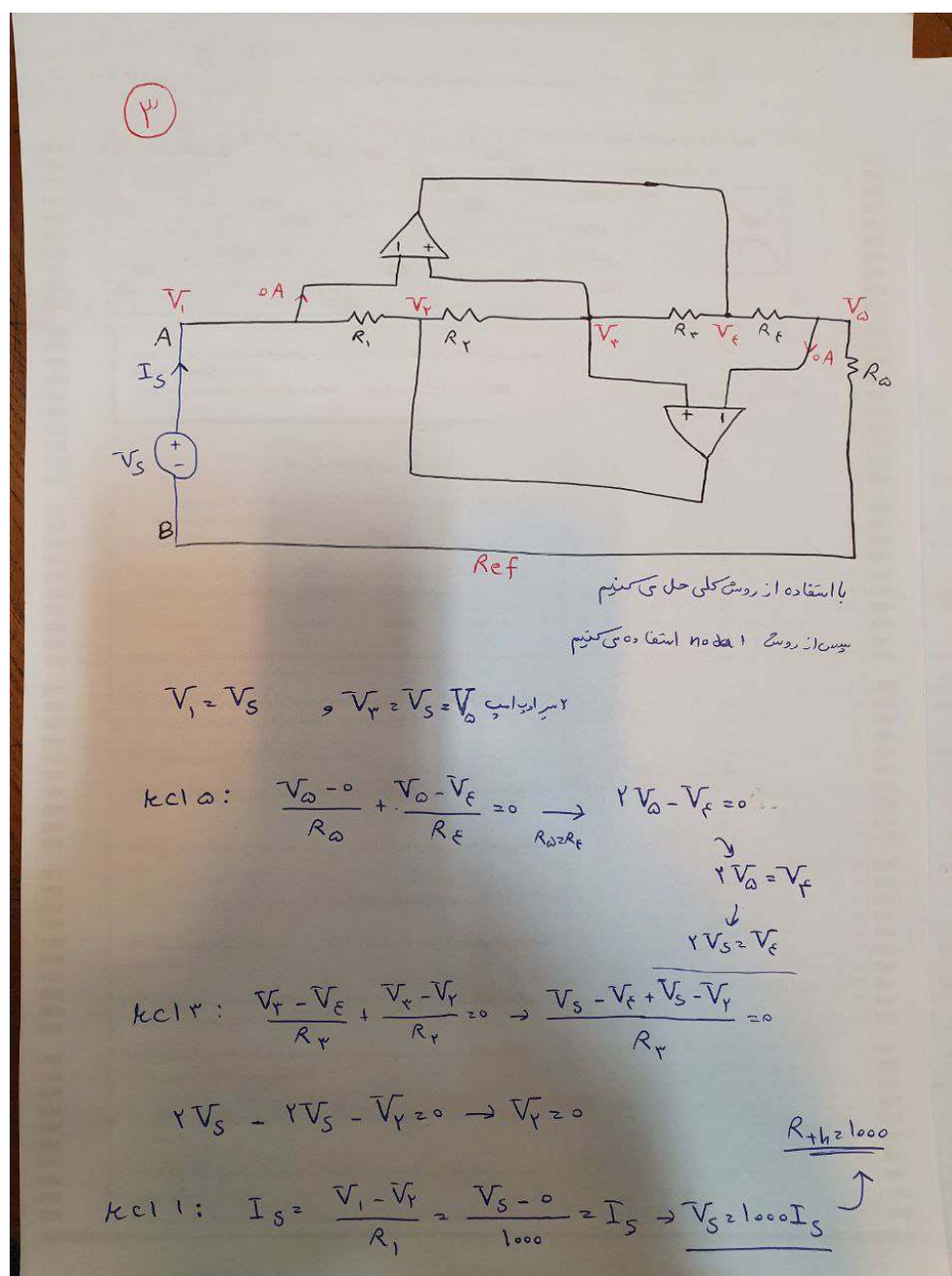
$$I_N = \frac{V_{th}}{R_{th}} = \frac{2.7}{0.006} = 450 \text{ A}$$

مدار معادل نرتن:



P2-16

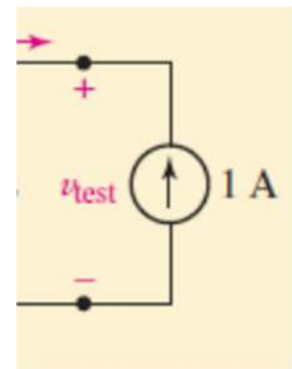
از آنجایی که نمیتوان به منبع ولتاژ پارامتر داد و از روش کلی در Orcad استفاده کرد پس ابتدا سوال را به شکل دستی روی کاغذ حل میکنیم



حل دستی با استفاده از روش کلی به ما نشان میدهد که در میتوان با استفاده از روش سوم یعنی استفاده از منبع جریان 1 A ممکن است

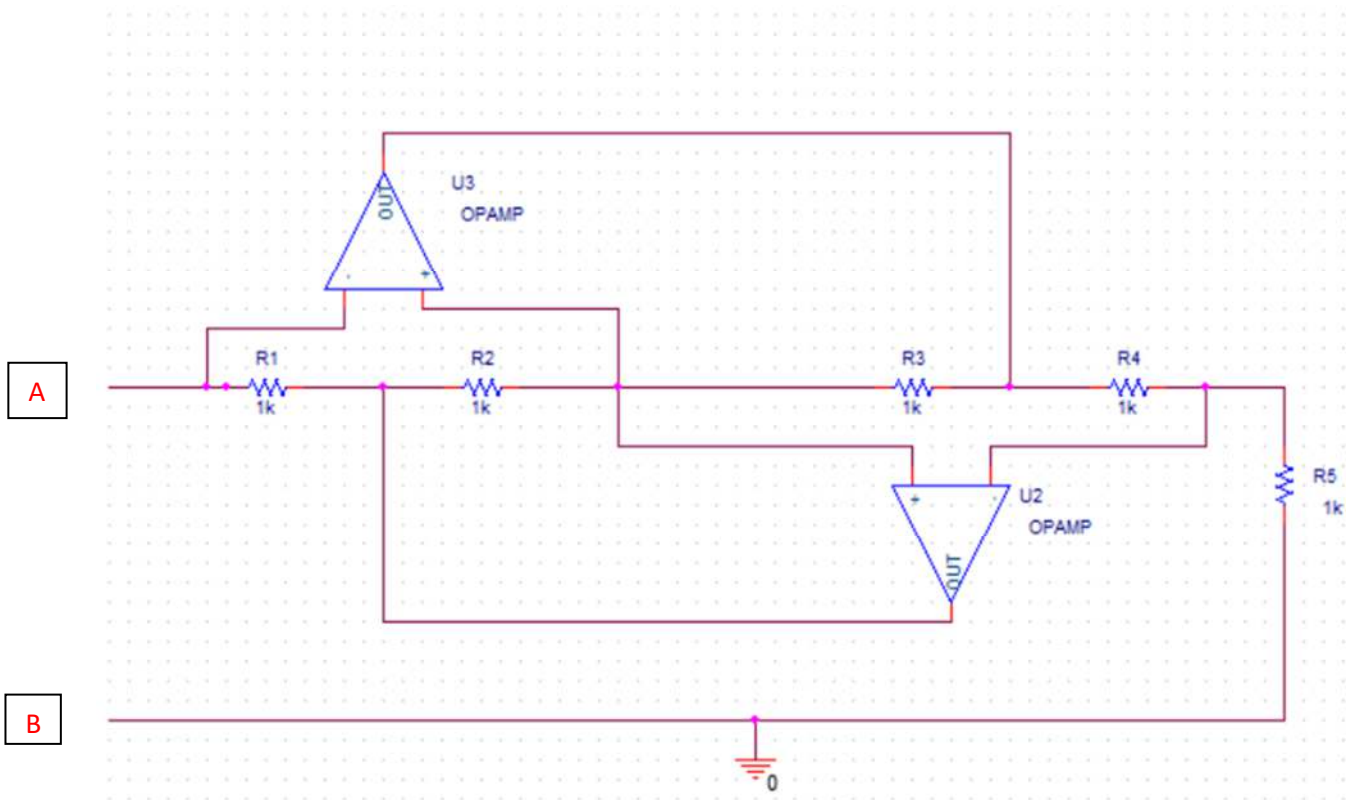
به علت عدم وجود منبع مستقل $V_{th} = 0$

برای بدست آوردن R_{th} یک منبع جریان 1 A به دو سر تونن میبندیم و اختلاف پتانسیل 2 سر منبع را اندازه میگیریم و مقدار آن برابر R_{th} است



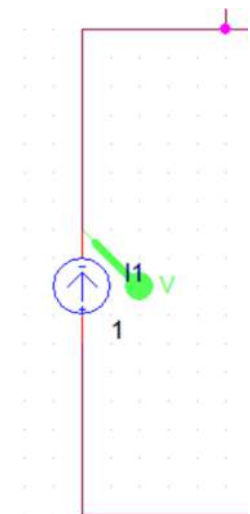
P3-2

ابتدا مدار را در نرم افزار رسم میکنیم



P3-3

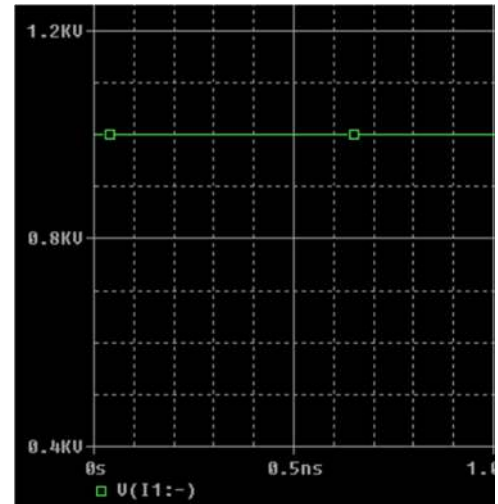
حالا یک منبع جریان 1 A را به A,B اضافه میکنیم



P3-4

یک Marker در A قرار می‌دهیم به علت اتصال B به زمین پتانسیل آن صفر است

$$V_{test} = V_A - V_B = V_A$$

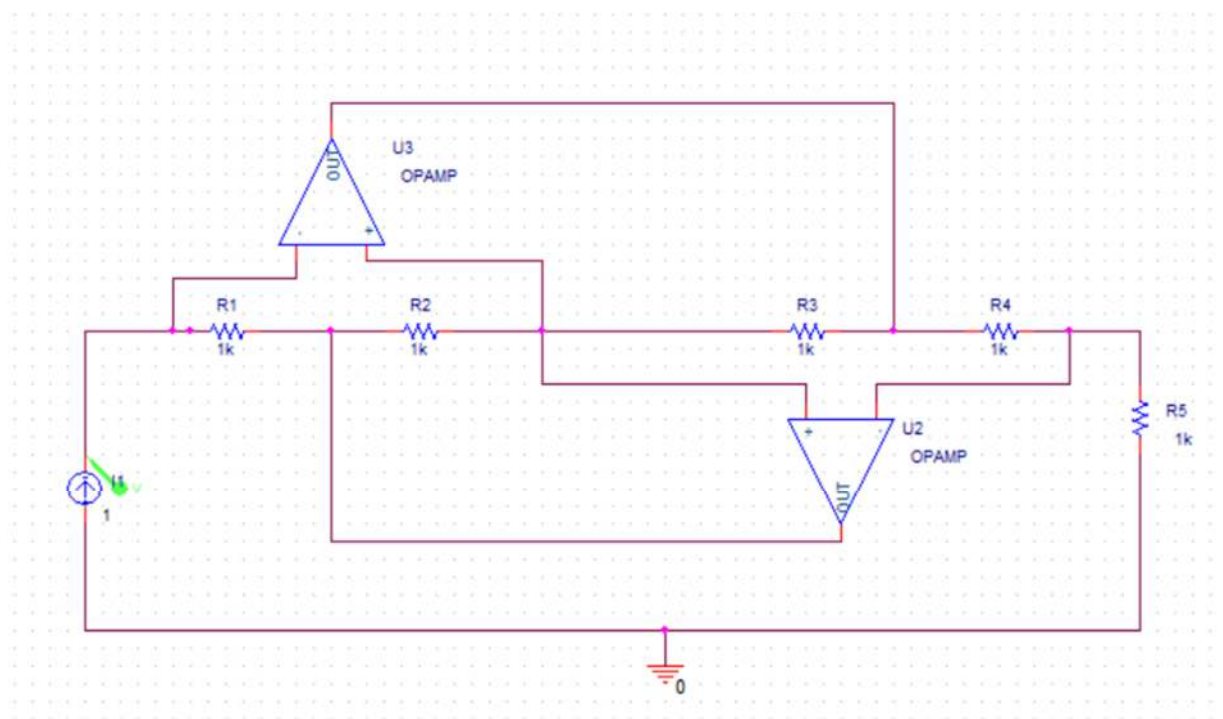


P3-5

نمودار Marker نشان می‌دهد که $V_{test} = 1000 \text{ V}$

پس در نتیجه $R_{th} = V_{test}$ و $R_{th} = 1000 \Omega$

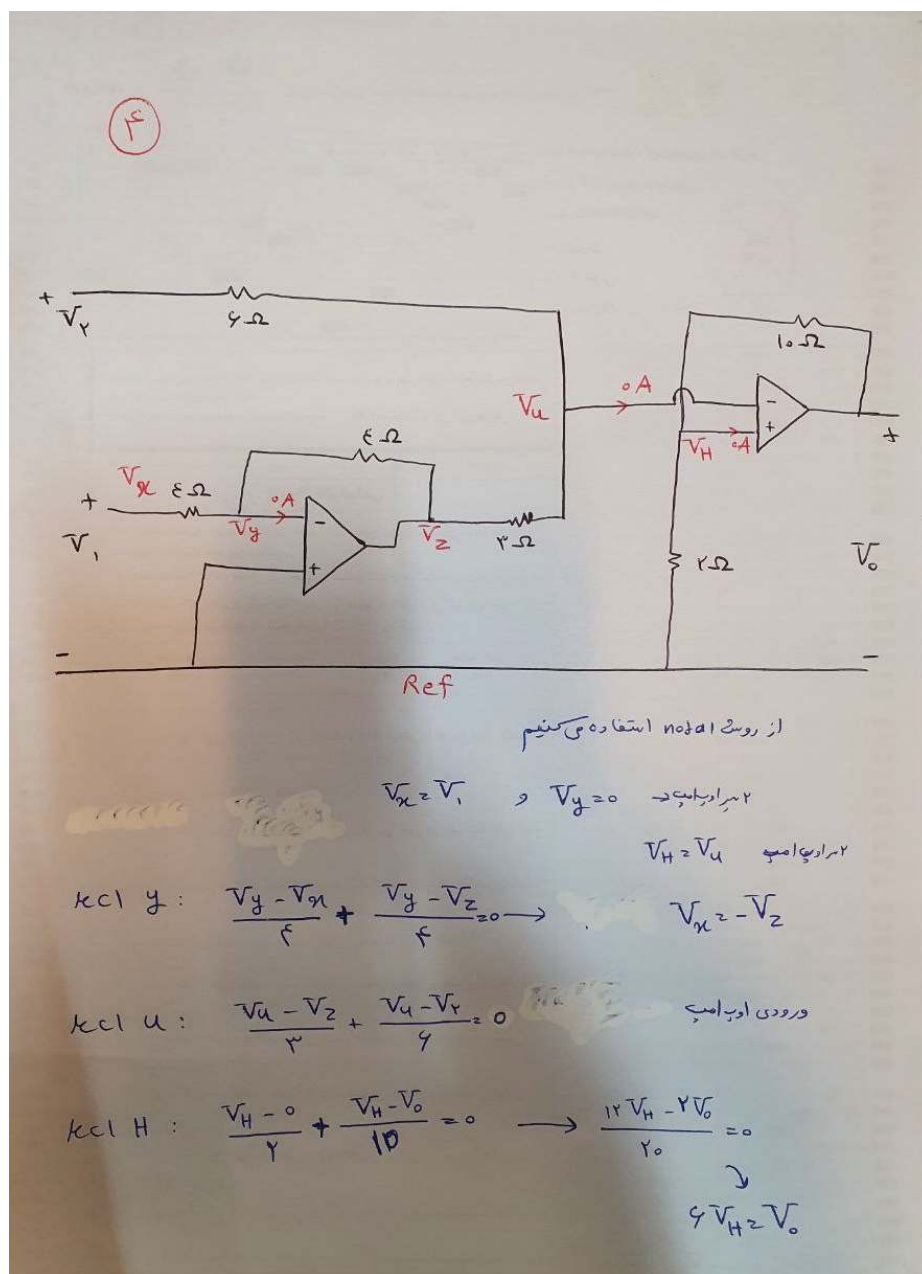
شکل کلی مدار به این شکل است



P3-6

(4)

از آنجایی که نمی توان مقادیر v_1, v_2, v_{out} را پارامتری در نرم افزار در نظر گرفت پس ابتدا سوال را به روش دستی روی کاغذ حل میکنیم



$$V_x = V_2 = V_1$$

$$V_H = V_u = \frac{V_o}{4}$$

$$\frac{\frac{V_o}{4} + V_1}{3} + \frac{\frac{V_o}{4} - V_2}{4} = 0 \rightarrow \frac{V_o}{3} + 2V_1 + \frac{V_o}{4} - V_2 = 0$$

$$2V_o + 12V_1 + V_o - 4V_2 = 0 \rightarrow 3V_o = -12V_1 + 4V_2$$

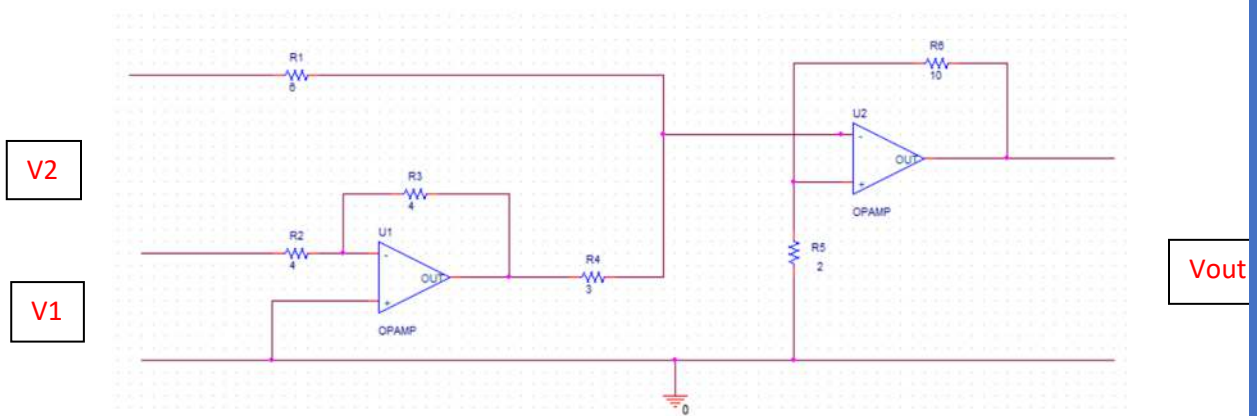
↓

$$\underline{V_o = -4V_1 + 2V_2}$$

P4-2

حل دستی به ما نتیجه میدهد که رابطه چنین فرمی دارد $p * V1 + q * V2 = Vout$

مدار را رسم میکنیم



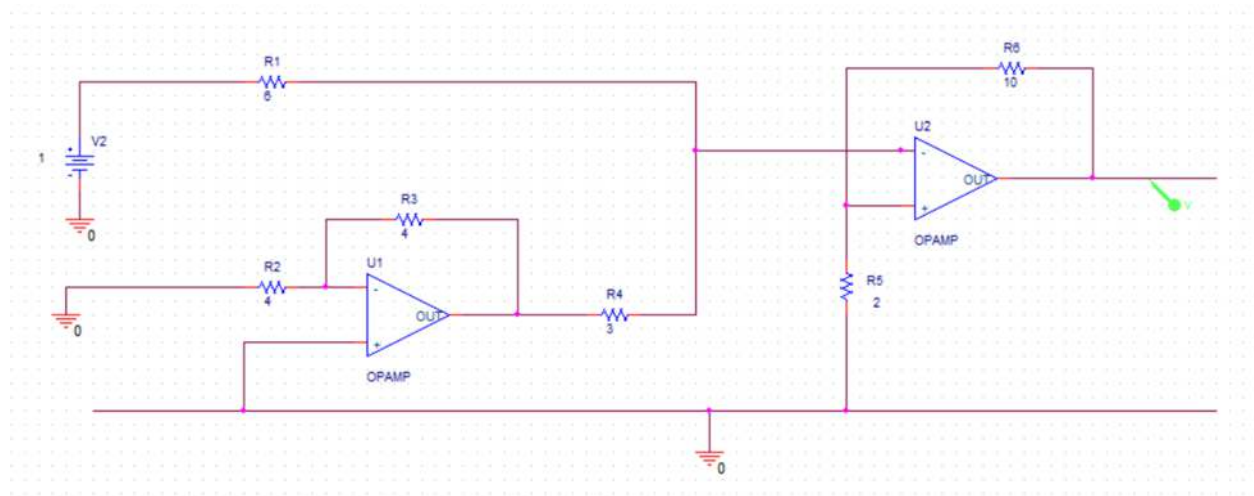
P4-3

حالا برای بدست آوردن ضرایب p, q ابتدا

V_1 را صفر میکنیم و رابطه بین V_2 , V_{out} را بدست می آوریم و بعد

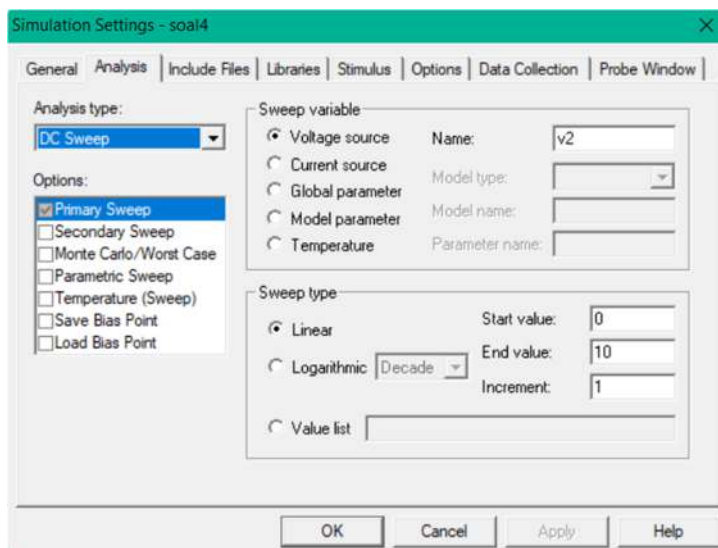
V_2 را صفر میکنیم و رابطه بین V_1 , V_{out} را بدست می آوریم

مرحله اول: مدار را رسم میکنیم V_1 را به زمین وصل میکنیم و V_2 را با یک منبع به زمین وصل میکنیم
و یک Marker در خروجی V_{out} قرار میدهیم



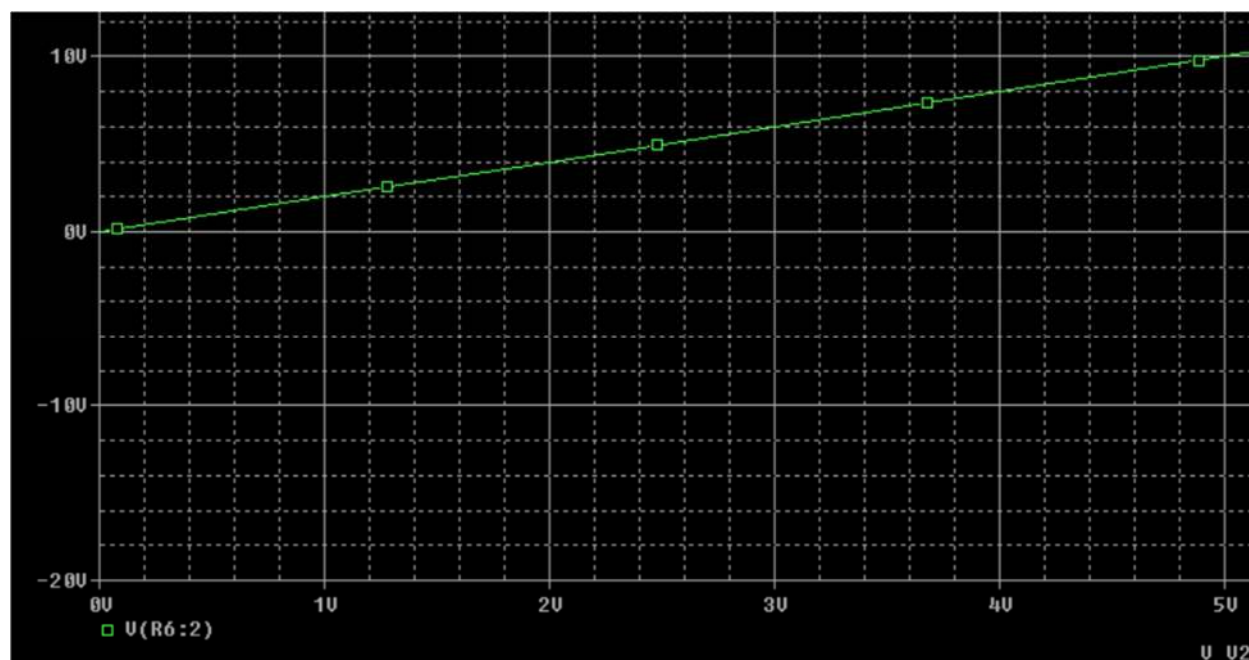
P4-4

مقدار V_2 را با Dc sweep از 0 تا 10 تغییر میدهیم



P4-5

نمودار V_{out} را خروجی میگیریم

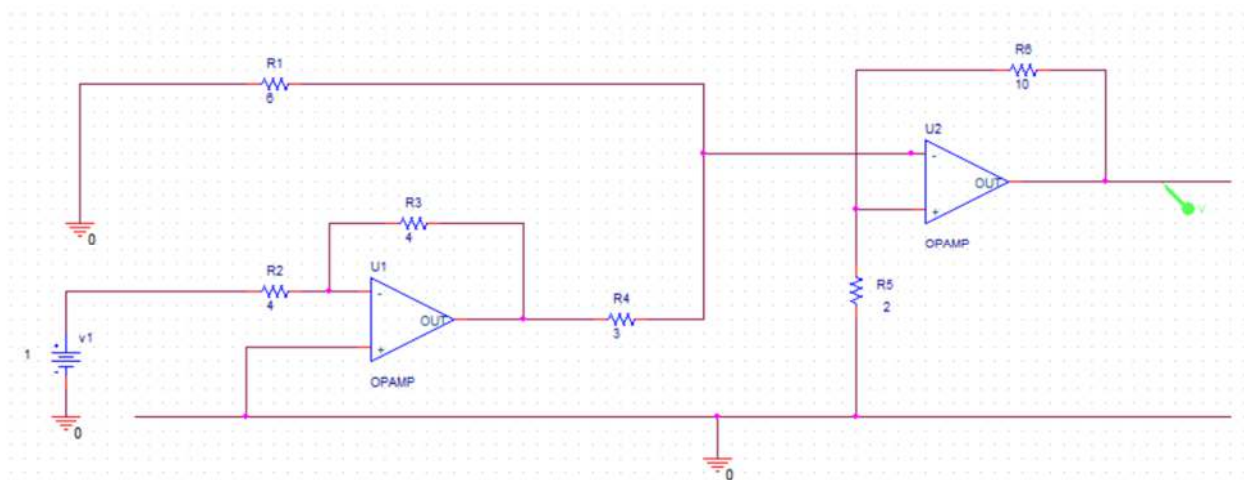


P4-6

شیب نموداری که Marker به ما میدهد برابر ضریب V_2 است

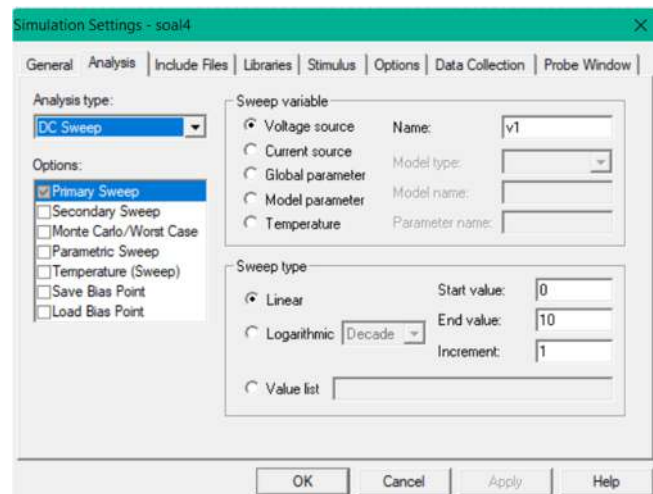
$$p = \frac{10}{5} = 2$$

مرحله دوم : مدار را رسم میکنیم V_2 را به زمین وصل میکنیم و V_1 را با یک منبع به زمین وصل میکنیم
و یک Marker در خروجی V_{out} قرار میدهیم



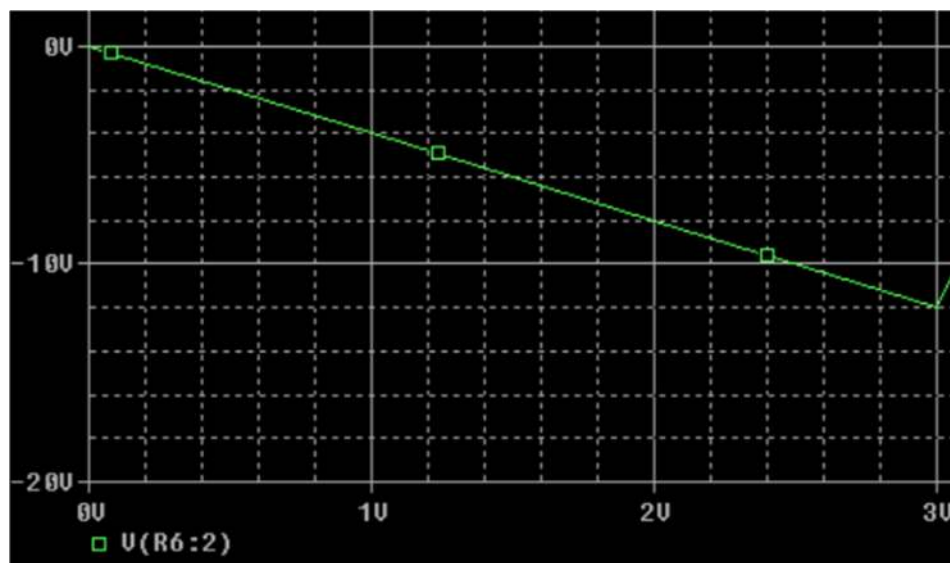
P4-7

مقدار V_1 را با Dc sweep از 0 تا 10 تغییر میدهیم



P4-8

نمودار V_{out} را خروجی میگیریم



P4-9

شیب نموداری که Marker به ما میدهد برابر ضریب V_1 است

$$q = \frac{-12}{3} = -4$$

در نتیجه رابطه ما به شکل :

$$-4 * V_1 + 2 * V_2 = V_{out}$$

