



به نام خدا



دانشگاه تهران

پردیس دانشکده‌های فنی

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

الکترونیک صنعتی

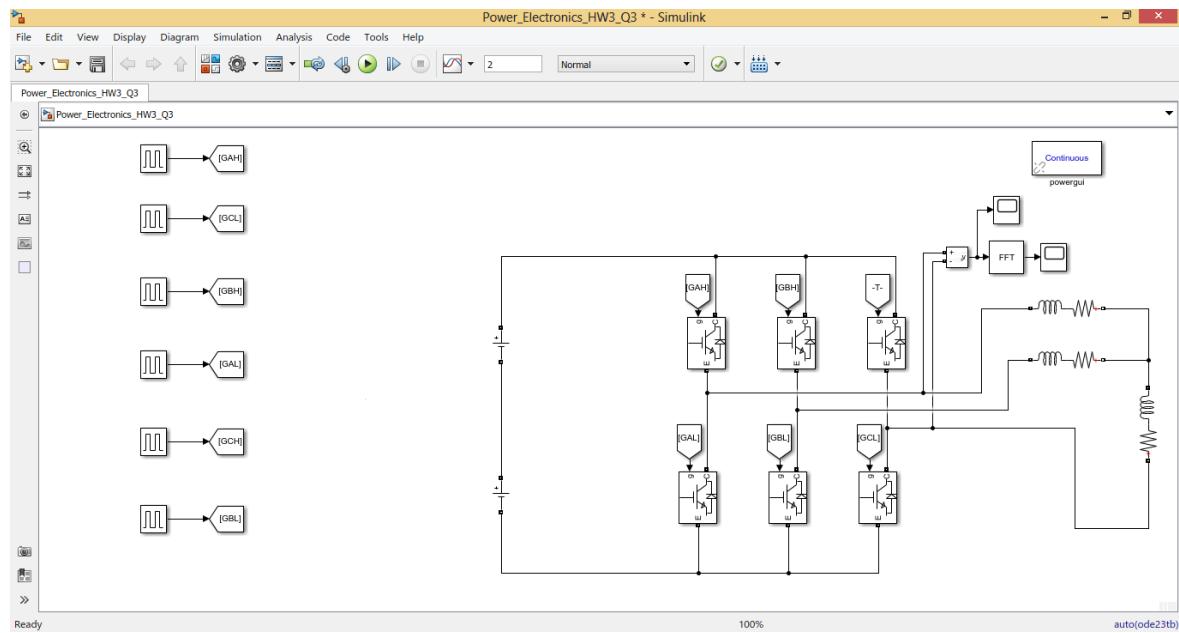
تمرین سوم / بخش شبیه سازی

محمد تقی زاده گیوری

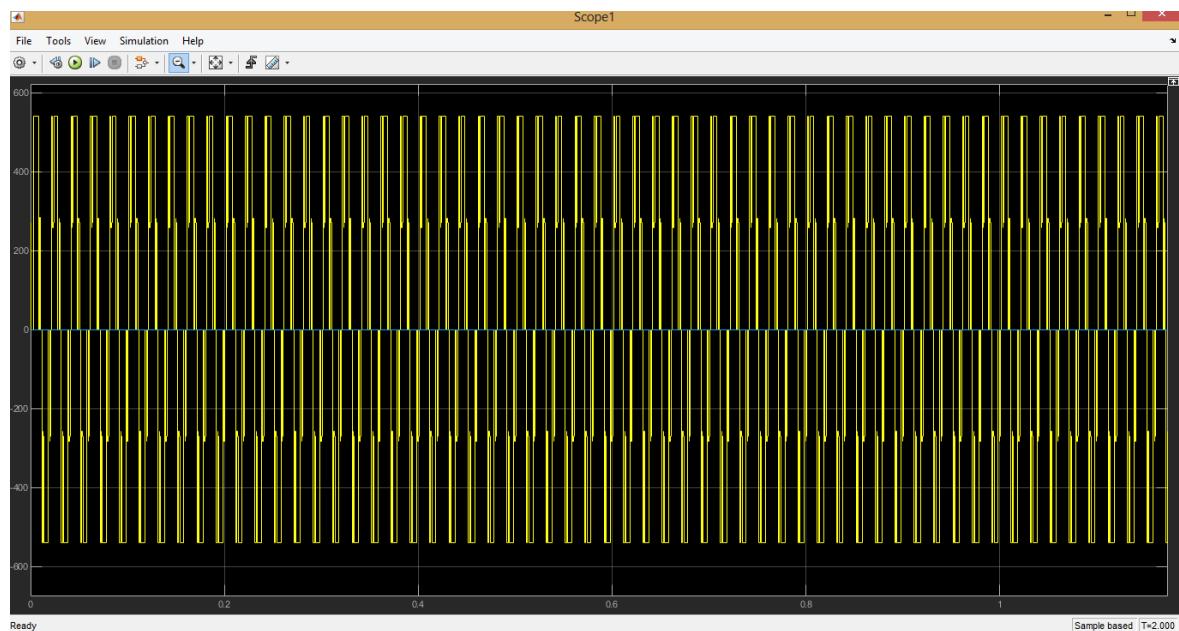
۸۱۰۱۹۸۳۷۳

۱۴۰۲ بهار

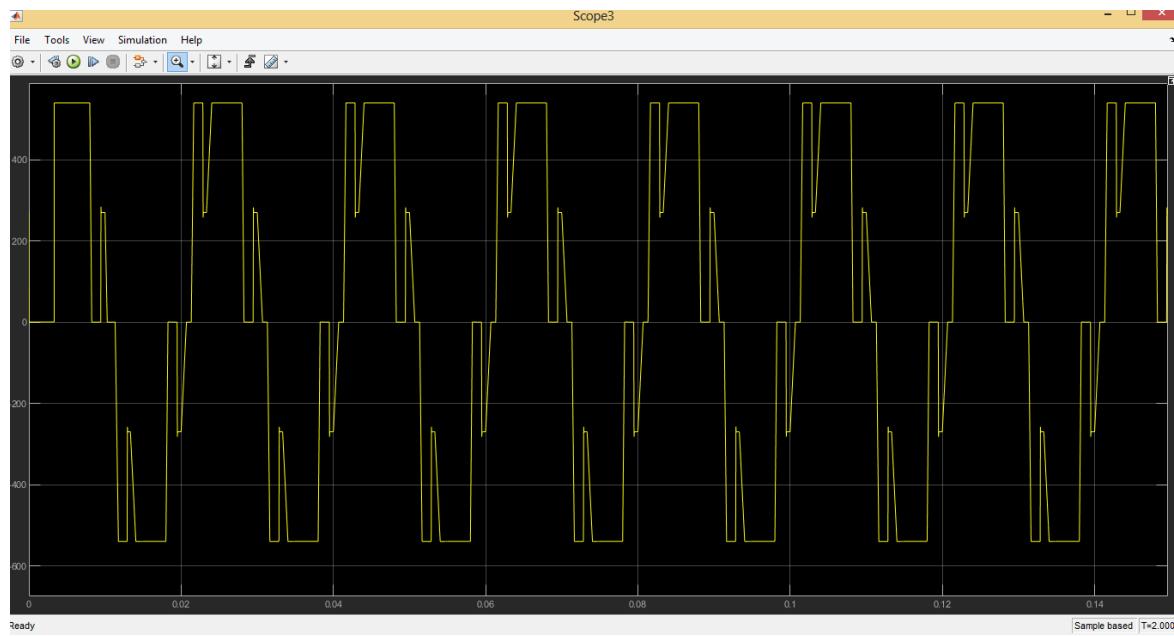
سوال ۳



: V_{AC} ولتاژ FFT



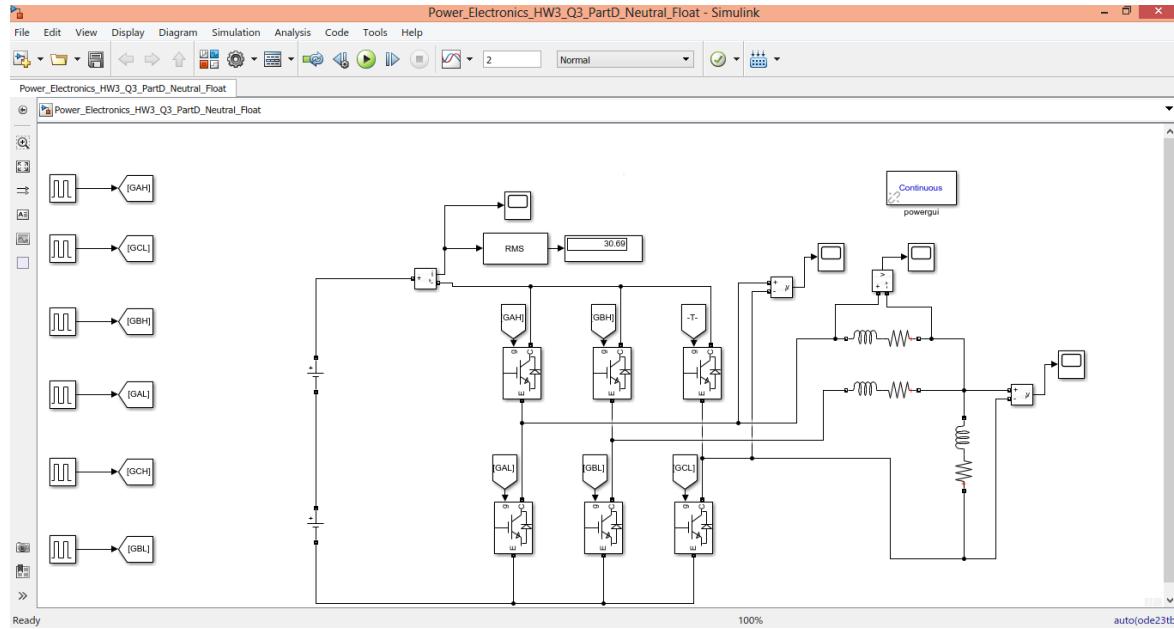
شکل موج ولتاژ V_{AC} :



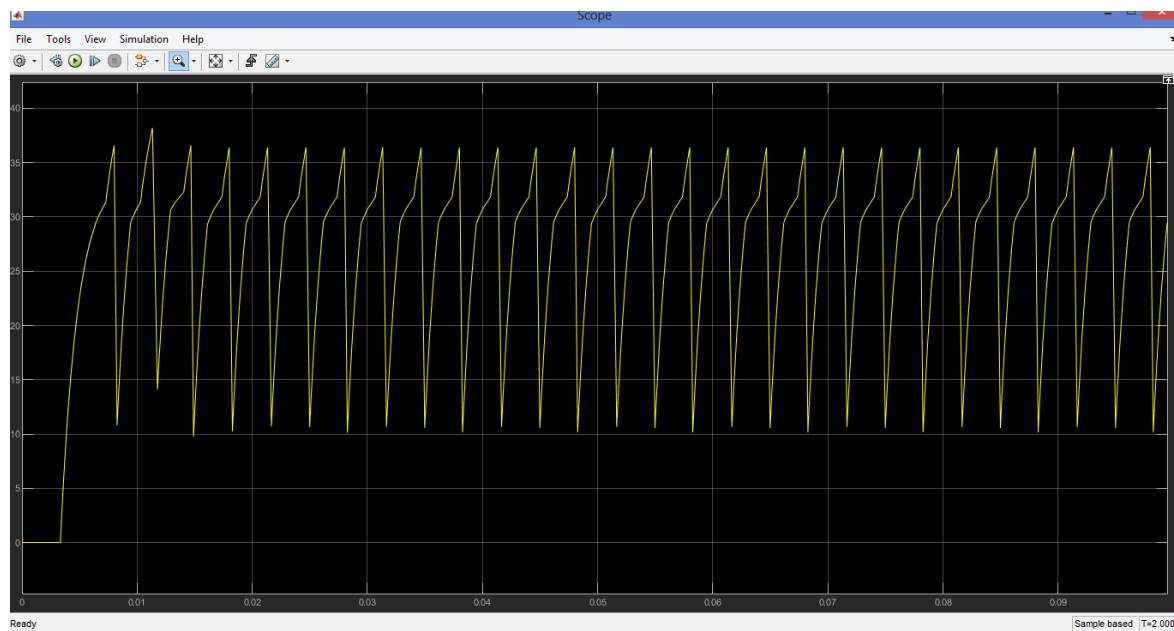
همان طور که مشاهده می کنید، ولتاژ خط به خط است، ۵ سطحی شده است که این مانند شکل موج رسم شده در بخش (ب) سوال ۲ است.

:۵

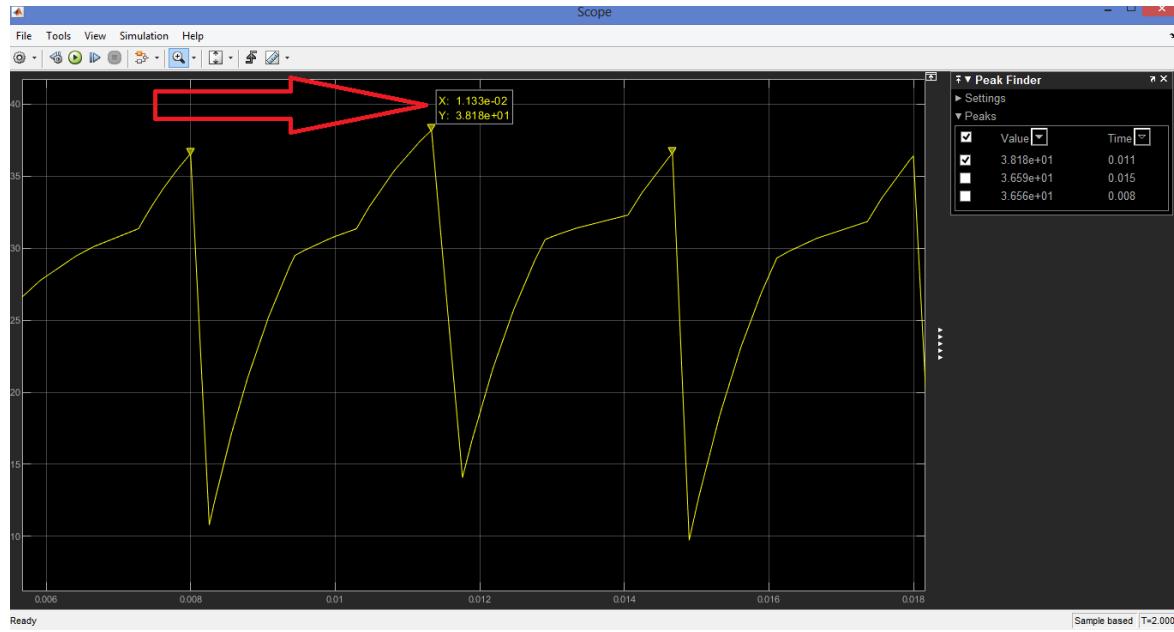
حالت نوترال شناور:



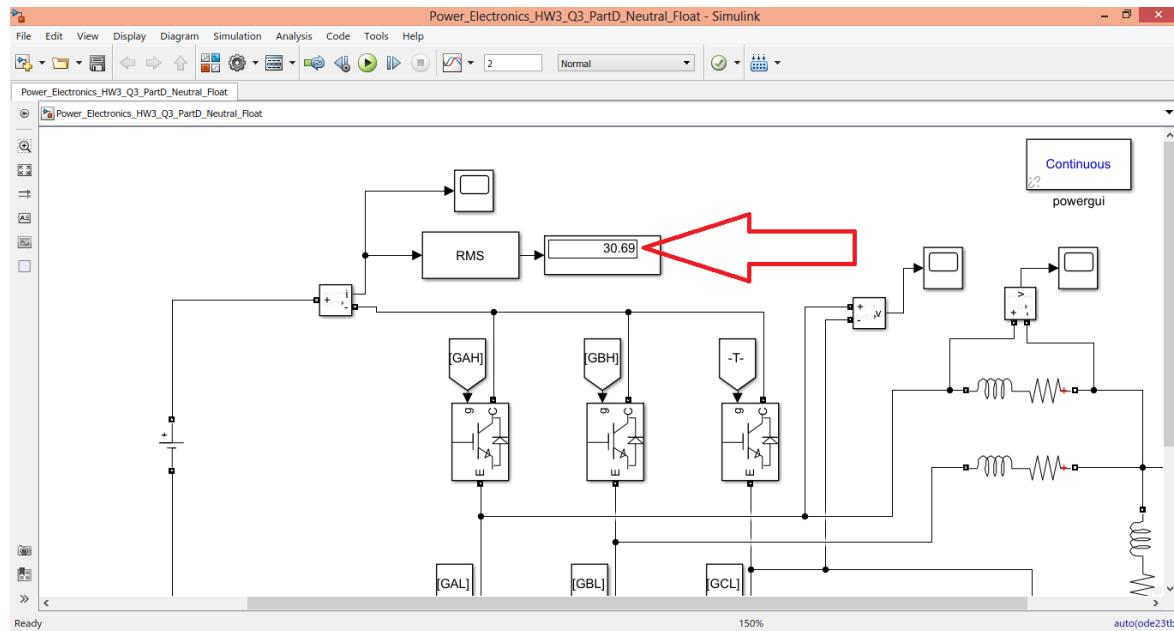
شكل موج جریان بار:



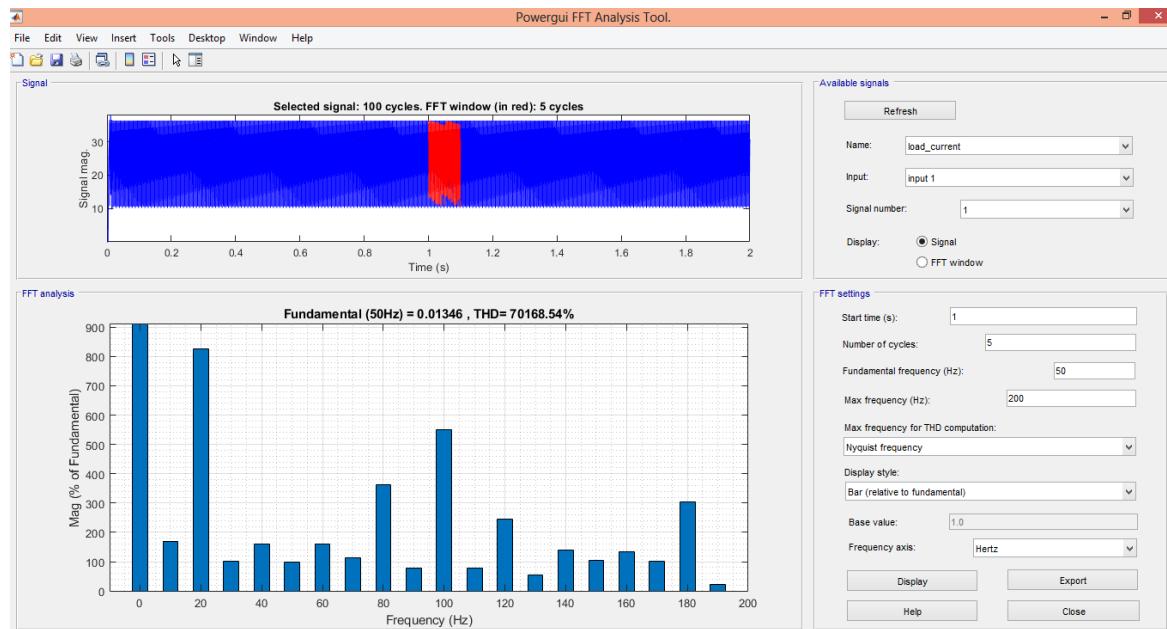
پیک جریان بار: (بایوجه به تصویر زیر، پیک جریان برابر با 38.18 آمپر است)



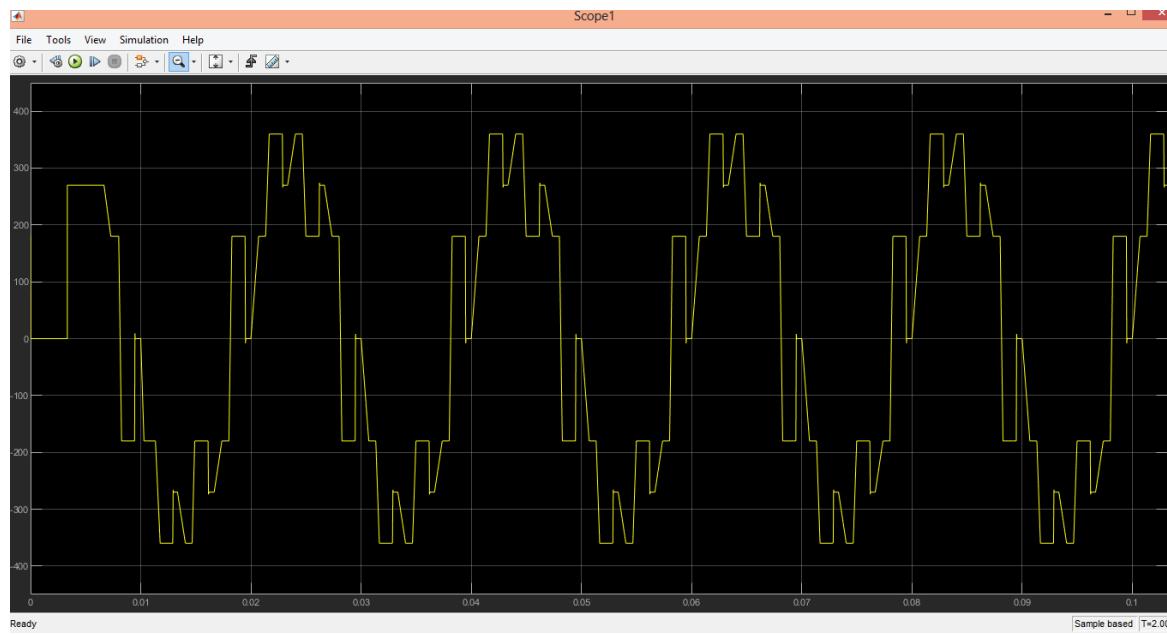
مقدار موثر جریان بار:



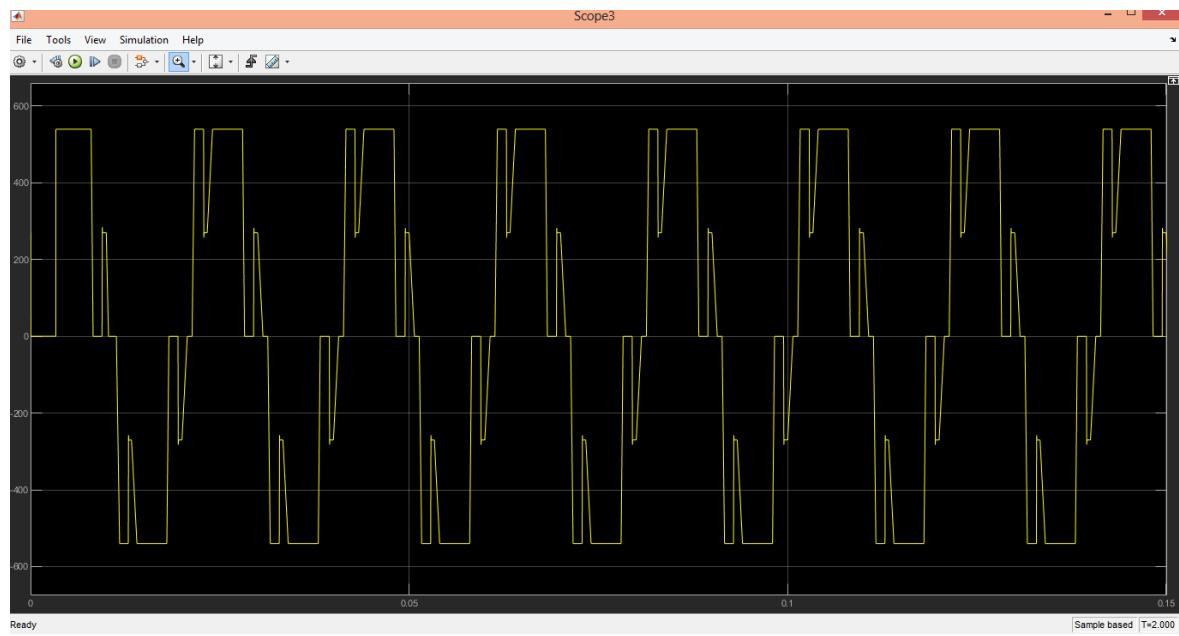
طیف هارمونیکی جریان بار:



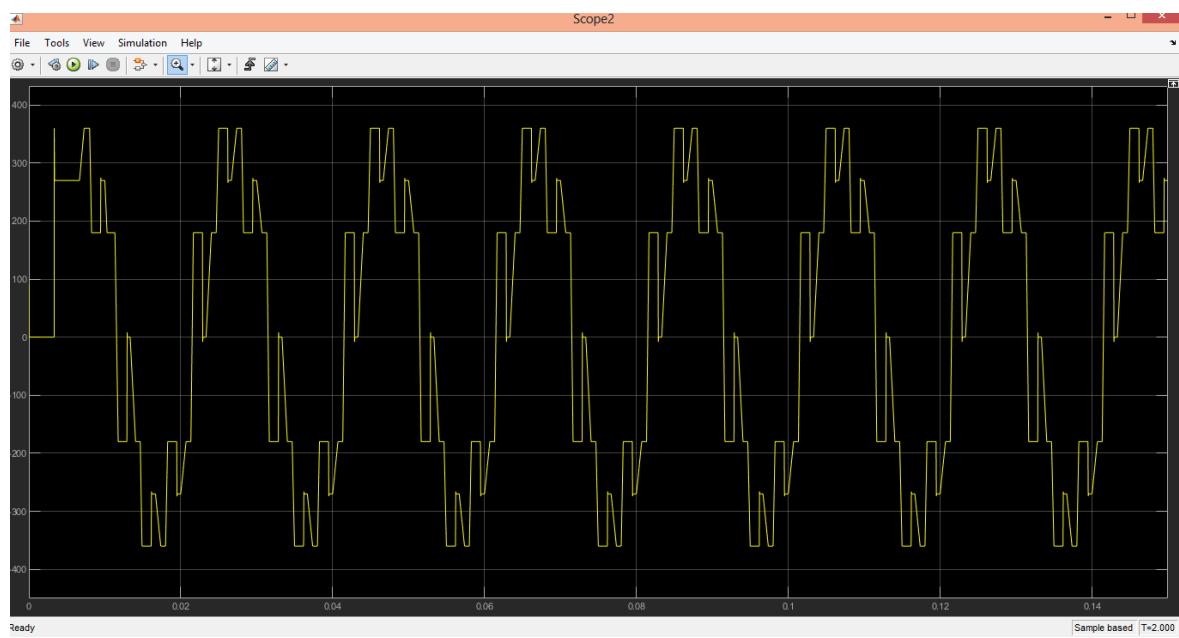
ولتاژ فاز اینورتر:



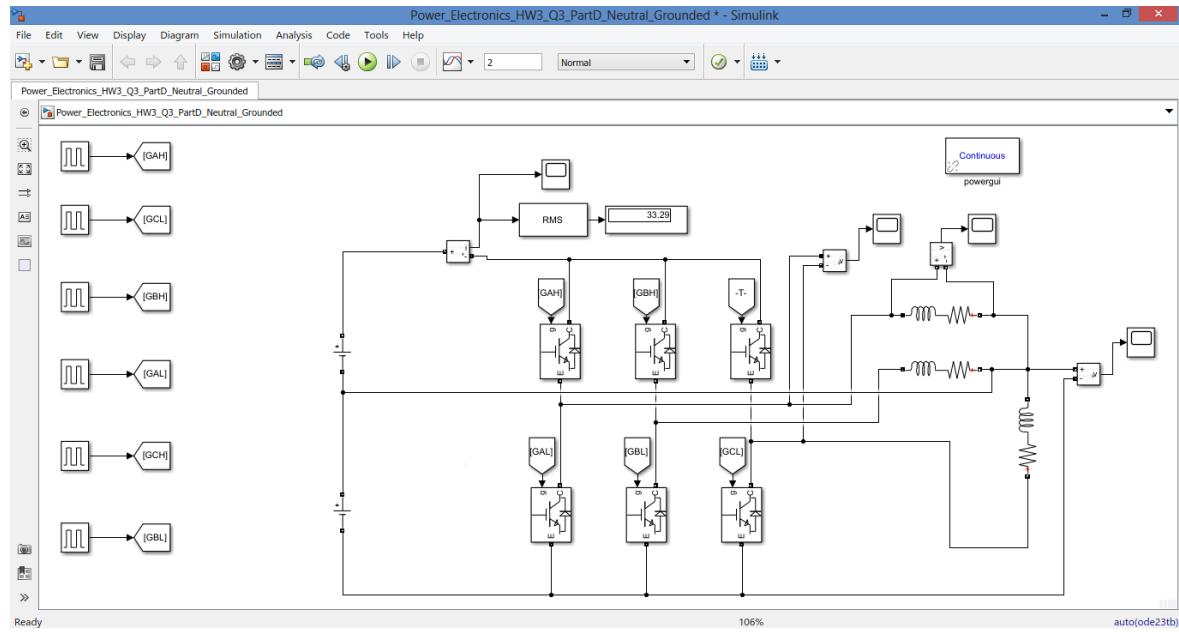
ولتاژ خط به خط بار:



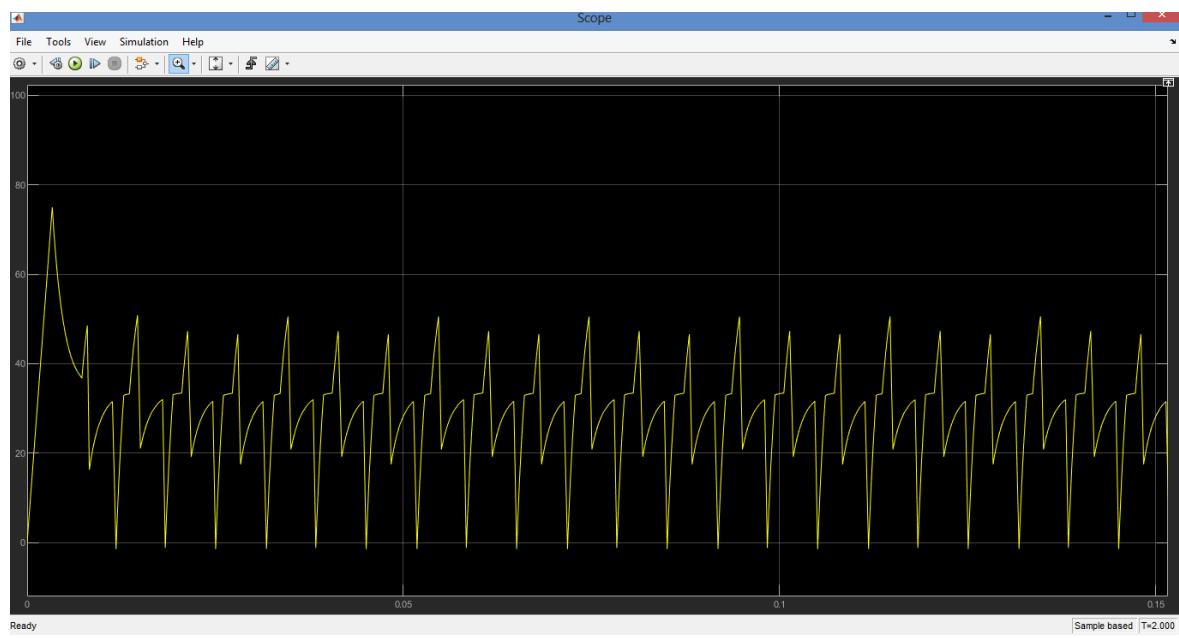
ولتاژ نوتروال:



حالت اتصال نقطه بار به نقطه صفر(وسط لینک dc):

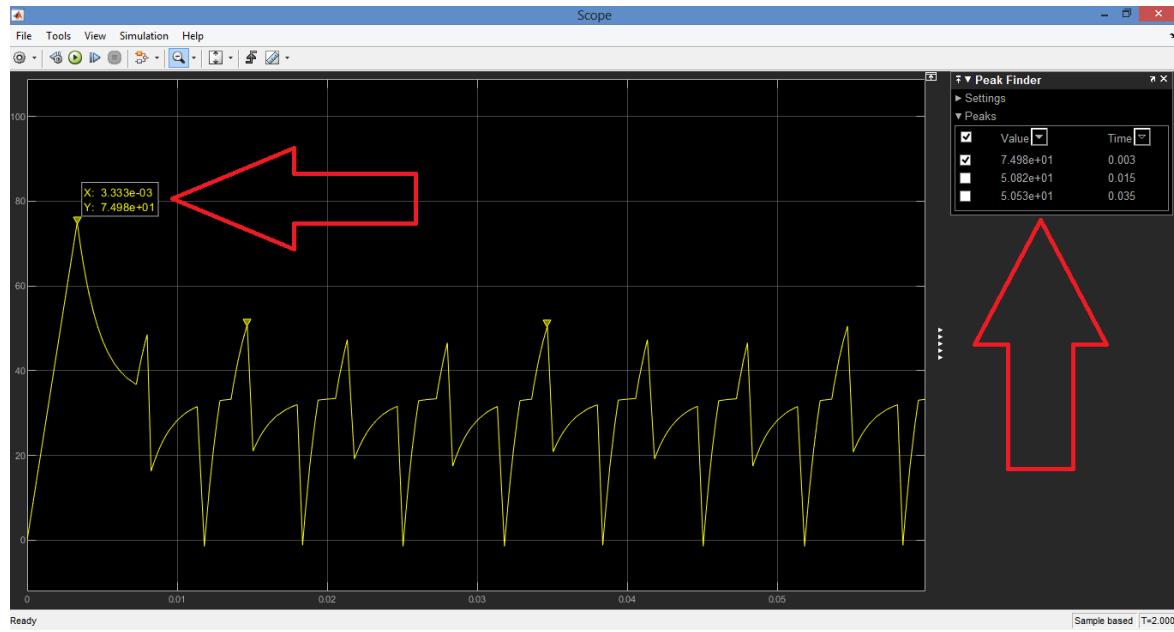


شكل موج جریان بار:



۸

پیک جریان بار: (باتوجه به تصویر زیر، پیک جریان برابر با 74.98 آمپر است)

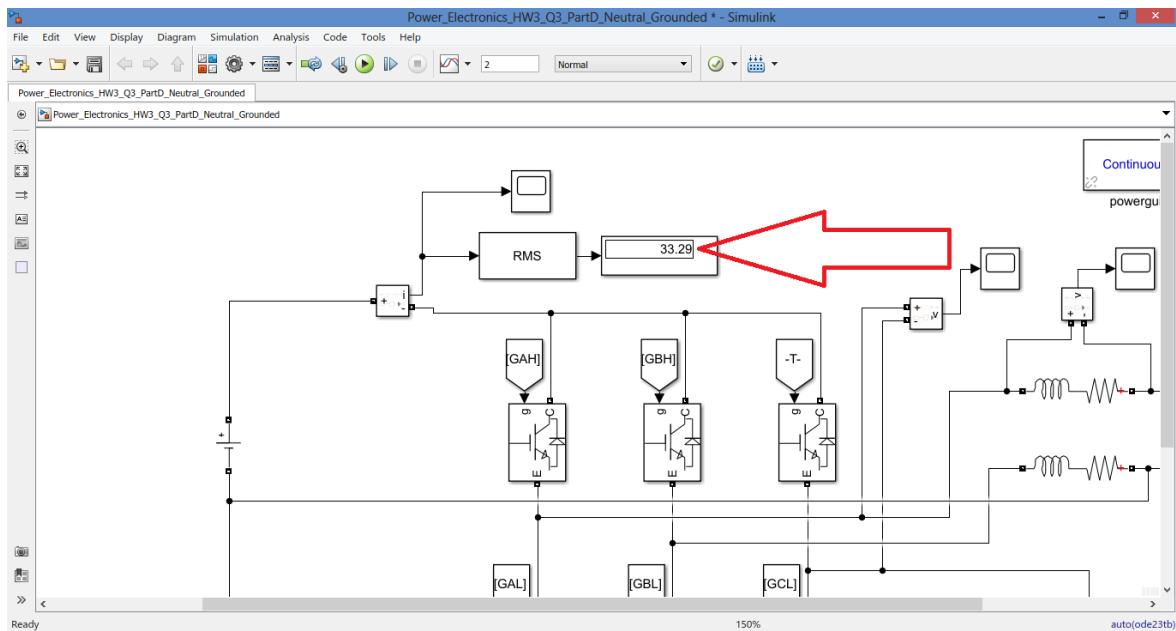


در این حالت مقدار پیک جریان بار نسبت به حالت نوترال شناور، افزایش یافته

است (در این حالت مقدار پیک جریان بار برابر با 74.98 است در حالی که

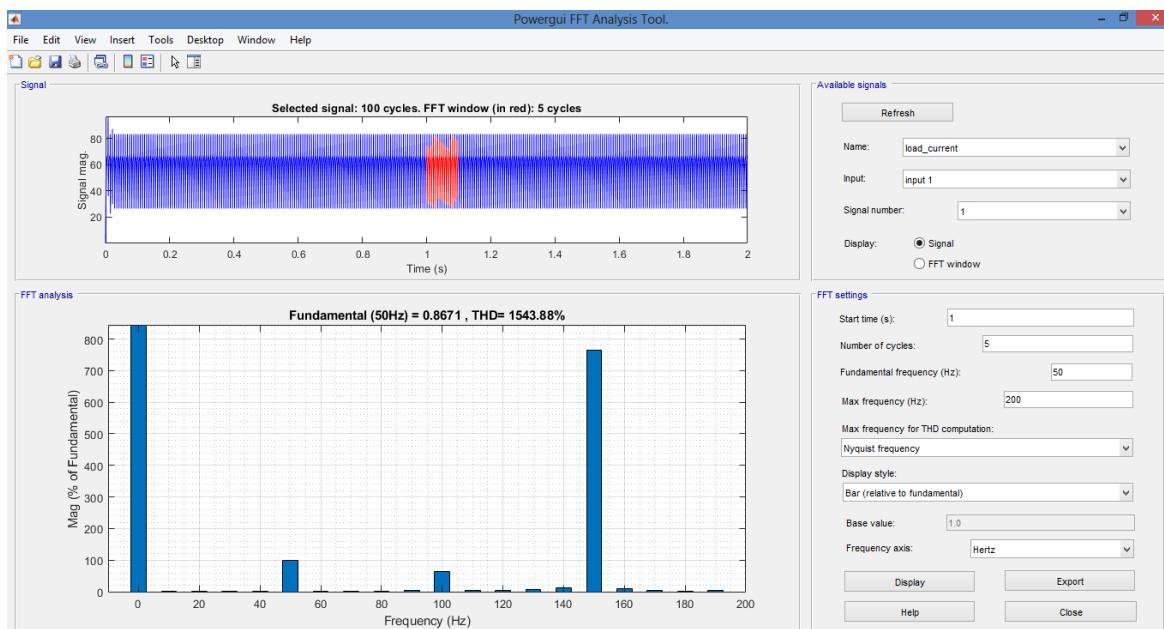
در حالت نوترال شناور، مقدار موثر جریان بار برابر با 38.18 است)

مقدار موثر جریان بار:



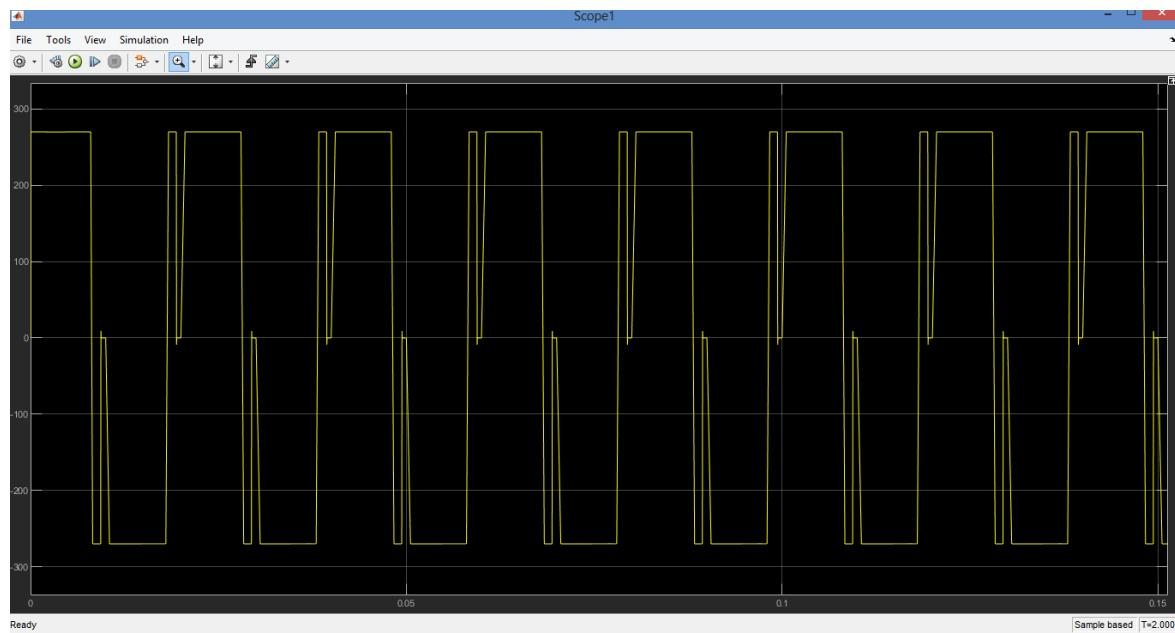
در این حالت مقدار موثر جریان بار نسبت به حالت نوترال شناور، کمی افزایش یافته است (در این حالت مقدار موثر جریان بار برابر با 33.29 است در حالی که در حالت نوترال شناور، مقدار موثر جریان بار برابر با 30.69 است)

طیف هارمونیکی جریان بار:



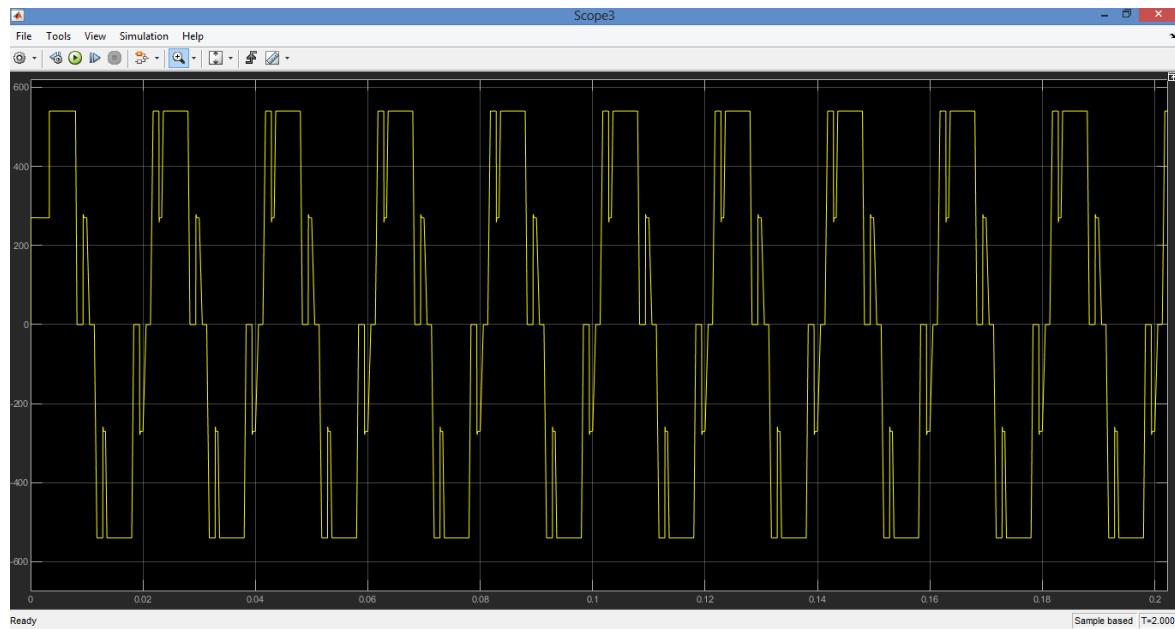
در این حالت، در طیف هارمونیکی جریان بار، نسبت به حالت نوترال شناور، دامنه فرکانس های حاشیه ای کم شده و بر دامنه فرکانس های اصلی(مضارب فرد ۵۰ هرتز) افزوده شده است.

ولتاژ فاز اینورتر:



در این حالت ولتاژ فاز اینورتر، ۳ سطحی است، در حالی که ولتاژ فاز اینورتر در حالت نوترال شناور، ۷ سطحی است.

ولتاژ خط به خط بار:



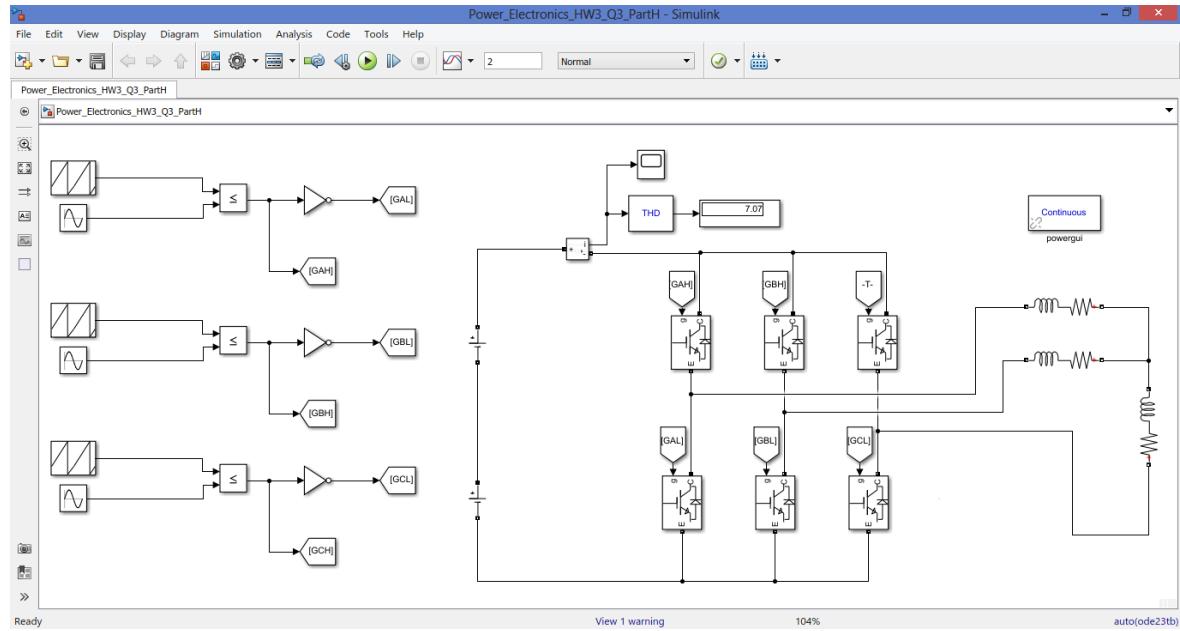
در این حالت ولتاژ خط به خط، در ابتدا $540/2 = 270$ ولت است، در حالی که
ولتاژ خط به خط در حالت نوترال شناور، در ابتدا 0 ولت است.

ولتاژ نوترال:

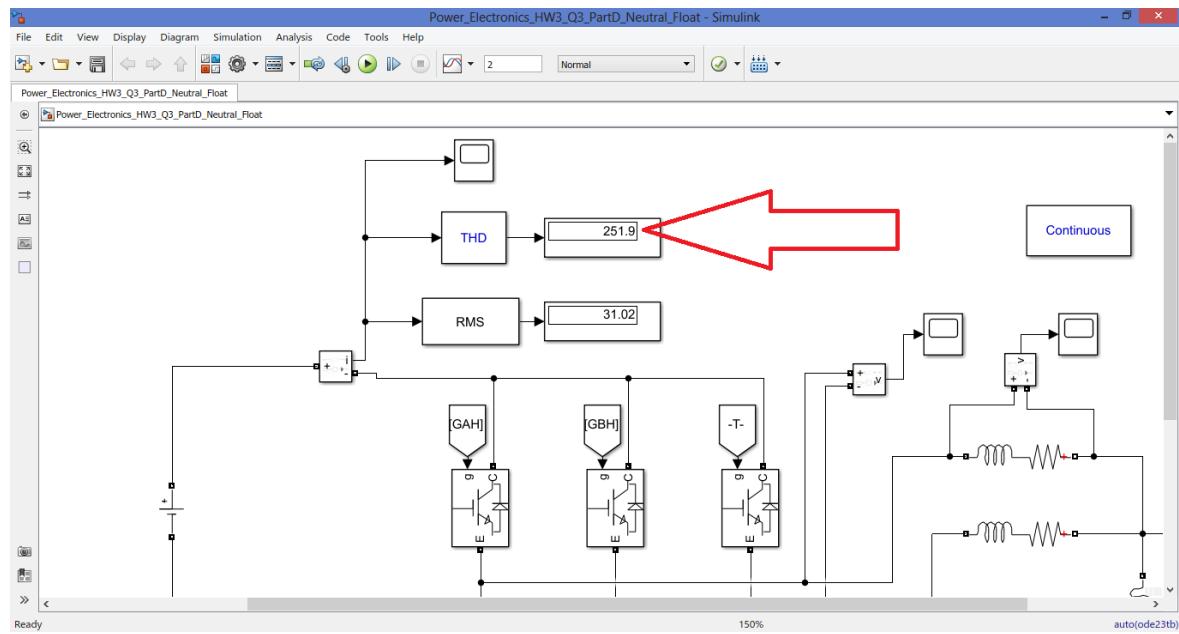


در این حالت ولتاژ نوترال ثابت و برابر با $540/2 = 270$ ولت است، در حالی که در حالت نوترال شناور، ولتاژ نوترال ثابت نبوده و چند سطحی می باشد.

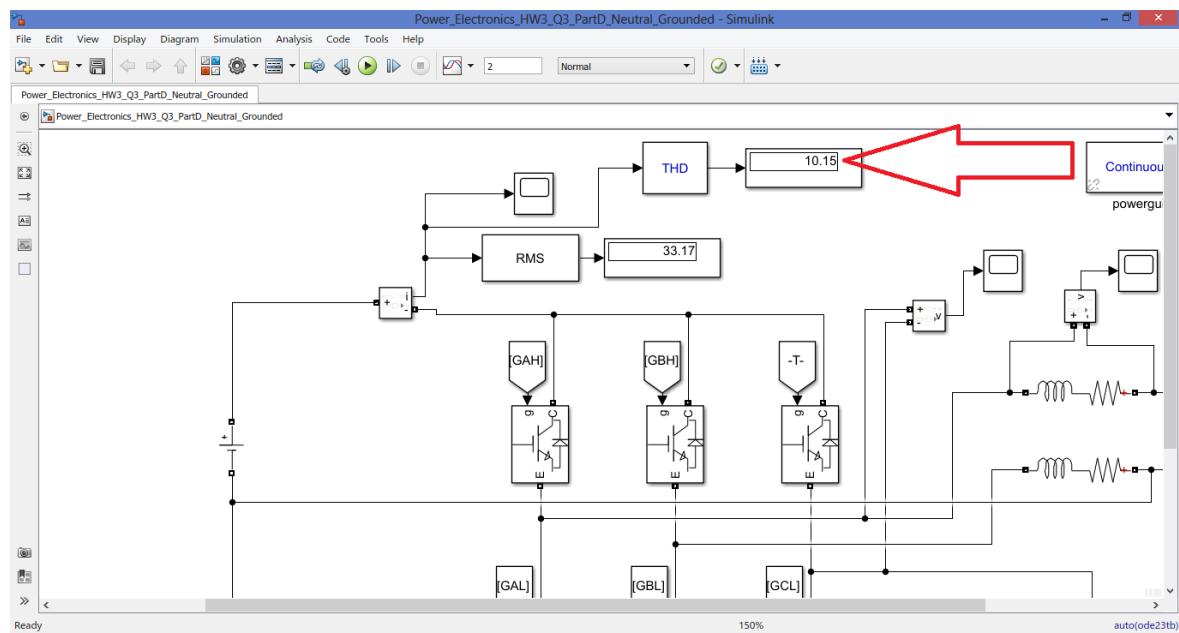
پیاده سازی مدولاسیون SPWM



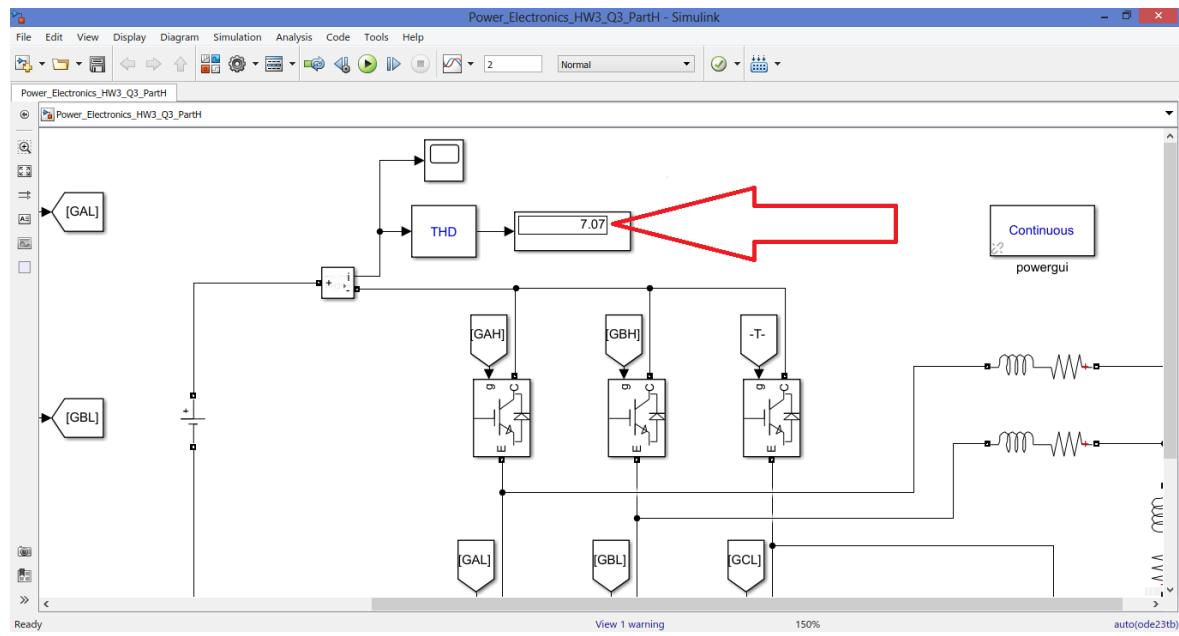
THD در اینورتر بخش د: (نوترال شناور)



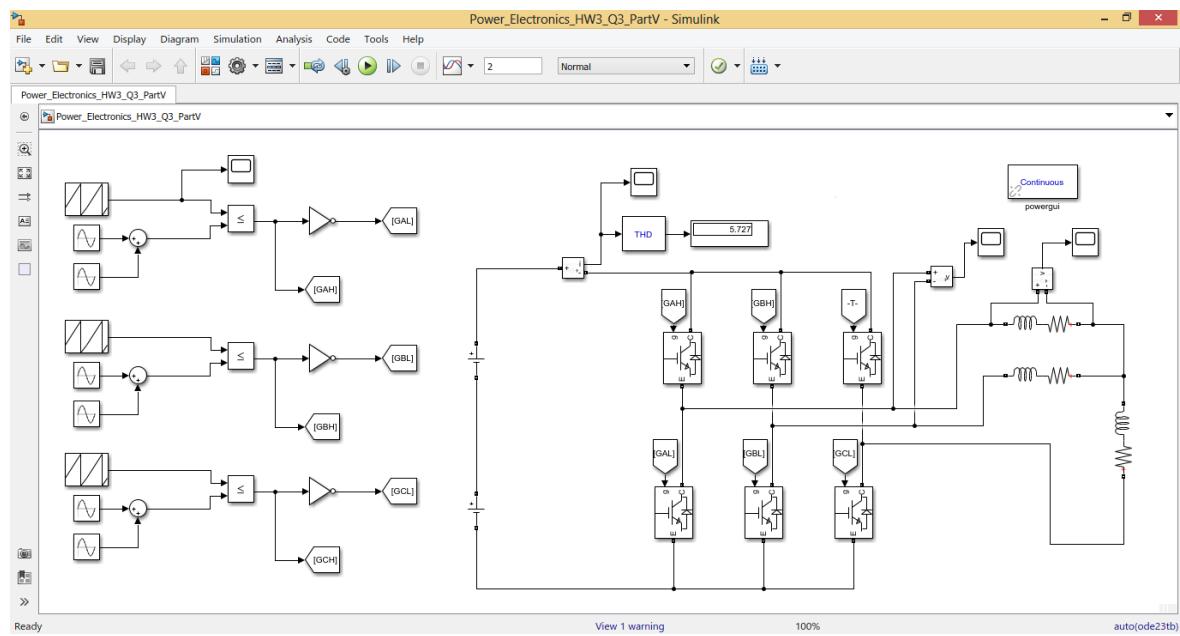
THD در اینورتر بخش د: (اتصال نقطه بار به نقطه صفر)



بخش ۵: THD

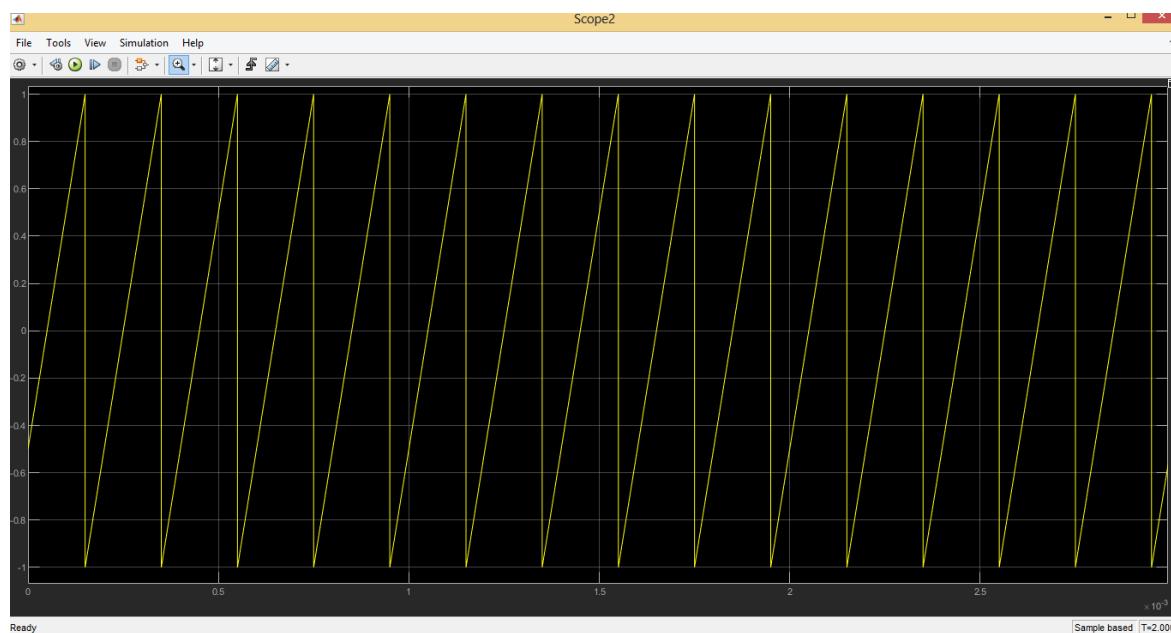


در این حالت، میزان THD نسبت به اینورتر های طراحی شده در بخش ۵ کاهش یافته است.

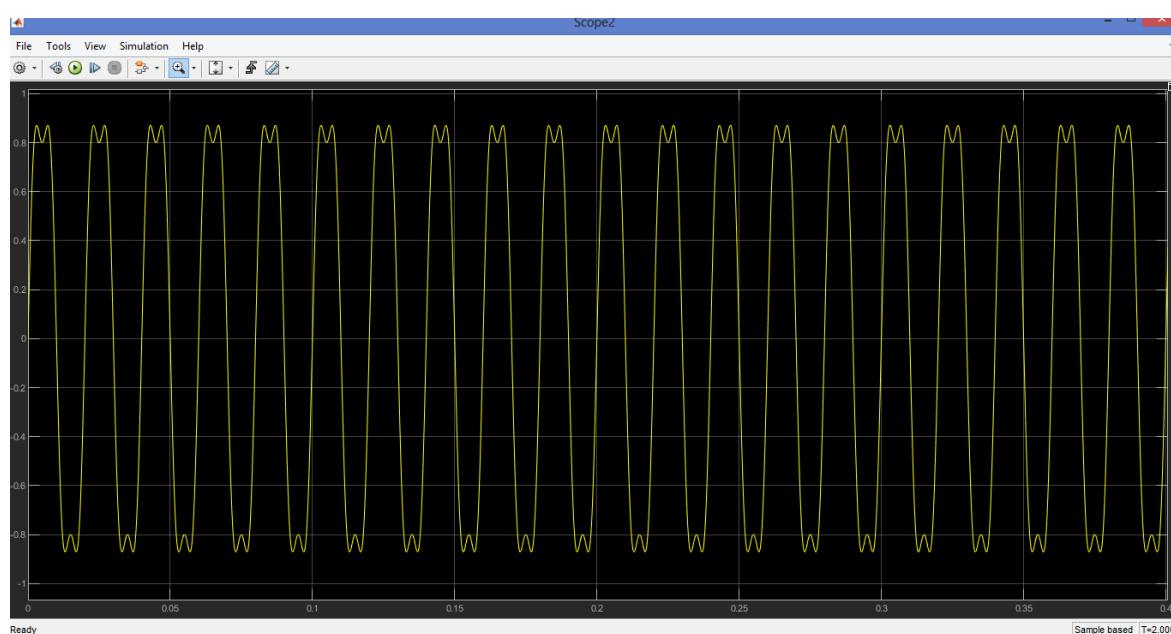


شكل موج مرجع:

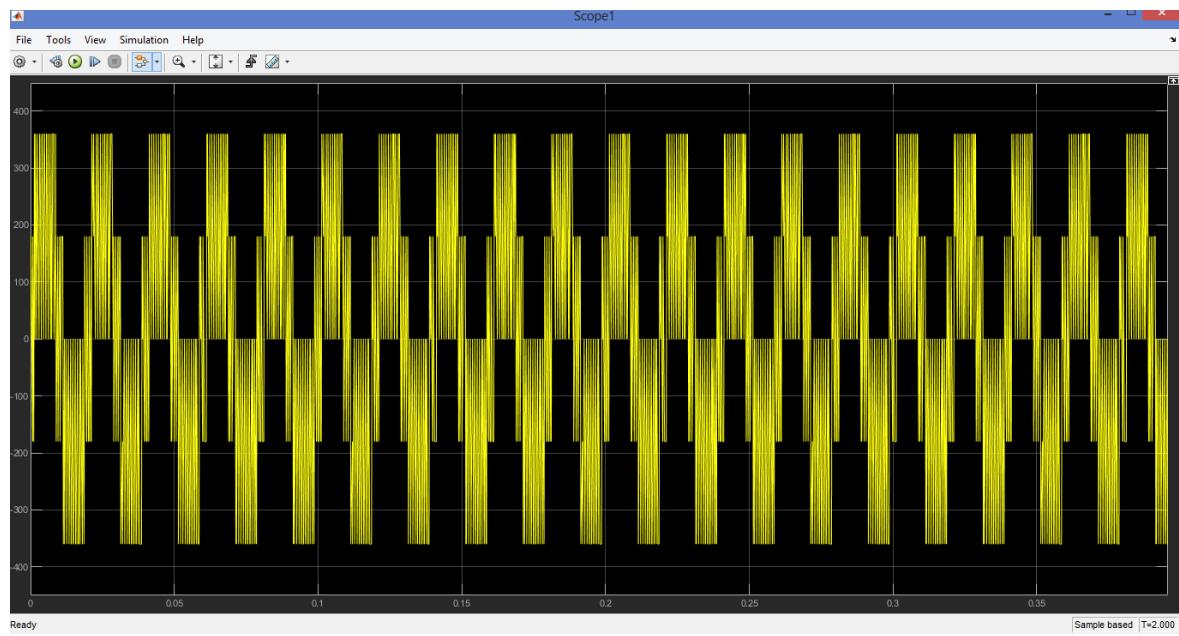
:carrier ولتاژ



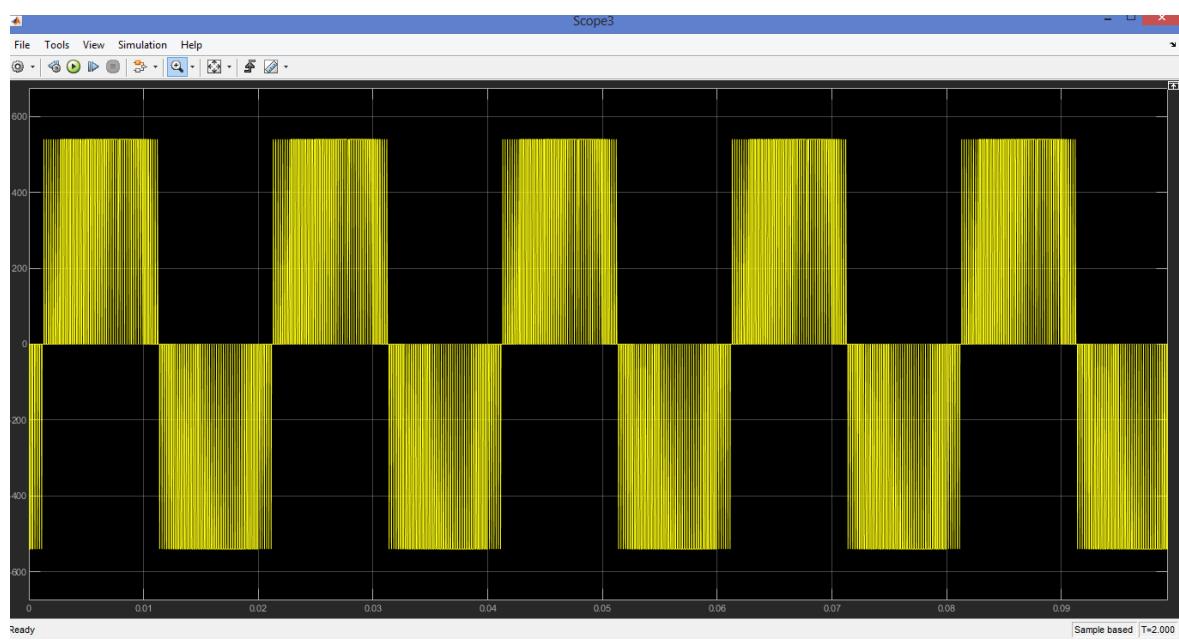
:modulation ولتاژ



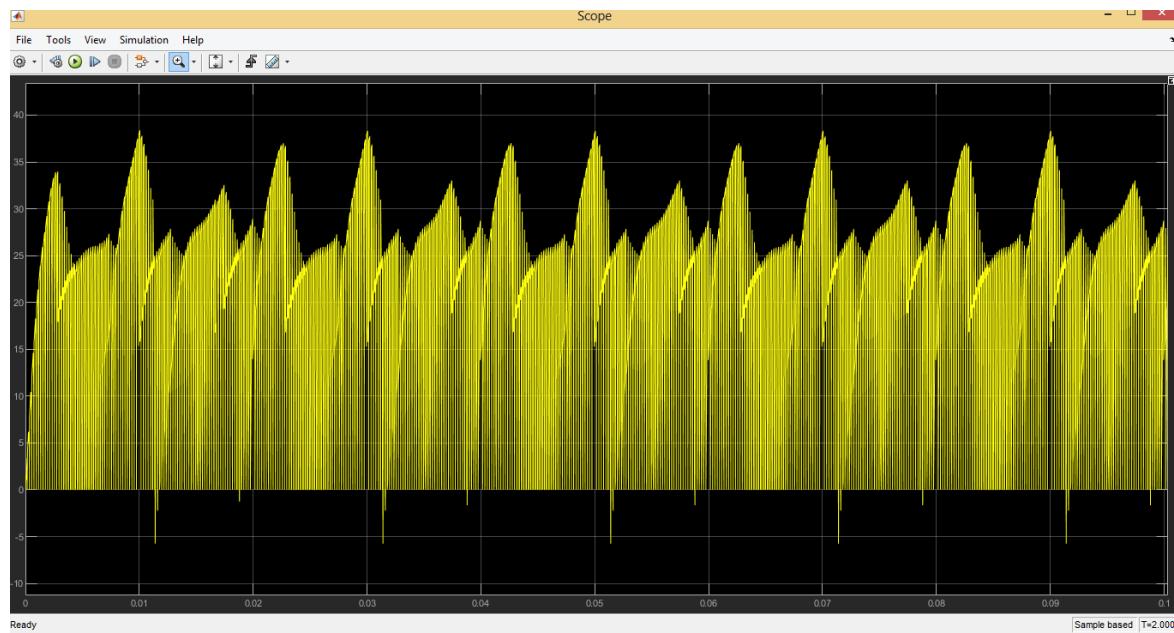
ولتاژ فاز اینورتر:



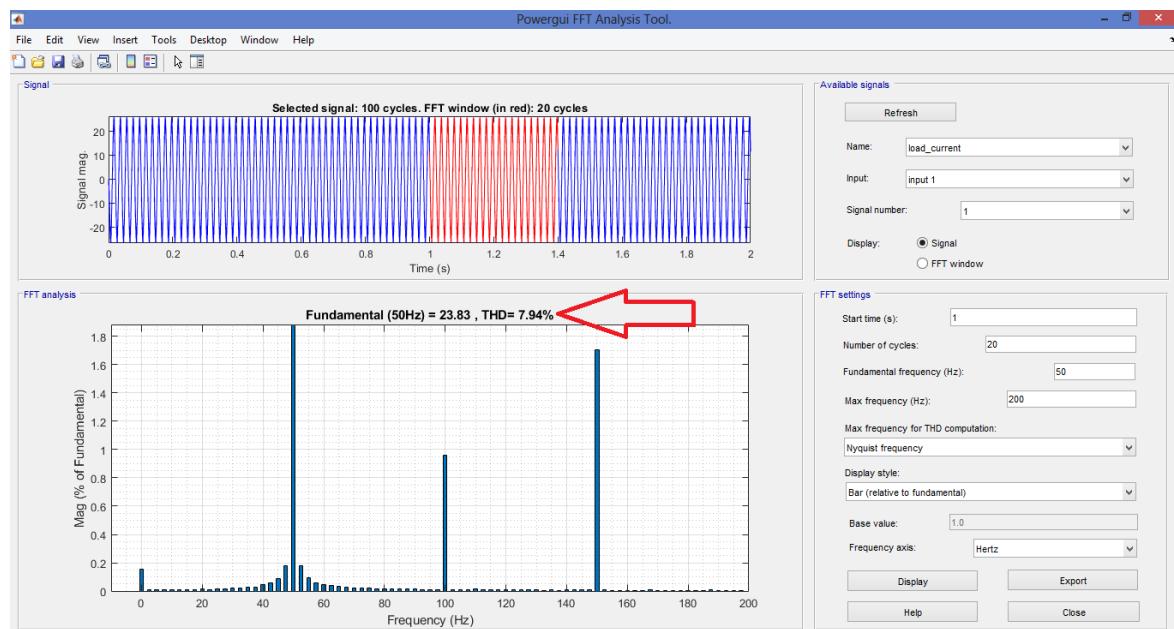
ولتاژ خط اینورتر:



شكل موج جریان بار:

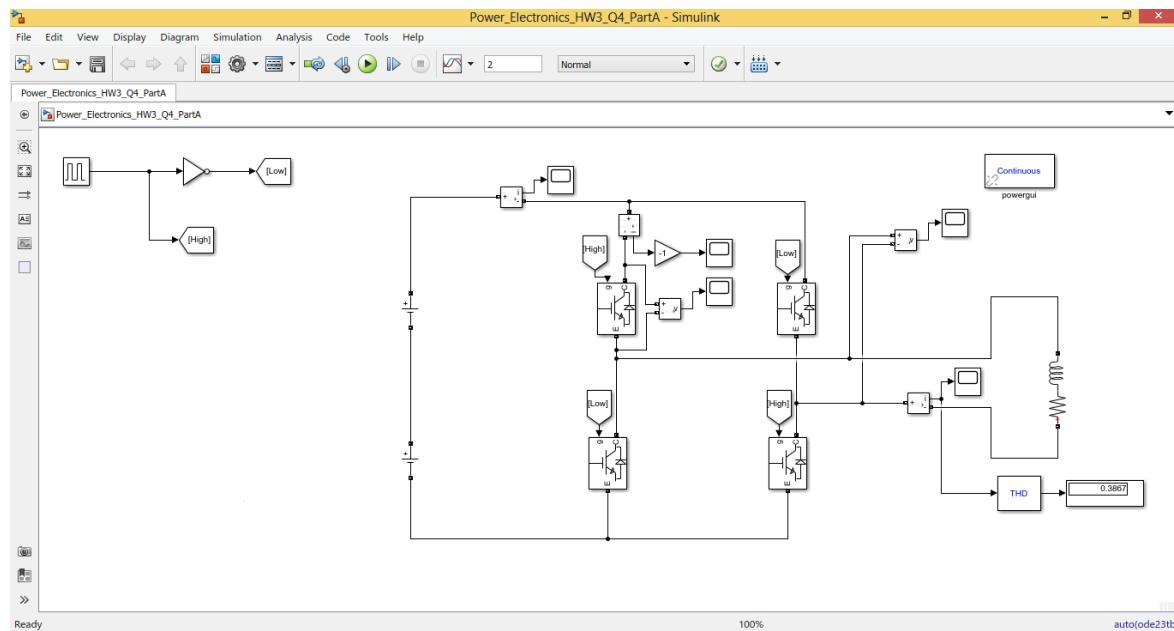


طیف هارمونیکی و THD جریان بار:

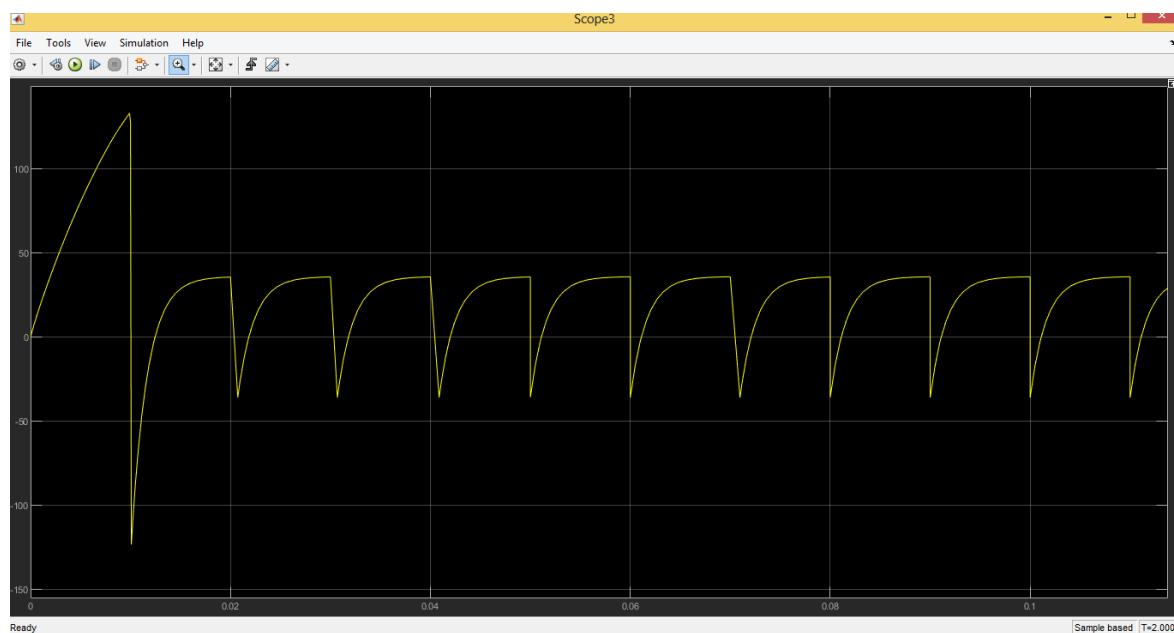


سؤال ٤

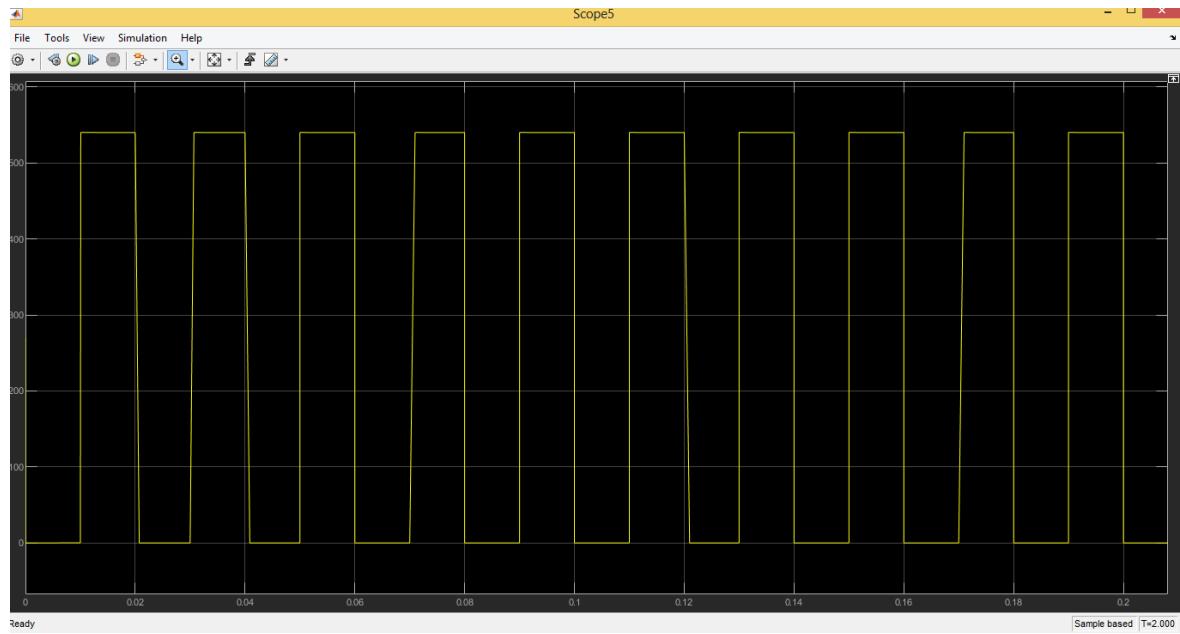
الف:



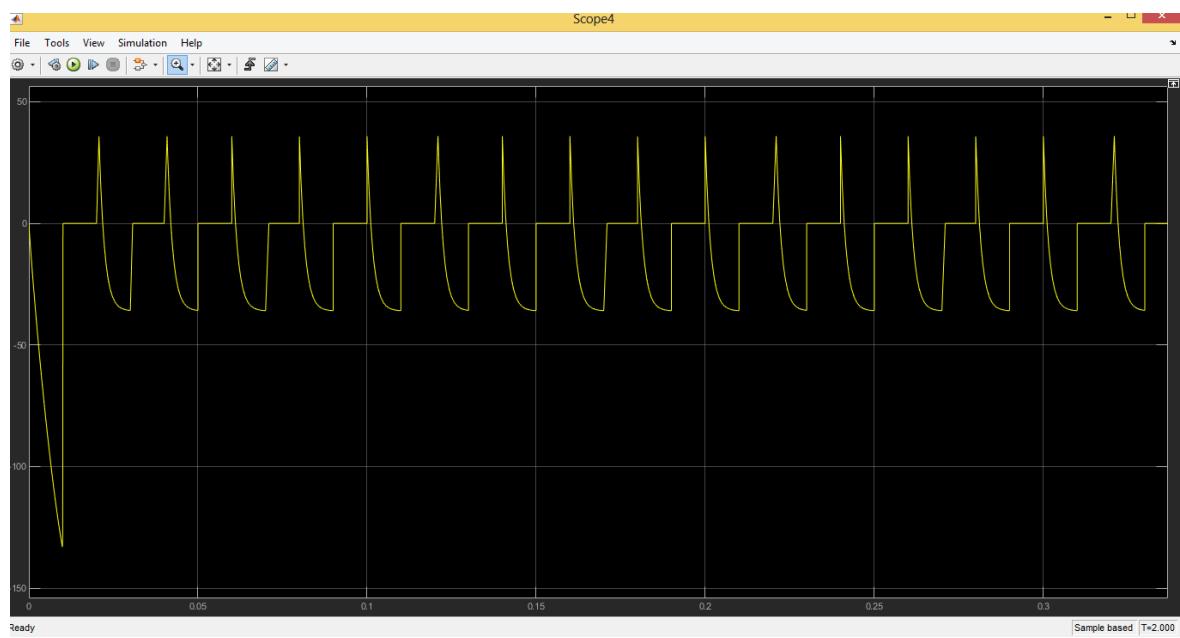
شكل موج جريان منبع:



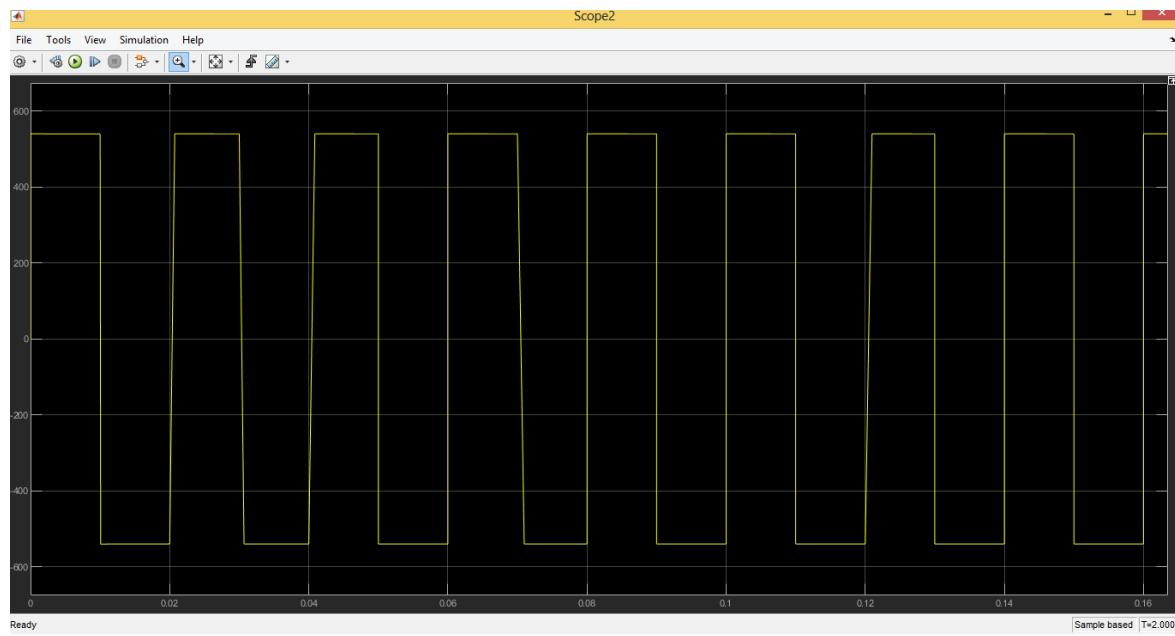
: Q_1 ولتاژ



: Q_1 جریان



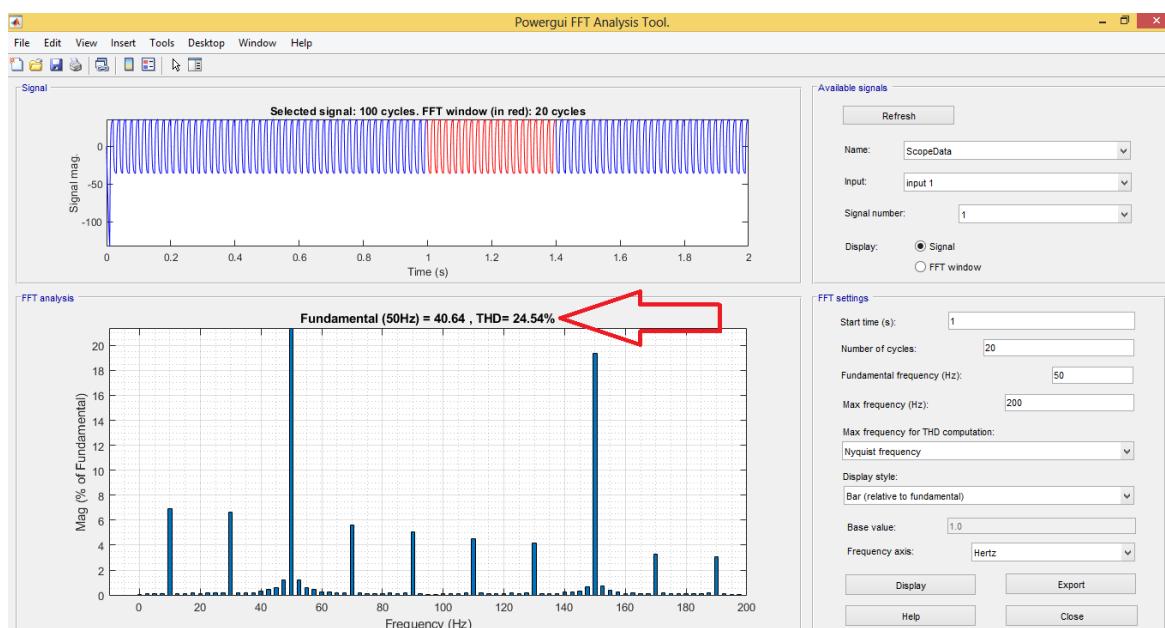
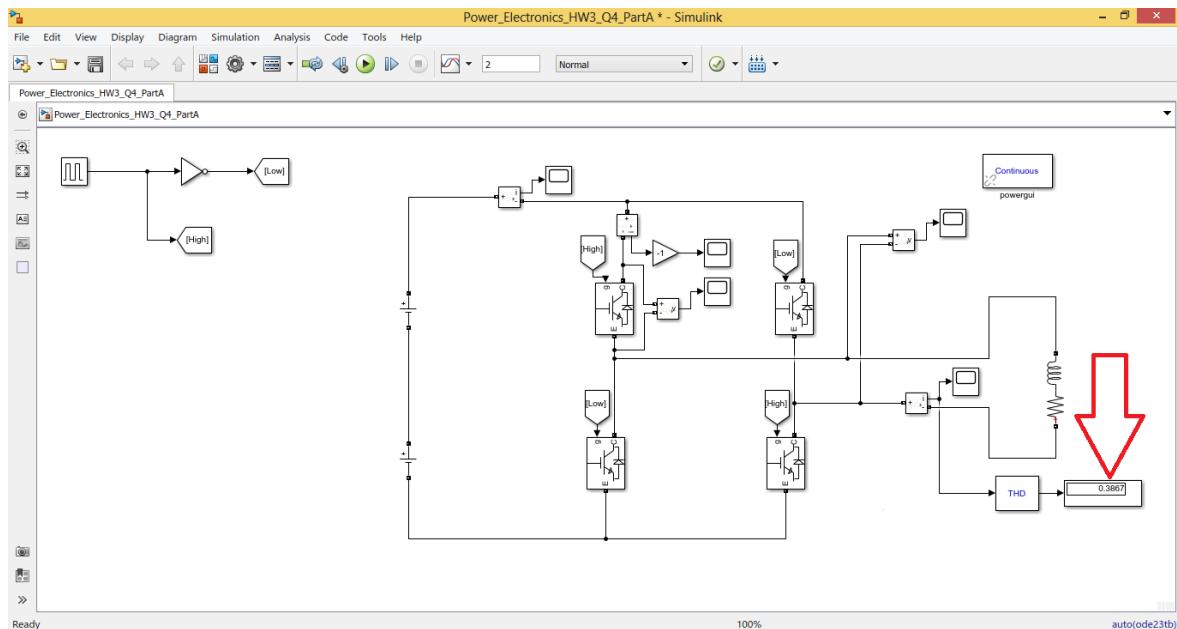
ولتاژ بار:



حریان بار:

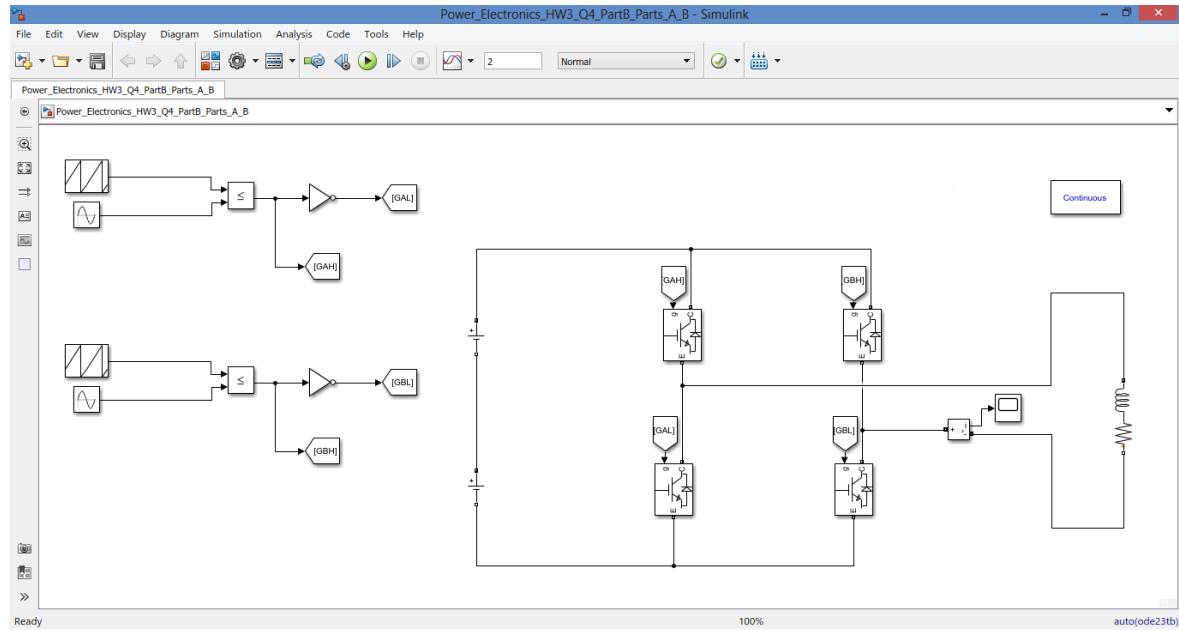


بار جریان THD

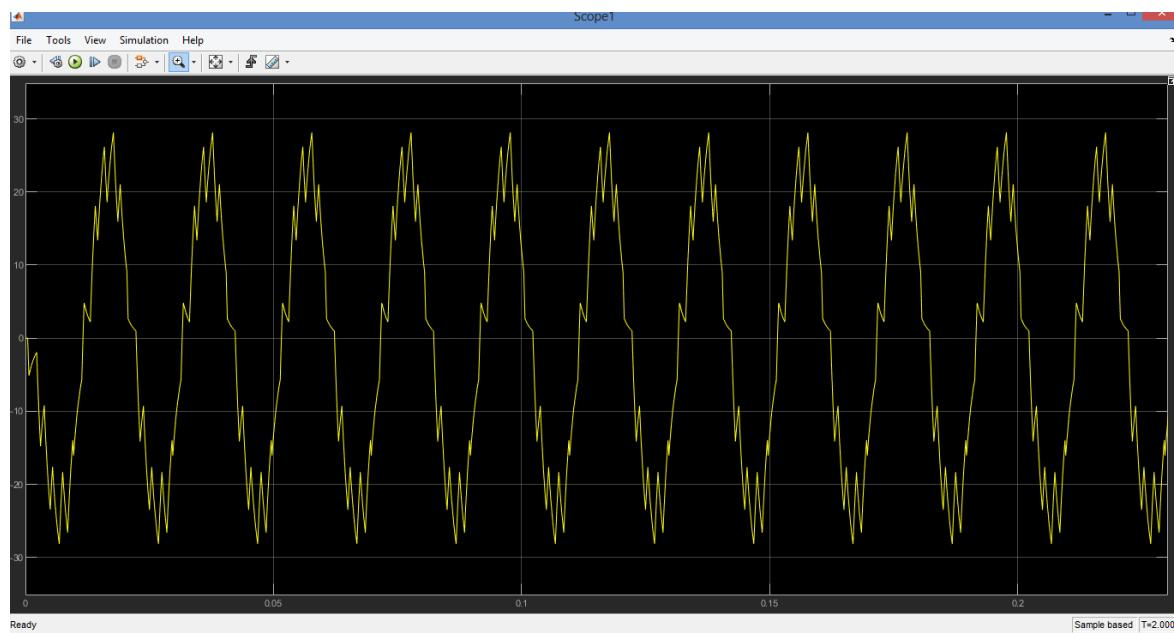


:ب

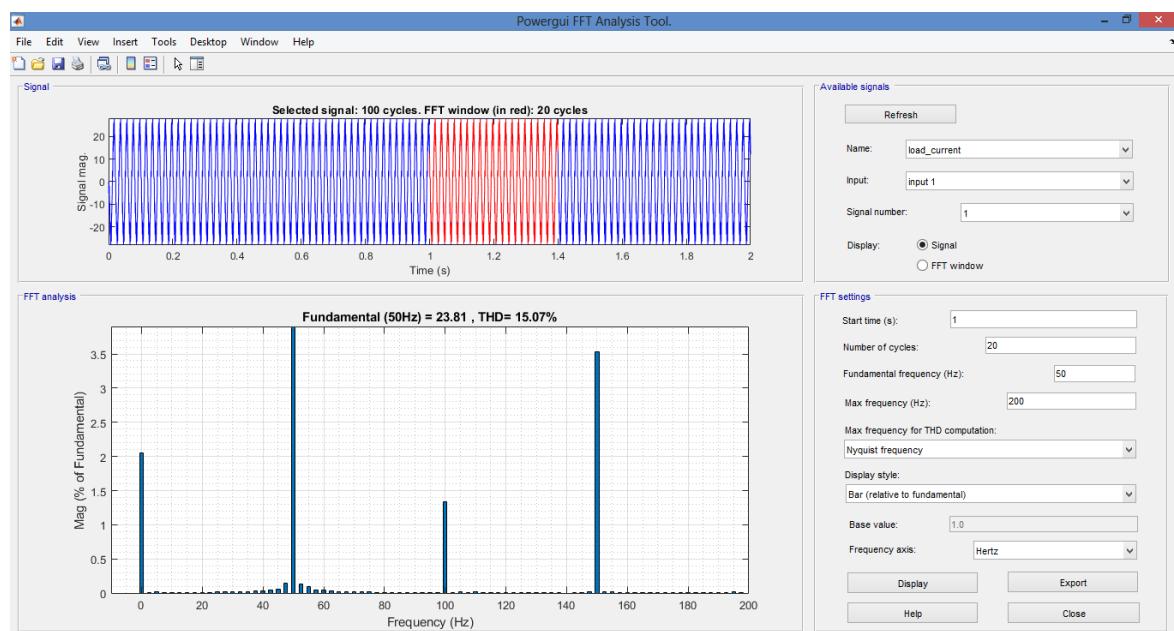
بخش های a و b:



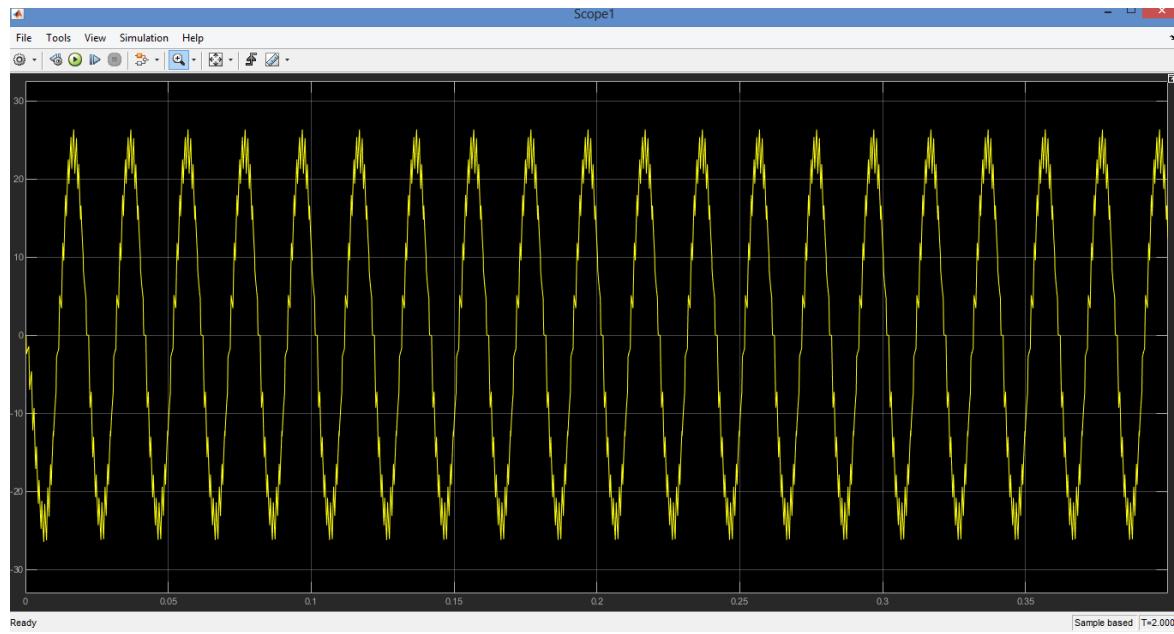
جريان بار در حالت a:



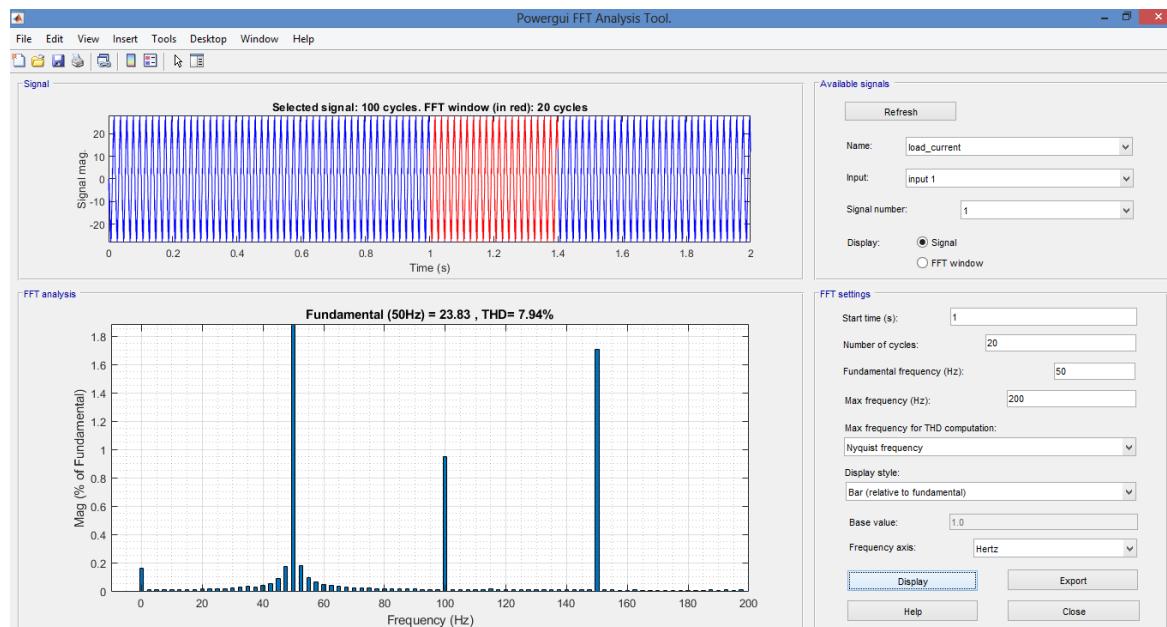
طیف هارمونیکی بار در حالت a:



جريان بار در حالت b:

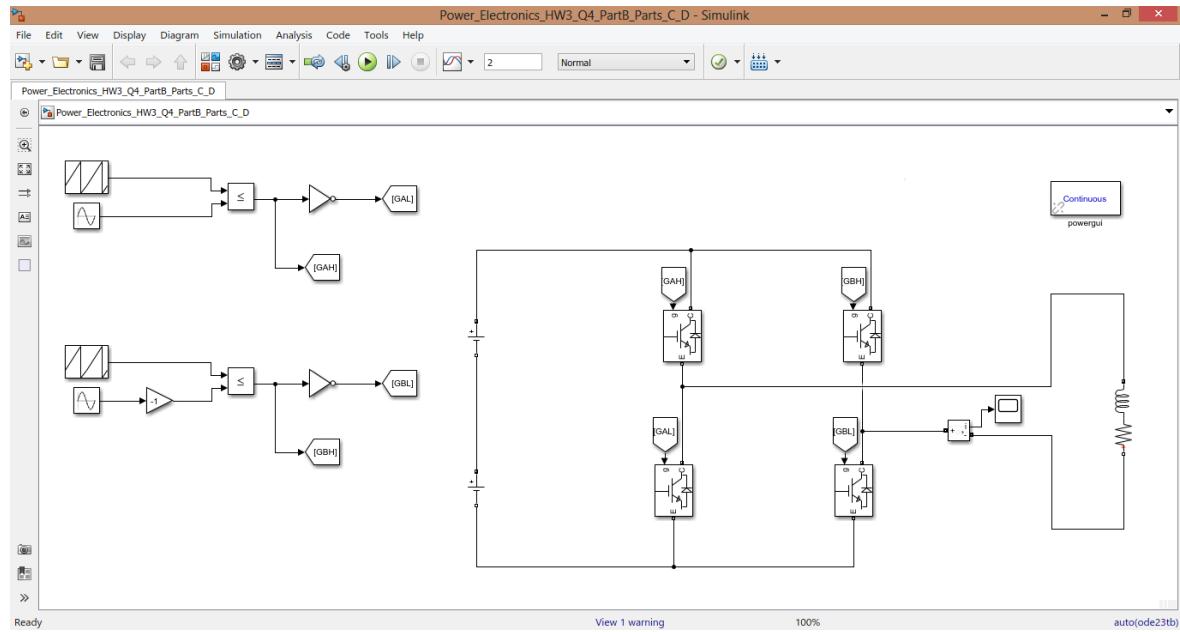


طیف هارمونیکی بار در حالت b:

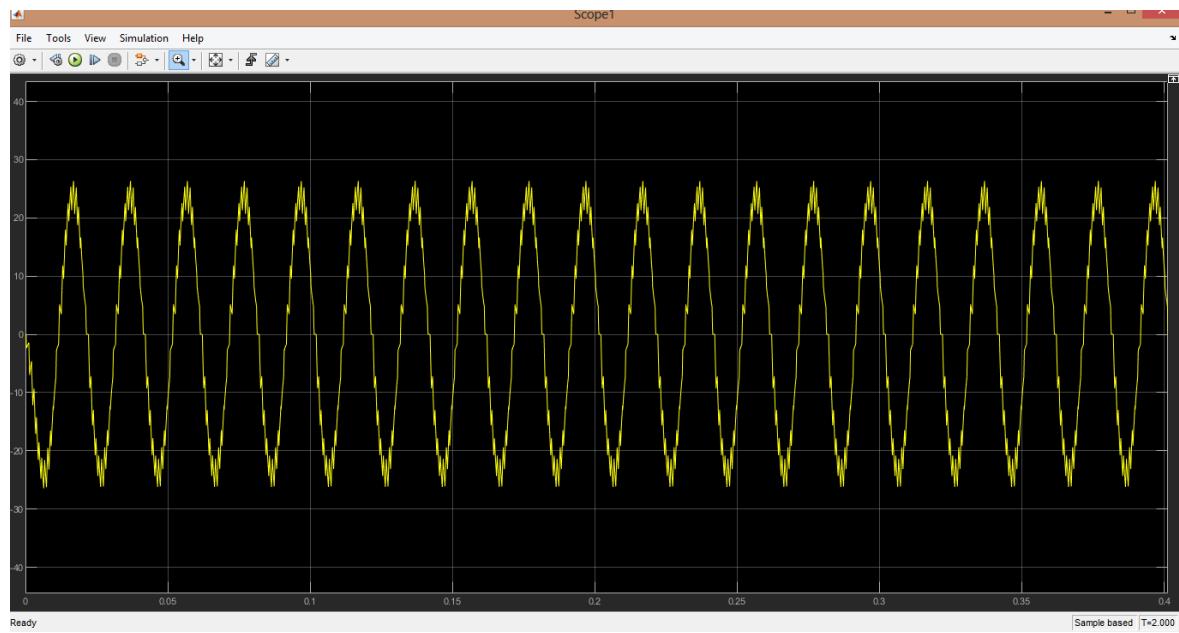


همان طور که مشاهده می کنید با افزایش m_f ، دامنه فرکانس های حاشیه ای و غیر اصلی کم شده و بر دامنه فرکانس اصلی (۵۰ هرتز) افزوده شده است. در نتیجه THD نیز کاهش یافته است.

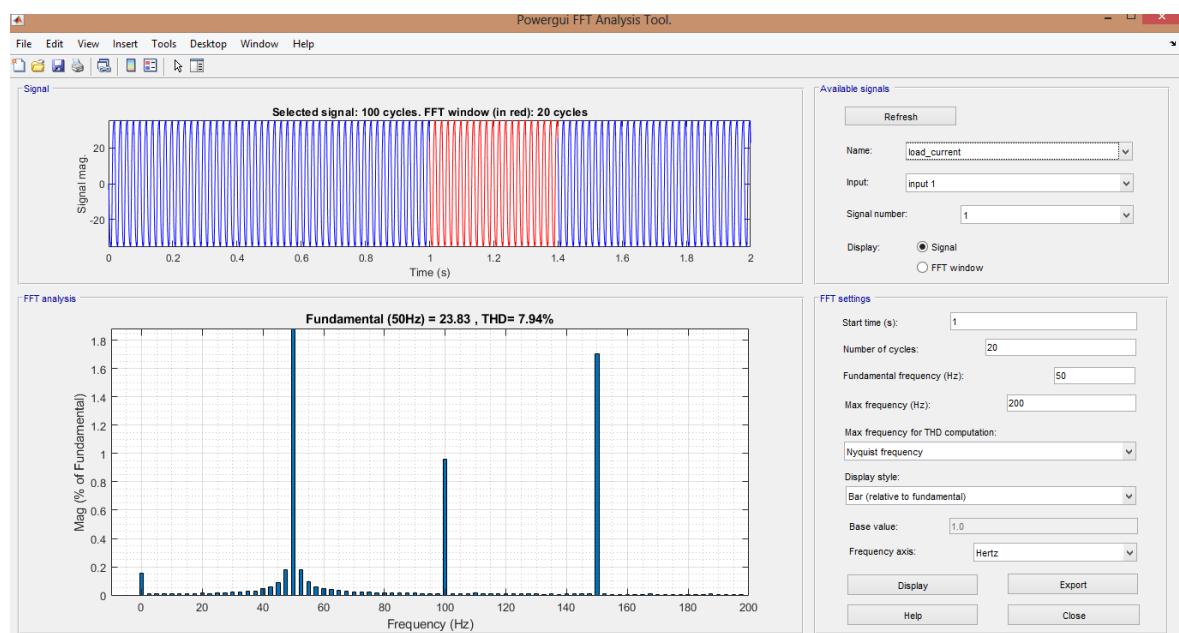
بخش های c و d:



جريان بار در حالت C:



طیف هارمونیکی بار در حالت C:

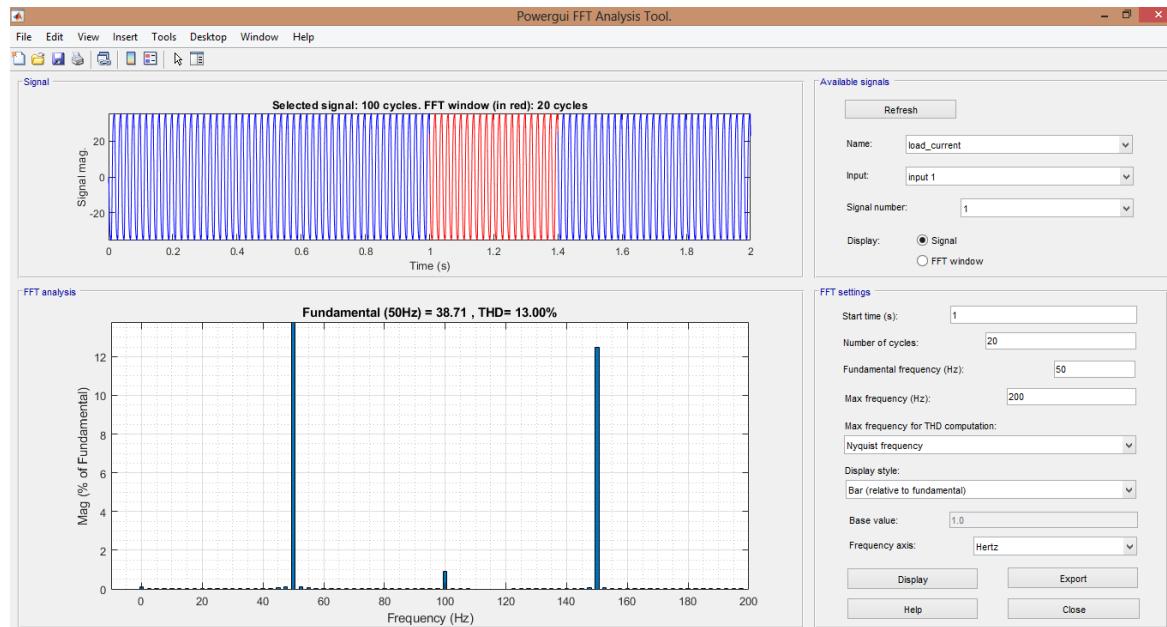


با تک قطبی شدن مدولاسیون، فرکانس موثر کلید زنی و ولتاژ خروجی نسبت به مدولاسیون دو قطبی، دو برابر شده است.

جريان بار در حالت d:



طیف هارمونیکی بار در حالت d:

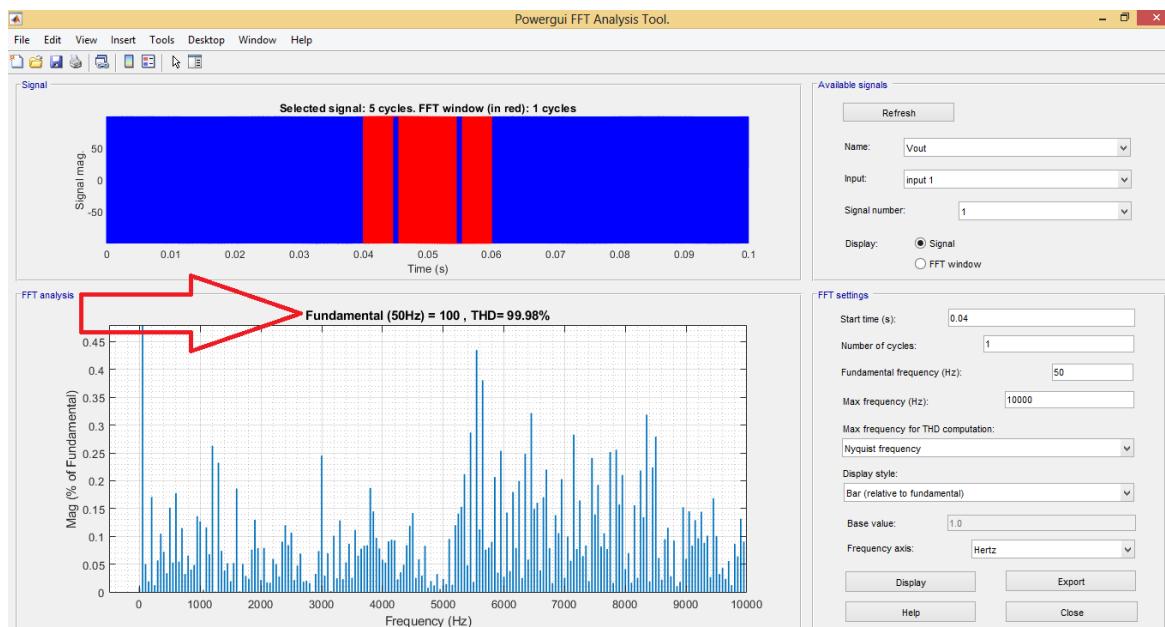


با وارد شدن به ناحیه فرا مدولاسیون، دامنه جریان و ولتاژ خروجی افزایش یافته و دامنه فرکانس های حاشیه ای و غیر اصلی کم شده و بر دامنه فرکانس های اصلی(مضارب فرد ۵۰ هرتز) افزوده شده است.

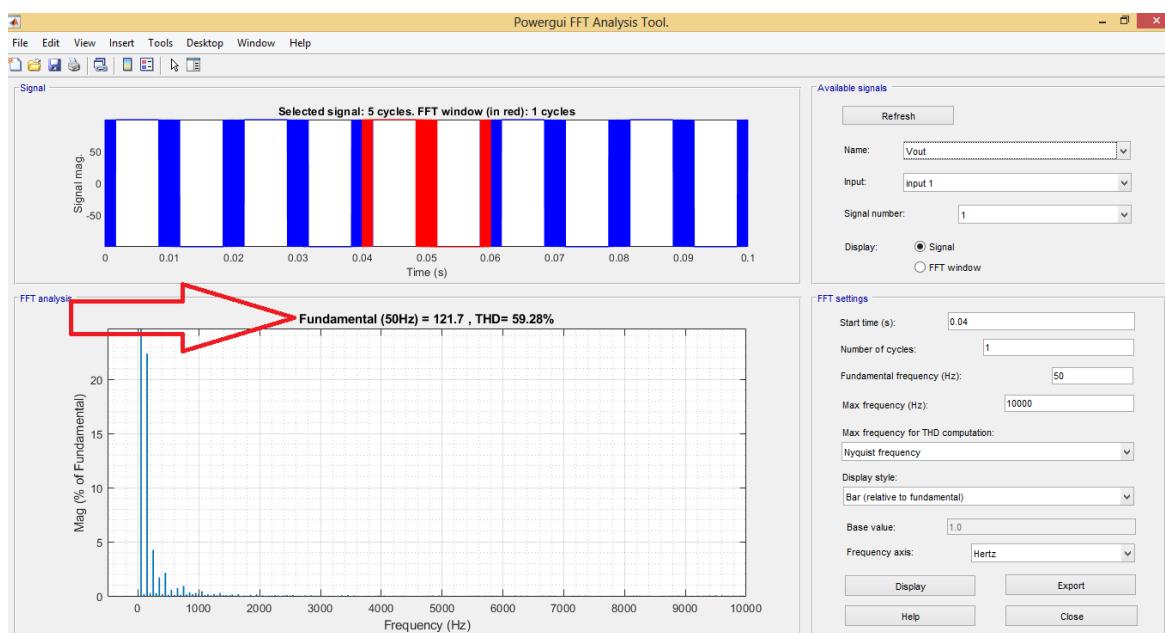
سوال ۵

شاخص فرکانس $m_f = 50$

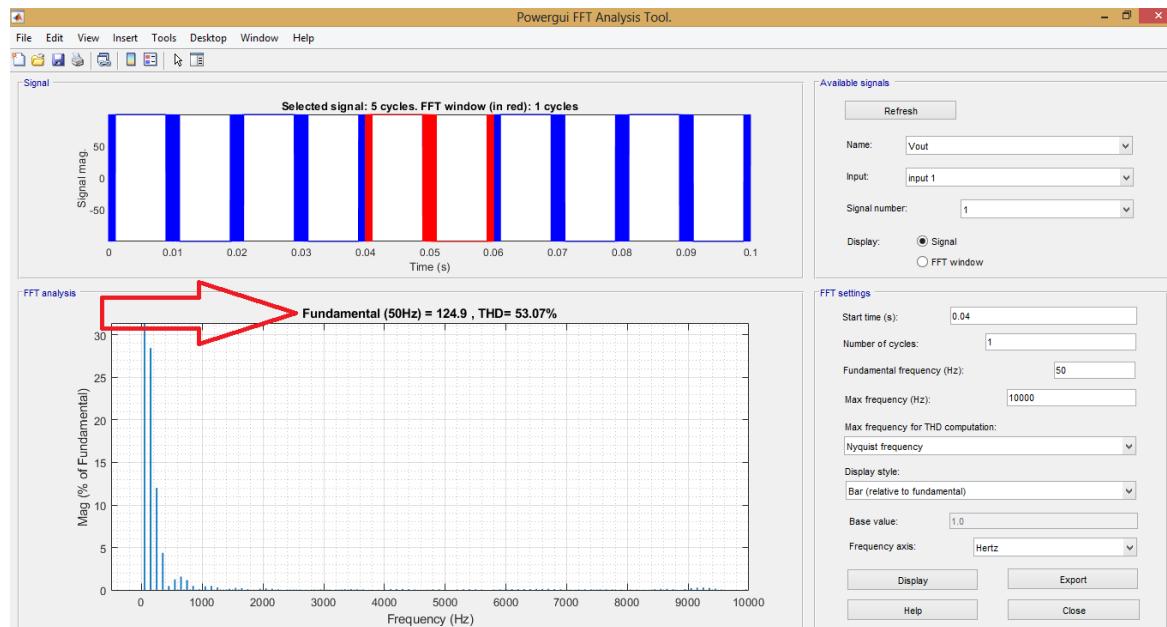
($m_a = 1$: دامنه هارمونیک اصلی:)



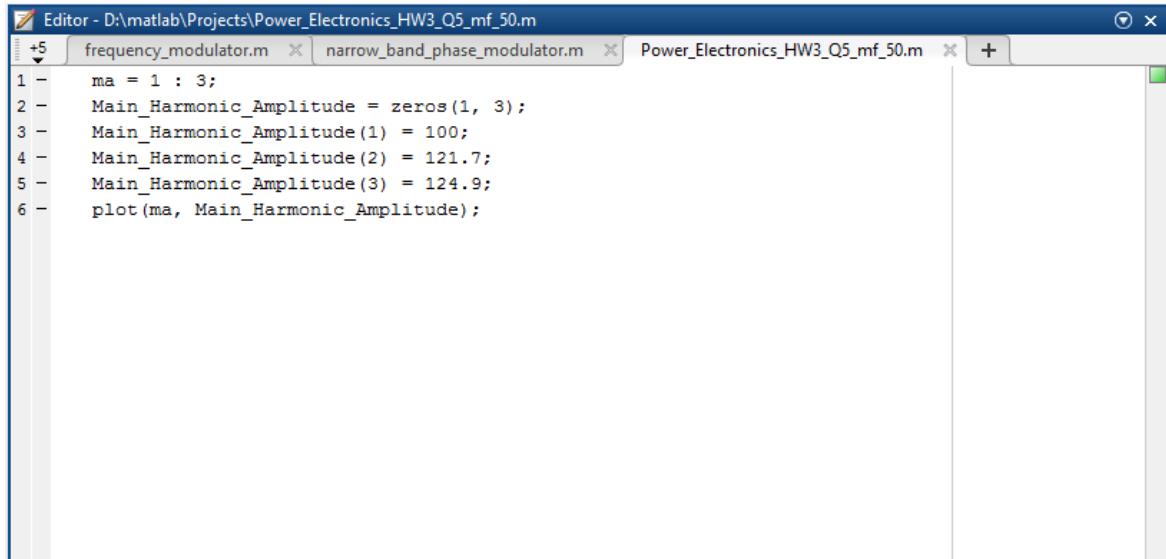
($m_a = 2$: دامنه هارمونیک اصلی:)



دامنه هارمونیک اصلی: ($m_a = 3$)



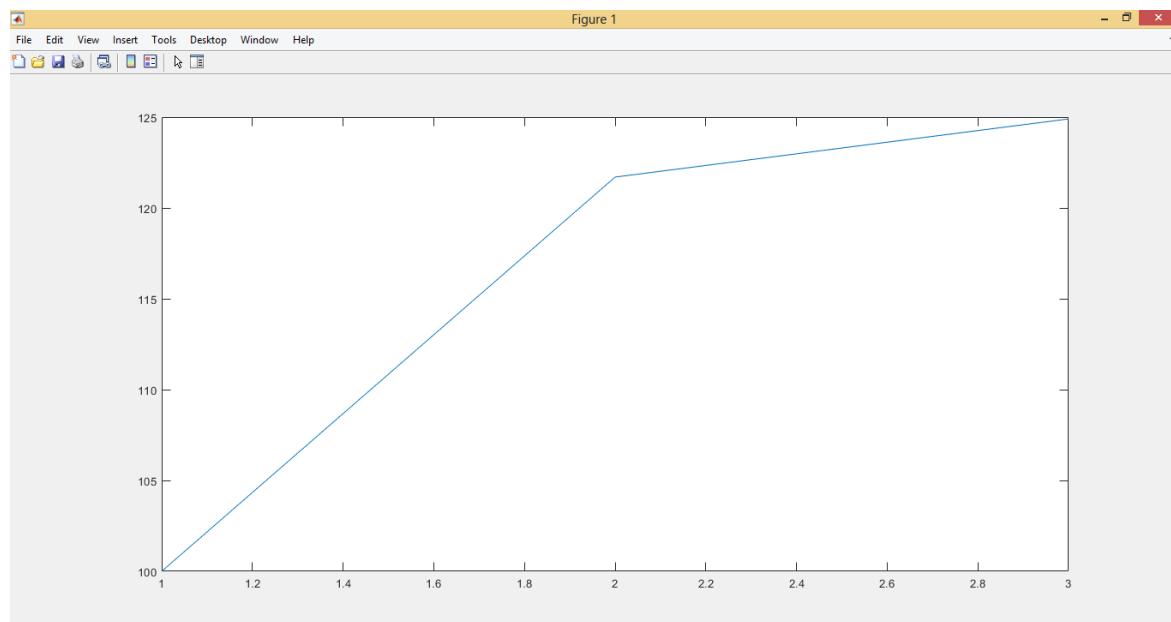
باتوجه به مقادیر هارمونیک اصلی که به ازای $m_a = 3$ تا $m_a = 1$ بدست آوردهیم، با استفاده از کد زیر، منحنی دامنه هارمونیک اصلی بر حسب اندیس مدولاسیون به ازای $m_a = 3$ تا $m_a = 1$ را رسم می کنیم:



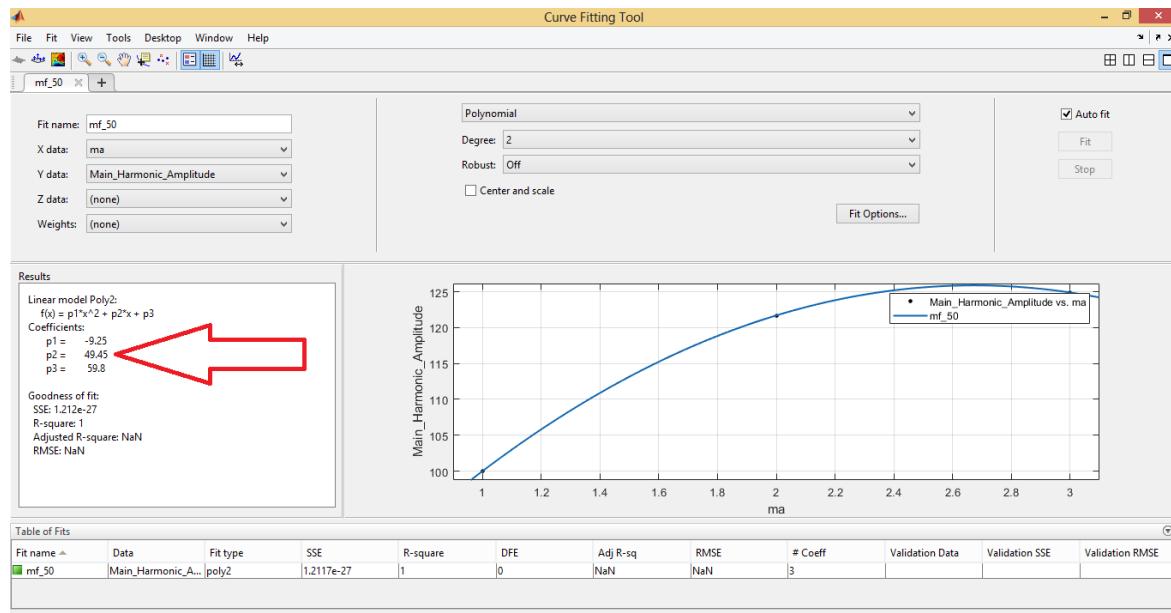
```

Editor - D:\matlab\Projects\Power_Electronics_HW3_Q5_mf_50.m
frequency_modulator.m narrow_band_phase_modulator.m Power_Electronics_HW3_Q5_mf_50.m + 
1 - ma = 1 : 3;
2 - Main_Harmonic_Amplitude = zeros(1, 3);
3 - Main_Harmonic_Amplitude(1) = 100;
4 - Main_Harmonic_Amplitude(2) = 121.7;
5 - Main_Harmonic_Amplitude(3) = 124.9;
6 - plot(ma, Main_Harmonic_Amplitude);

```

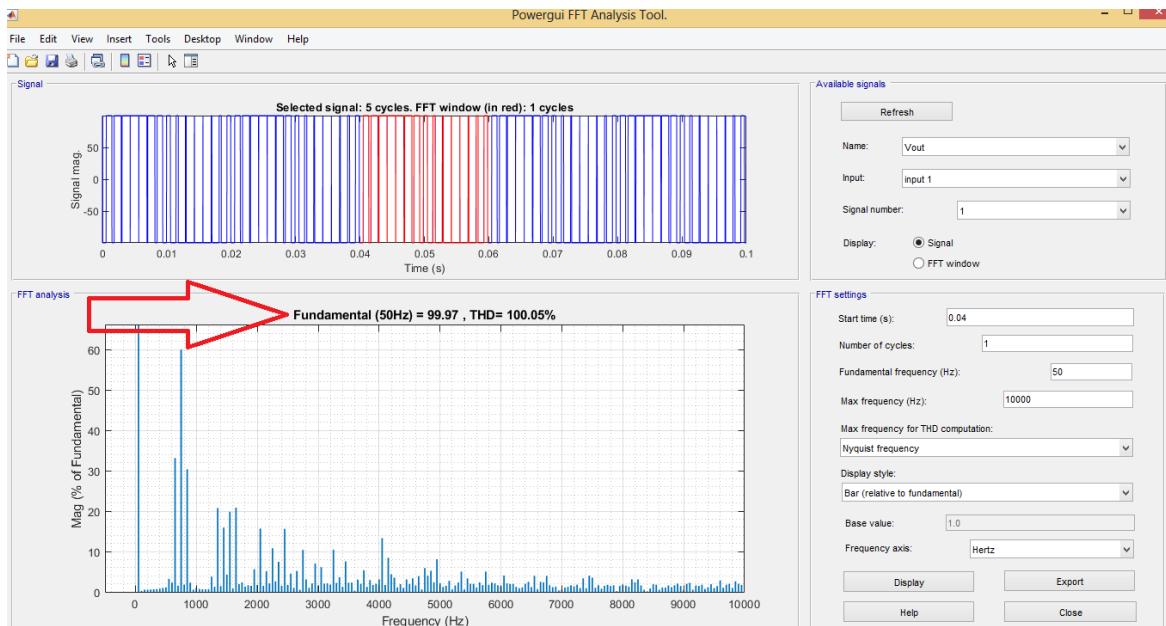


تخمین منحنی فوق با استفاده از Curve Fitting مطلب:

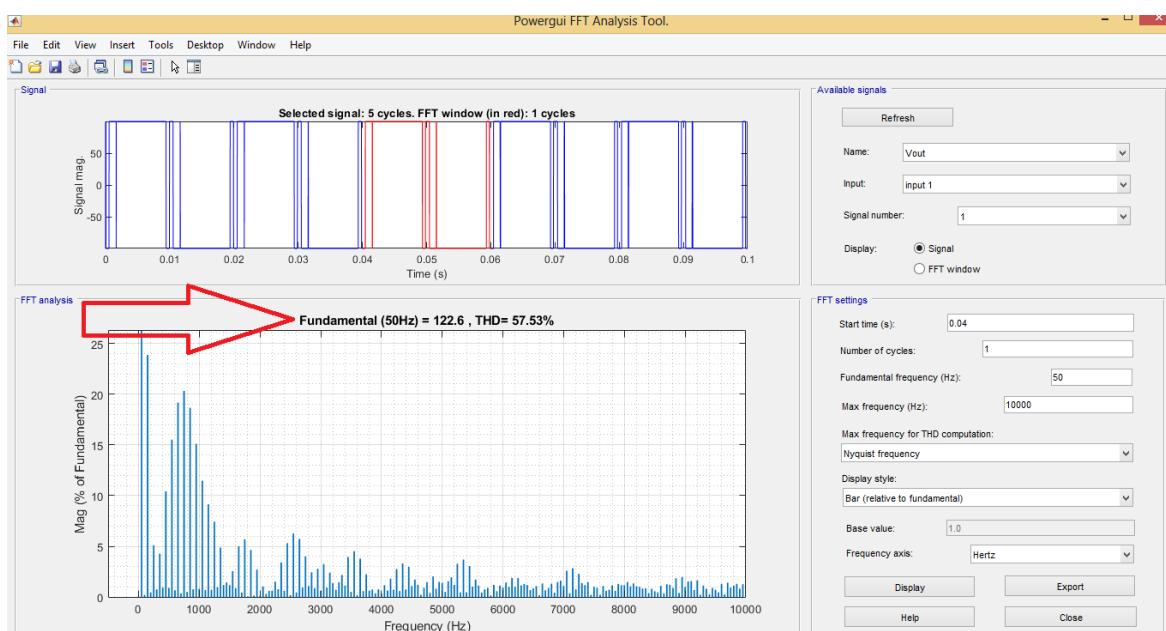


شاخص فرکانس $m_f = 15$

($m_a = 1$ دامنه هارمونیک اصلی:)



($m_a = 2$ دامنه هارمونیک اصلی:)



دامنه هارمونیک اصلی: ($m_a = 3$)

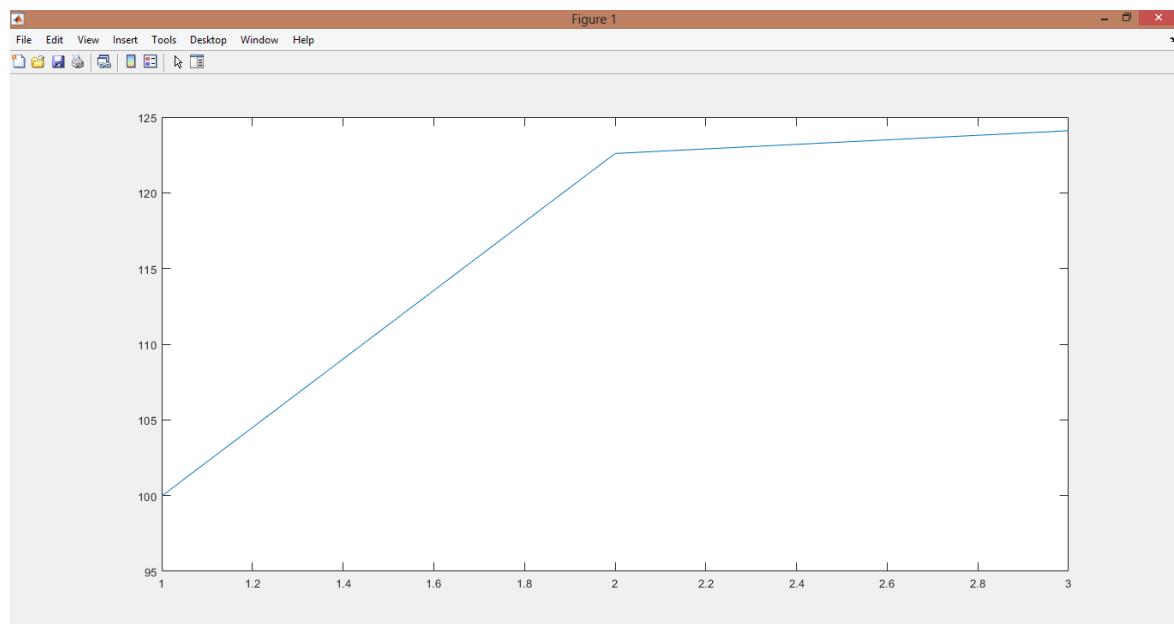


باتوجه به مقادیر هارمونیک اصلی که به ازای $m_a = 3$ تا $m_a = 1$ بدست آوردهیم، با استفاده از کد زیر، منحنی دامنه هارمونیک اصلی بر حسب اندیس مدولاسیون به ازای $m_a = 3$ تا $m_a = 1$ را رسم می کنیم:

```

Editor - D:\matlab\Projects\Power_Electronics_HW3_Q5_mf_15.m
narrow_band_phase_modulator.m Power_Electronics_HW3_Q5_mf_50.m Power_Electronics_HW3_Q5_mf_15.m + ×
1 - ma = 1 : 3;
2 - Main_Harmonic_Amplitude = zeros(1, 3);
3 - Main_Harmonic_Amplitude(1) = 99.97;
4 - Main_Harmonic_Amplitude(2) = 122.6;
5 - Main_Harmonic_Amplitude(3) = 124.1;
6 - plot(ma, Main_Harmonic_Amplitude);

```



تخمین منحنی فوق با استفاده از Curve Fitting متلب:

