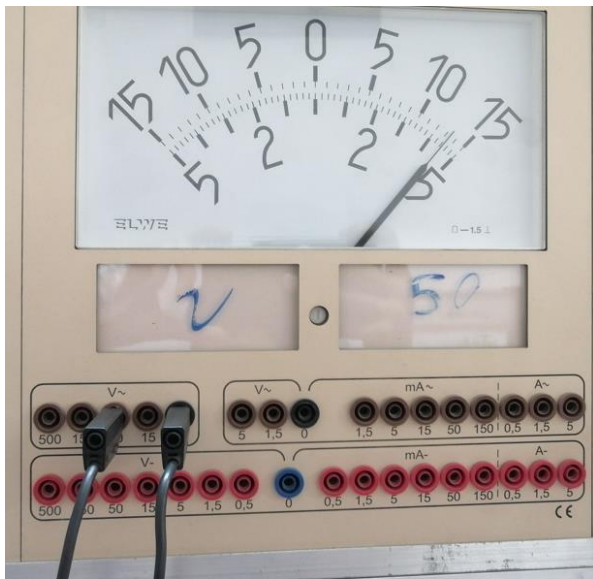


به نام خدا

۲.۱.

انتظار داریم مقدار موثر ولتاژ ورودی برابر با ۴۵ ولت باشد که بر اساس تصویر ۱، همینطور هم هست. از آنجایی که با تجهیزات آزمایشگاه نمیتوانستیم متوسط ولتاژ را محاسبه کنیم، مجبور شدیم که سیگنال ولتاژ خروجی را روی اسیلوسکوپ ببینیم و متوسط آن را بصورت ریاضی، محاسبه کنیم.



تصویر ۱. مقدار موثر ولتاژ ورودی



تصویر ۲. شکل موج ولتاژ خروجی

بر اساس تصویر ۲، مقدار time/div برابر با ۲ میلی ثانیه است؛ پس دوره تناوب سیگنال بالا تقریباً برابر با ۲.۶ برابر ۲ میلی ثانیه است؛ یعنی برابر با ۵.۲ میلی ثانیه؛ بر اساس تصویر ۲، مقدار volt/div هم برابر با ۲ ولت است؛ پس دامنه سیگنال بالا تقریباً برابر با ۱۰ برابر (قابلیت ۱۰ برابر را در پروب اسیلوسکوپ فعال کرده بودیم)، ۳.۳ برابر ۲ ولت است؛ یعنی برابر با ۶۶ ولت؛ پس برای محاسبه ی متوسط ولتاژ خروجی داریم:

$$Ud_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v_m \sin(\omega t) dt = \frac{2}{T} \times \frac{v_m}{(\omega = \frac{2\pi}{T})} (\cos(0) - \cos(\pi)) = \frac{2v_m}{\pi}$$

$$\approx 2 * 66/3.14 \approx 42v$$

پس نسبت $U1/Ud$ در یکسوساز تک فاز تمام موج، تقریباً برابر با ۰.۹۳ است.

۳.۱

در تصویر ۳، مقدار موثر ولتاژ ورودی را در یکسوساز نیم موج میبینیم که تقریباً برابر با ۴۵ ولت است؛ در تصویر ۴ هم به دلیل خراب بودن تجهیز موردنظر برای اندازه گیری ولتاژ متوسط در آزمایشگاه، مقدار موثر ولتاژ خروجی را میبینیم که تقریباً برابر با ۲۲.۵ ولت است؛ در محاسبات زیر، رابطه ی بین ولتاژ موثر و متوسط یک سیگنال نیم موج سینوسی را بدست می آوریم و سپس مقدار متوسط ولتاژ خروجی یکسوساز نیم موج را بر اساس این رابطه، محاسبه میکنیم. میدانیم سیگنال نیم موج سینوسی، در نصف دوره تناوب، رفتار سینوسی دارد و در نصف دوره تناوب نیز صفر است.

$$Ud_{avg} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v_m \sin(\omega t) dt = T \times \frac{v_m}{(\omega = \frac{2\pi}{T})} (\cos(0) - \cos(\pi))$$

$$= \frac{v_m}{\pi} \quad \text{و} \quad Ud_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v_m^2 \sin^2(\omega t) dt}$$

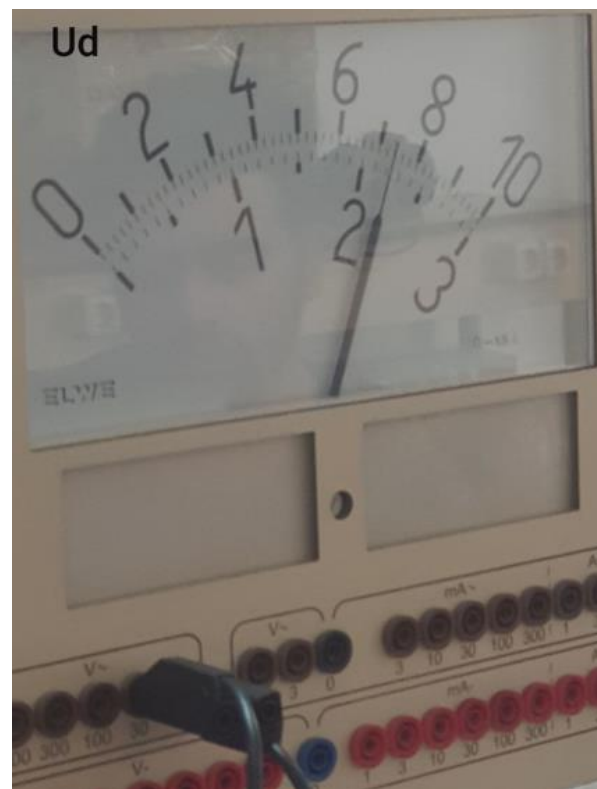
$$= \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \frac{v_m^2 (1 - \cos(2\omega t))}{2} dt} = \sqrt{\frac{\frac{1}{T} (v_m^2) \times \frac{T}{2}}{2}} = \frac{v_m}{2} \rightarrow Ud_{avg}$$

$$= \frac{2}{\pi} Ud_{rms} \approx 0.637 Ud_{rms}$$

بر اساس رابطه بدست آمده در بالا، مقدار متوسط ولتاژ خروجی در یکسوساز نیم موج تک فاز، تقریباً برابر با ۰.۶۳۷ ضربدر ۲۲.۵ میشود؛ یعنی تقریباً ۱۴.۳۳ ولت میشود؛ پس نسبت $U1/Ud$ در یکسوساز نیم موج تکفاز، تقریباً برابر با ۰.۳۱۸ است؛ در حالی که این مقدار، در یکسوساز تمام موج تکفاز برابر با ۰.۹۳ است؛ پس از جهت ولتاژ تحویلی در خروجی، یکسوساز تمام موج، بسیار بهتر از یکسوساز نیم موج است.

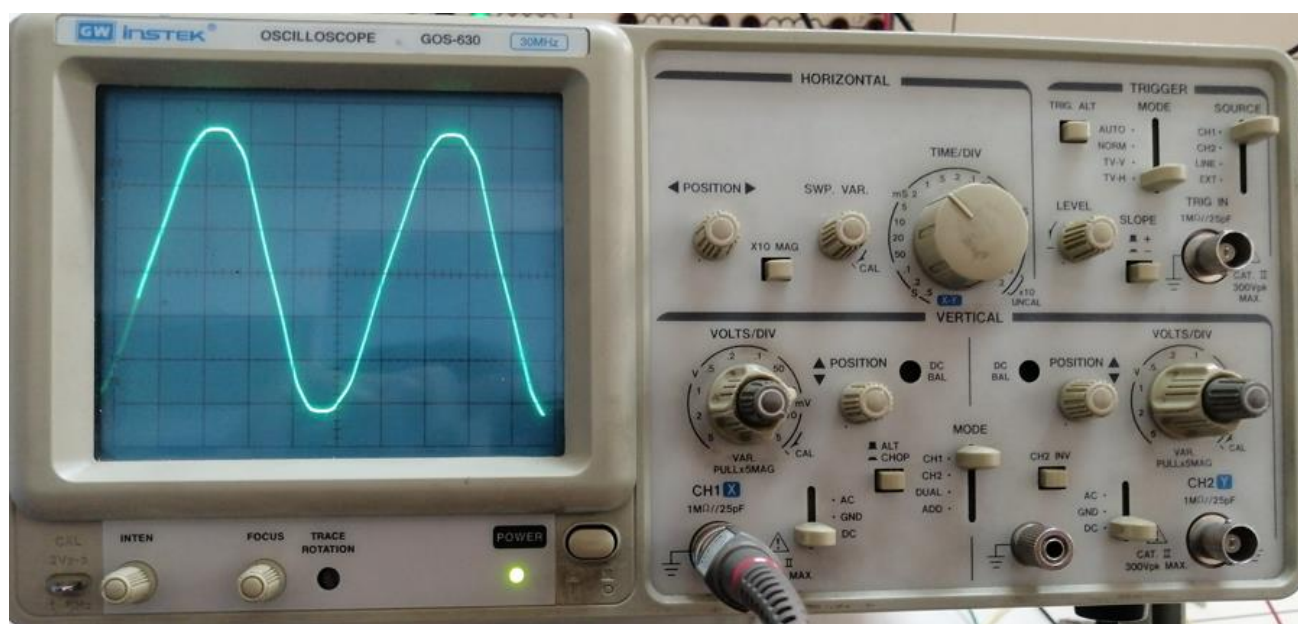


تصویر ۳. ولتاژ موثر ورودی در یکسوساز تکفاز نیم موج

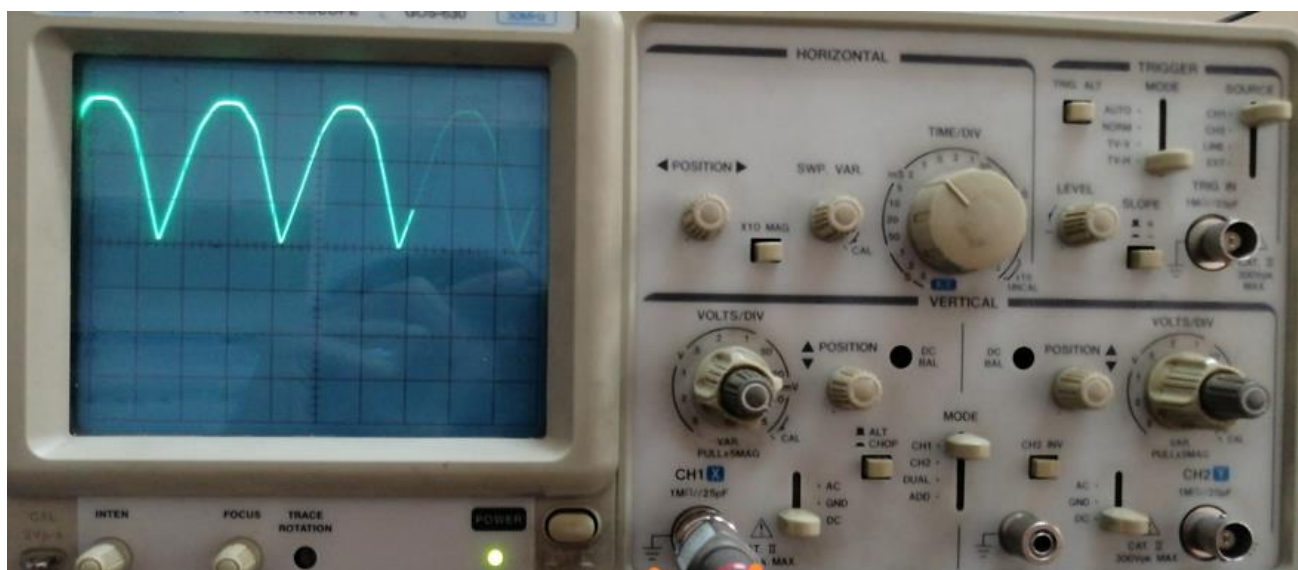


تصویر ۴. مقدار موثر ولتاژ خروجی در یکسوساز تکفاز نیم موج

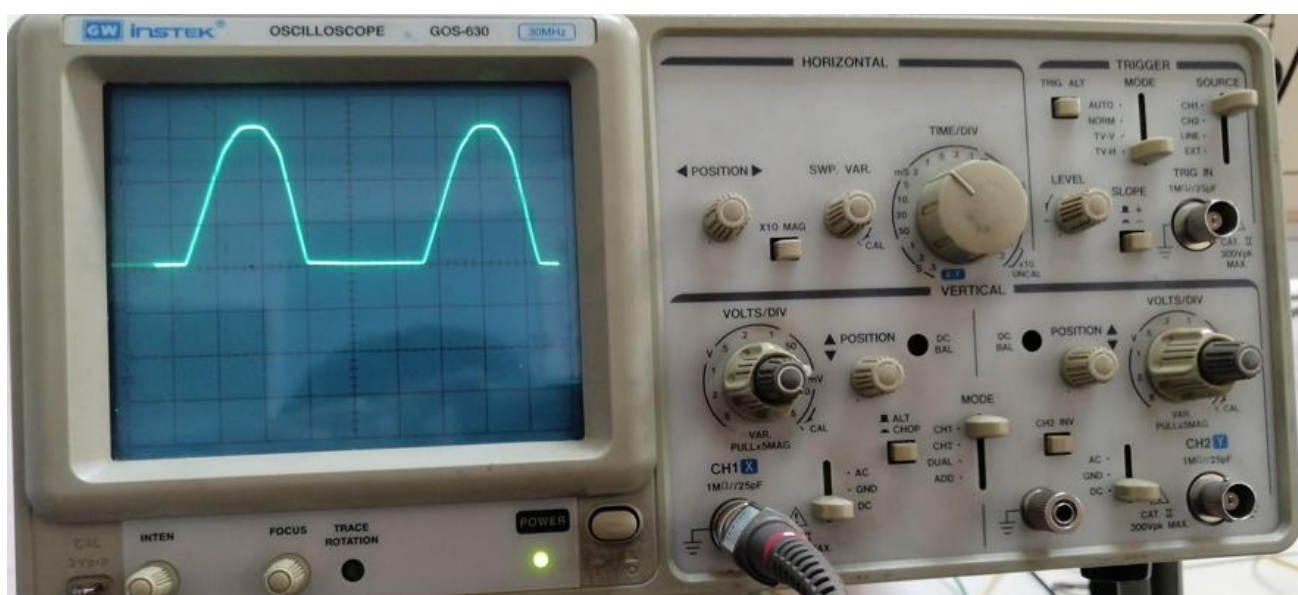
۲.۲



تصویر ۵. شکل موج ولتاژ ورودی



تصویر ۶. شکل موج ولتاژ خروجی



تصویر ۷. شکل موج ولتاژ دوسر یکی از دیود ها

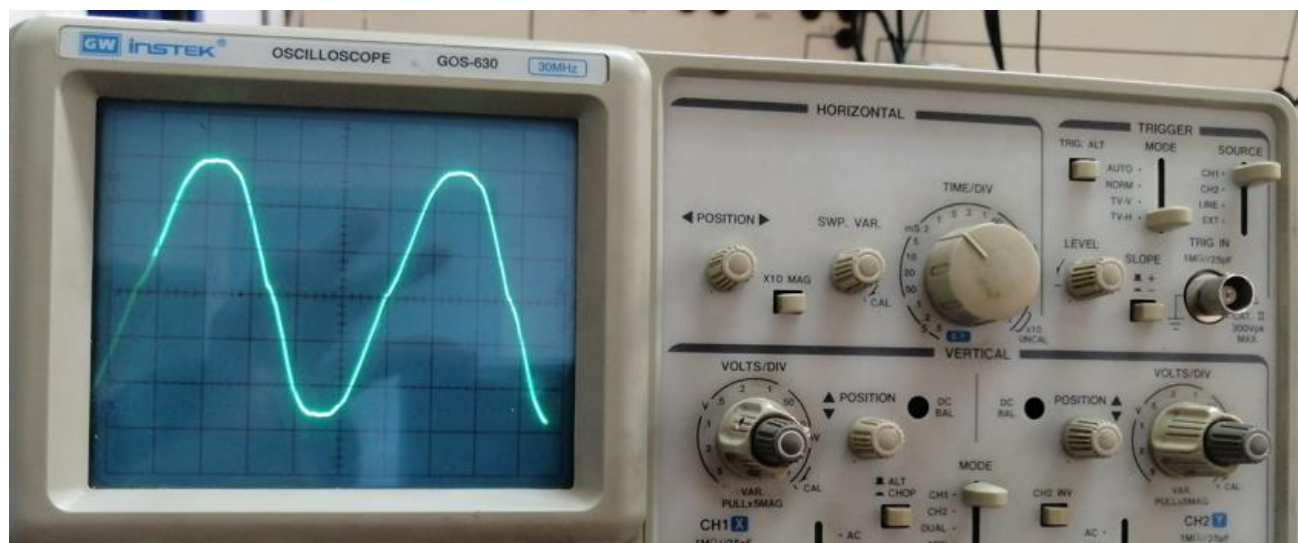
در رابطه با توجیه سیگنال فوق باید گفت که خب هر یک از چهار دیود، در نیمی از دوره تناوب سیگنال ورودی، هدایت میکنند و ولتاژ مستقیمشان (ولتاژ آند منهای ولتاژ کاتد) برابر با ولتاژ آستانه دیود است که حدودا 0.7 ولت است و در نیم دیگر دوره تناوب هم ولتاژ معکوسشان (ولتاژ کاتد منهای ولتاژ آند)، حدودا برابر با ولتاژ خروجی و یا ورودی میشود؛ رفتار ولتاژی و جریانی دیودهای ۱ و ۲ با هم و دیودهای ۳ و ۴ هم با هم یکسان هستند به طوری که در نیمی از دوره تناوب که دیودهای ۱ و ۲ هدایت میکنند، دیودهای ۳ و ۴ قطع هستند.

۳.۲

وقتی ولتاژ منبع ورودی، مثبت است و بیشتر از مجموع ولتاژ آستانه دیودهای ۱ و ۲ است، دیودهای ۱ و ۲ هدایت میکنند و دیودهای ۳ و ۴ قطع هستند؛ وقتی هم که ولتاژ منبع ورودی، منفی است و اندازه اش، بیشتر از

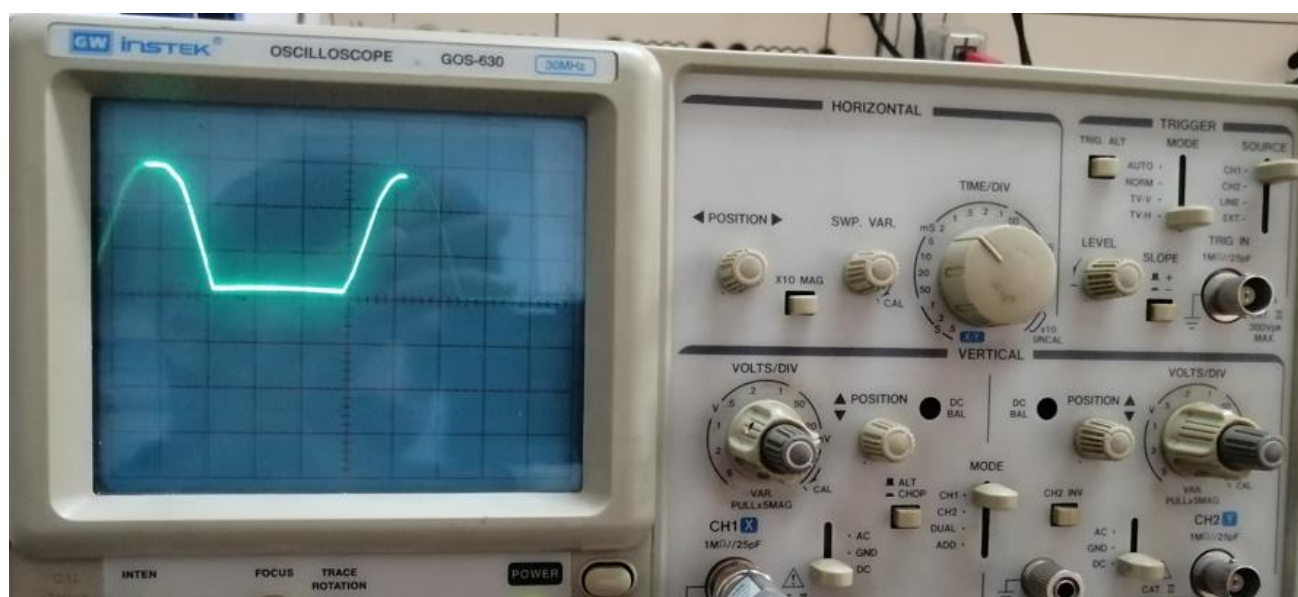
مجموع ولتاژ استانه دیودهای ۳ و ۴ است، دیودهای ۳ و ۴ هدایت میکنند و دیودهای ۱ و ۲ قطع هستند.

۵.۲



تصویر ۸. جریان ورودی یکسو ساز

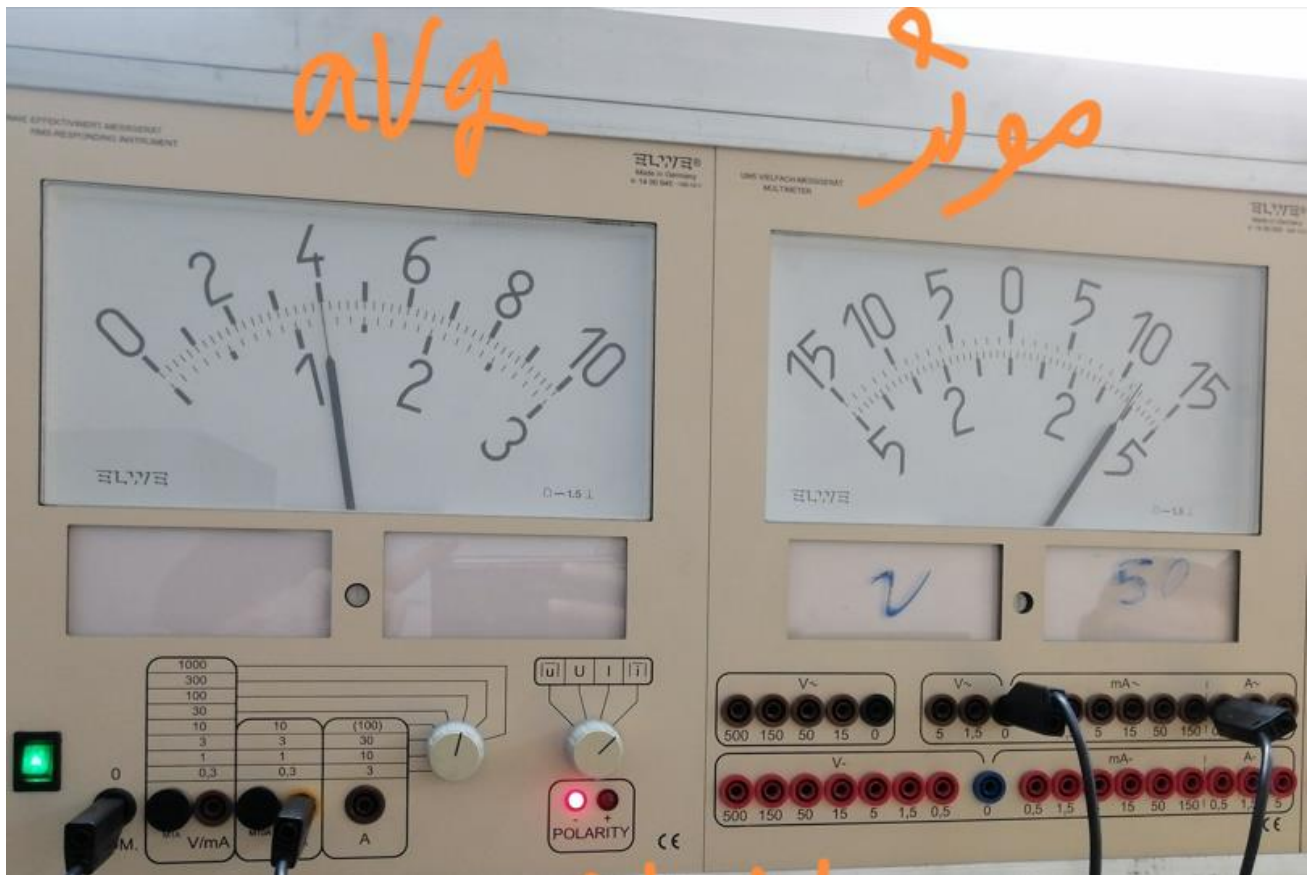
در شکل موج فوق، اثر وجود سلف ذاتی سری با منبع ولتاژ ورودی را هم میبینیم که باعث شده اند که تغییرات جریان در محدوده ی اطراف صفر آمپر، بصورت آنی نباشد.



تصویر ۹. جریان گذرنده از یکی از دیودها

۶.۲

بر اساس تصویر ۶، ولتاژ خروجی، در یک دوره تناوب کامل ولتاژ ورودی، دو پالس دارد. زاویه هدایت هر دیود هم تقریباً ۱۸۰ درجه است. کموتاسیون بین زوج دیود ۱ و ۲ و زوج دیود ۳ و ۴ هم در کل دوره تناوب، فقط یکبار و آن هم در وسط دوره تناوب انجام میشود.



تصویر ۱۰. مقدار متوسط جریان خروجی (سمت چپ) و مقدار موثر جریان ورودی (سمت راست) یکسوساز تمام موج تکفاز

جریان خروجی، تقریباً همان قدر مطلق جریان ورودی است. لذا با فرض تقریبی سینوسی کامل بودن جریان ورودی، مقدار موثرش میشود دامنه اش تقسیم بر رادیکال ۲ و مقدار متوسط جریان خروجی هم میشود دو برابر دامنه اش

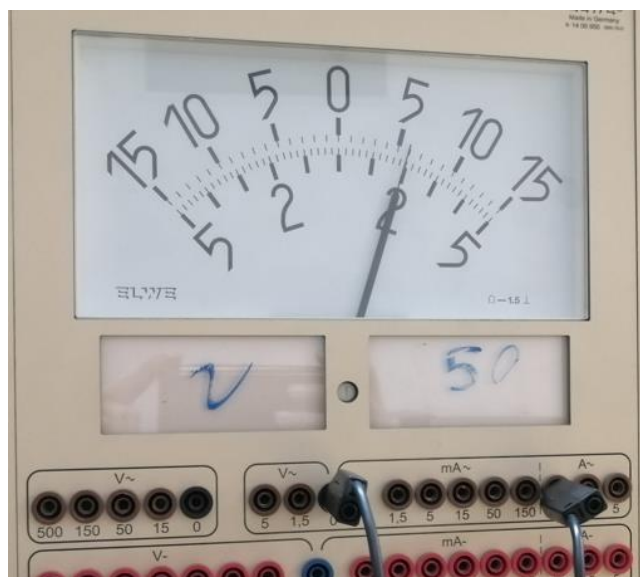
تقسیم بر عدد پی؛ لذا نسبت متوسط جریان خروجی به مقدار موثر جریان ورودی، تقریباً باید برابر با $0.9 \approx \frac{\frac{2}{\pi}}{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

شود؛ در تصویر ۱۰ میبینیم که مقدار متوسط جریان خروجی، تقریباً برابر با ۴۰۰ میلی آمپر است و مقدار موثر

جریان ورودی، تقریباً برابر با ۳۹۰ میلی آمپر است که نسبت این دو مقدار، برابر با ۰.۹ نیست؛ اما نزدیک به ۰.۹

است.

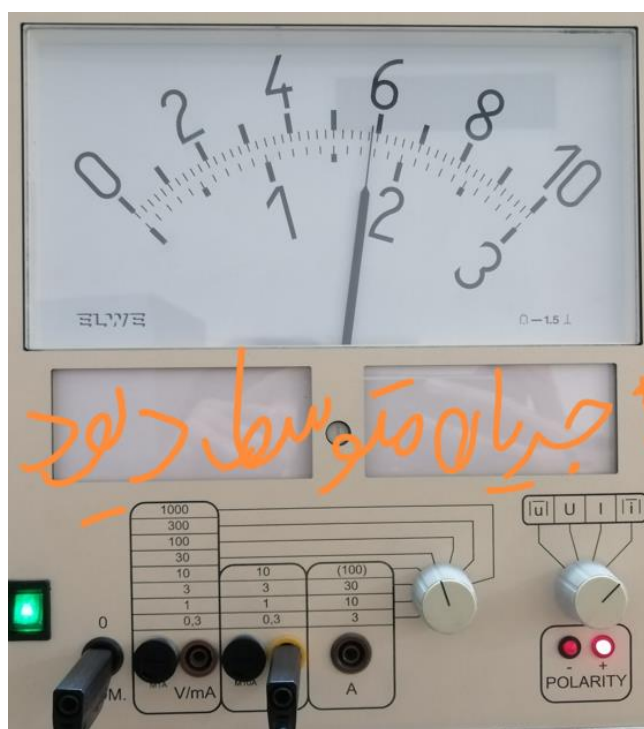
۳.۳



تصویر ۱۱. مقدار موثر جریان گذرنده دیود V2

مقدار تصویر روبه رو تقریباً برابر است با ۱۹۵ میلی آمپر؛ همین انتظار را هم داشتیم؛ زیرا جریان هر زوج دیود، رفتاری مشابه با نیمی از دوره تناوب جریان ورودی را دارد؛ در واقع، جریان ورودی، در نیمی از دوره تناوب، همان جریان زوج دیود ۲ و ۱ است و در نیم دیگر دوره تناوب هم همان جریان گذرنده از زوج دیود ۳ و ۴ است؛ پس مقدار موثر جریان دیود باید تقریباً نصف مقدار موثر جریان ورودی باشد.

۴.۳

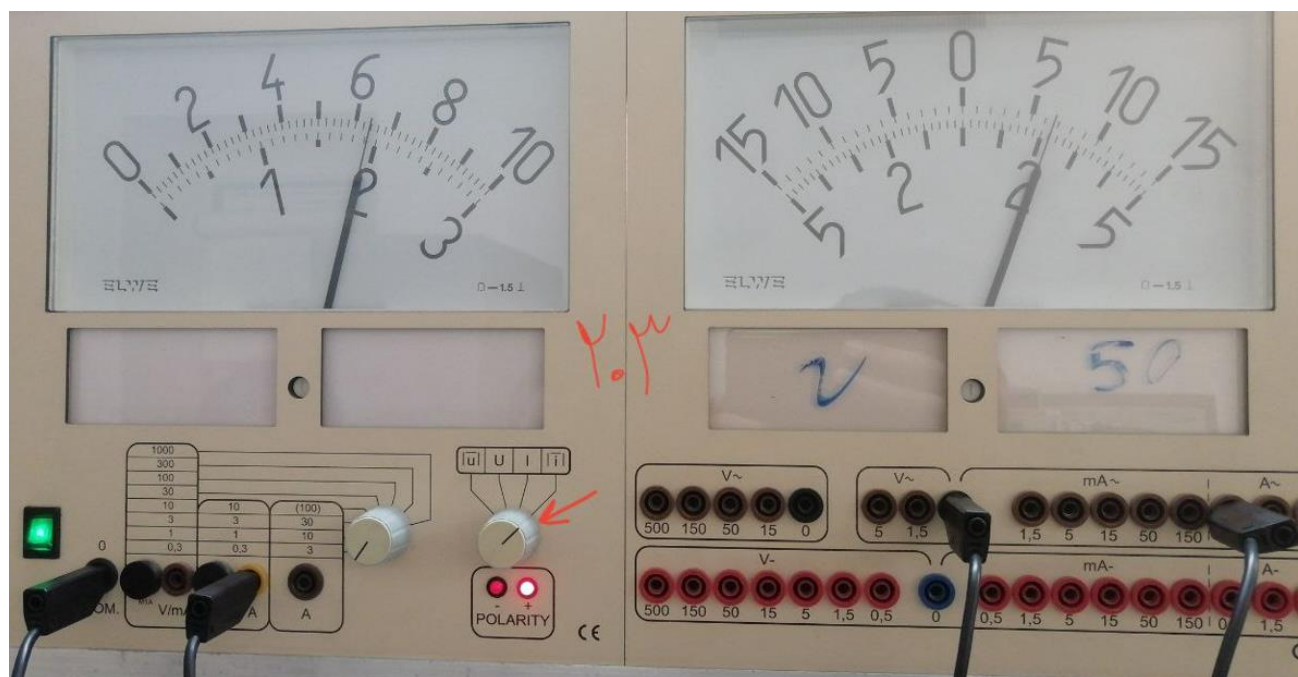


تصویر ۱۲. مقدار متوسط جریان گذرنده از دیود V2

با فرض تقریبی سینوسی کامل بودن جریان دیود در نیمی از دوره تناوب و صفر بودن در نیم دیگر دوره تناوب، مقدار موثرش میشود دامنه اش تقسیم بر ۲ و مقدار متوسطش هم میشود دامنه اش تقسیم بر عدد پی؛ لذا نسبت متوسط جریان دیود به مقدار موثر آن، تقریباً باید برابر با $0.637 \approx \frac{\frac{1}{2}}{\pi}$ شود؛ در تصویر ۱۱ دیدیم که مقدار موثر جریان دیود، تقریباً برابر با ۱۹۵ میلی آمپر است و در تصویر ۱۲ هم میبینیم که مقدار متوسط جریان دیود، تقریباً برابر با ۱۷۶ میلی آمپر است که نسبت این دو مقدار، برابر با ۰.۶۳۷ نیست؛ اما نزدیک به آن است.

۵.۳

نسبت های ذکر شده در صورت سوال، به ترتیب برابر هستند با $0.975 \approx \frac{390}{400}$ و $0.4875 \approx \frac{195}{400}$ و $0.44 \approx \frac{176}{400}$



تصویر ۱۳. مقادیر متوسط (سمت چپ) و موثر (سمت راست) جریان ورودی و یا جریان خروجی و یا جریان گذرنده از دیود در یکسوساز نیم موج تکفاز

مقادیر سمت راست و سمت چپ در تصویر فوق، به ترتیب و تقریباً برابر هستند با ۲۲۲ میلی آمپر و ۱۹۲ میلی آمپر. میدانیم که در یکسوساز دیودی نیم موج تکفاز، جریان ورودی، دقیقاً همان جریان خروجی و دقیقاً همان جریان گذرنده از دیود است؛ لذا جریان های I و I_{FRMS} برابر هستند و جریان های I_d و I_{FAV} برابر هستند؛ لذا نسبت های مذکور در صورت سوال، در یکسوساز نیم موج تکفاز دیودی، بر اساس تصویر ۱۳ به ترتیب برابر هستند با $1.15625 \approx \frac{222}{192}$ و $1.15625 \approx \frac{222}{192}$ ؛ پس نسبت های مذکور در یکسوساز تمام موج، کمتر از یکسوساز نیم موج هستند.

$$P_{avg2} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} \frac{v_R^2}{R} dt = \frac{1}{RT} \int_0^{T/2} v_m^2 \sin^2(\omega t) dt = \frac{2}{RT} \times \frac{T}{2} \times \frac{v_m^2}{2}$$

$$= \frac{v_m^2}{2R}$$

$$P_{avg1} = P_{avg2}$$

$$\frac{v_m^2}{2R} = \frac{v_m^2}{4R} \rightarrow v_{m1} = \sqrt{2} v_{m2}$$

$$\rightarrow v_{m2} = \frac{v_{m1}}{\sqrt{2}} = U$$

در مدار یک دیودی با مدار ۱ داریم:

$$I_{rms1} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{T/2} \frac{v_{m1}^2}{R^2} \sin^2(\omega t) dt}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{T} \times \frac{T}{2} \times \frac{v_{m1}^2}{2R^2}} = \frac{v_{m1}}{2R}$$

تصویر ۱۵. قسمت دوم محاسبات

فرض می‌کنیم که دیودها ایده‌آل هستند.

۱) $U = \frac{v_{m1}}{\sqrt{2}}$

۲)

$$P_{avg1} = \frac{1}{T} \int_0^T v_R i_R dt = \frac{1}{RT} \int_0^T v_R^2 dt$$

$$= \frac{1}{RT} \int_0^{T/2} v_m^2 \sin^2(\omega t) dt = \frac{v_m^2/2}{RT} \times \frac{T}{2} = \frac{v_m^2}{4R}$$

$$\sin^2(\omega t) = \frac{(1 - \cos(2\omega t))}{2}$$

$$\rightarrow P_{avg1} = \frac{v_{m1}^2}{4R} = \frac{U^2}{2R}$$

تصویر ۱۴. قسمت اول محاسبات

حداکثر اندازه ولتاژ دو سر دیود کم‌تر از v_{m1} است.

در مدار یک دیودی با مدار ۲ داریم:

جریان عبوری از یک از دیودها:

$$I_{rms2} = \frac{v_{m2}}{2R}$$

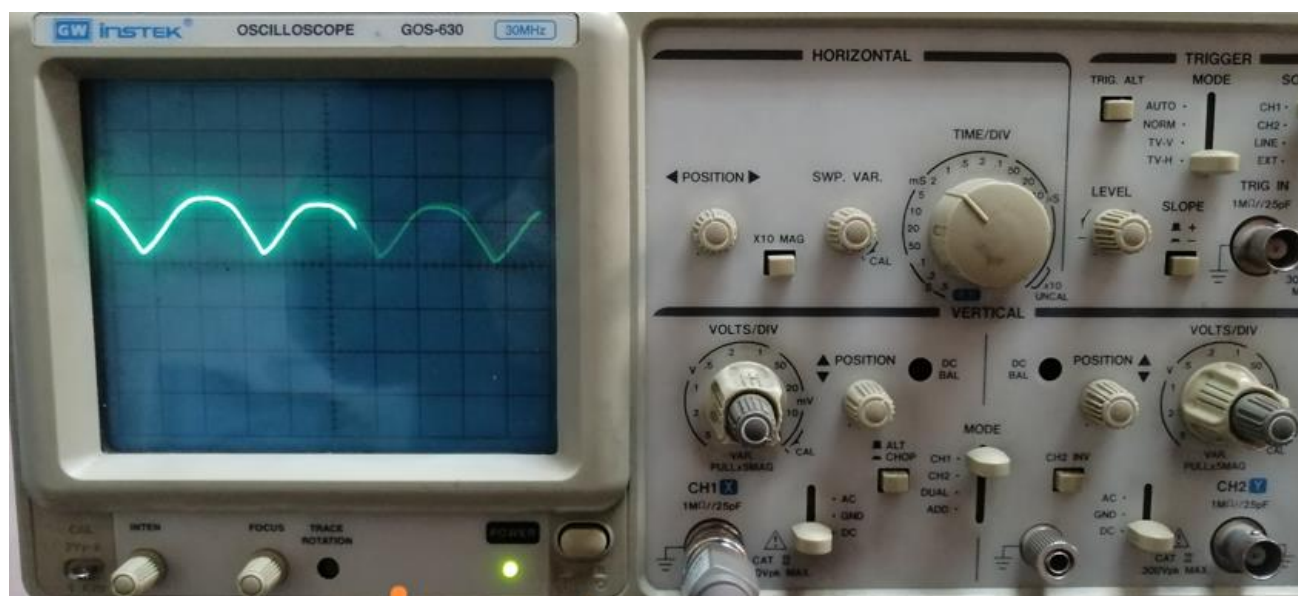
بر اساس محاسبات I_{rms1}

حداکثر اندازه ولتاژ دو سر هر دیود کم‌تر از v_{m2} است.

پس به این نتیجه می‌رسیم که برای دریافت یک مقدار توان خروجی مشخص، اگر از یکسو ساز تمام موج یا یک دیودی به جای یکسو ساز نیم موج استفاده کنیم، جریان موثر عبوری از دیودها کمتر می‌شود و حداکثر ولتاژ معکوس دیودها هم کمتر می‌شود؛ یعنی:

در تهیه دیود در کل، به احتیاط بسیار بالا، هزینه‌ای کمتر خواهد شد؛ زیرا این دو بار کمتر از بارهای اصلی این دیودها است.

تصویر ۱۶. قسمت سوم محاسبات



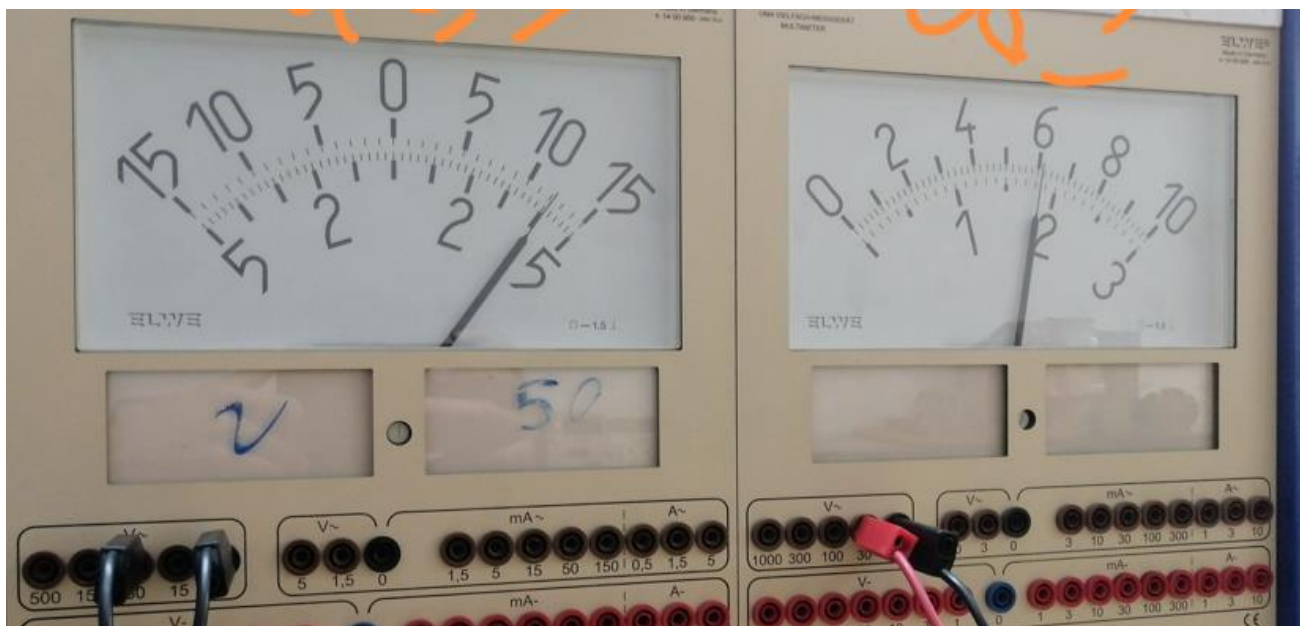
تصویر ۱۷. شکل موج ولتاژ خروجی U_d

از آنجایی که با تجهیزات آزمایشگاه نمیتوانستیم متوسط ولتاژ را محاسبه کنیم، مجبور شدیم که سیگنال ولتاژ خروجی را روی اسیلوسکوپ ببینیم و متوسط آن را بصورت ریاضی، محاسبه کنیم.

بر اساس تصویر ۱۷، مقدار time/div برابر با ۲ میلی ثانیه است؛ پس دوره تناوب سیگنال بالا تقریباً برابر با ۲.۶ برابر ۲ میلی ثانیه است؛ یعنی برابر با ۵.۲ میلی ثانیه؛ بر اساس تصویر ۱۷، مقدار volt/div هم برابر با ۵ ولت است؛ پس دامنه سیگنال بالا تقریباً برابر با ۱۰ برابر (قابلیت ۱۰ برابر را در پروب اسیلوسکوپ فعال کرده بودیم). ۱.۴ برابر ۵ ولت است؛ یعنی برابر با ۷۰ ولت؛ پس برای محاسبه ی متوسط ولتاژ خروجی داریم:

$$U_{d_{avg}} = \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} v_m \sin(\omega t) dt = \frac{2}{T} \times \frac{v_m}{\left(\omega = \frac{2\pi}{T}\right)} (\cos(0) - \cos(\pi)) = \frac{2v_m}{\pi}$$

$$\approx 2 * 70 / 3.14 \approx 44.59v$$



تصویر ۱۸. مقدار موثر ریبیل ولتاژ خروجی (سمت راست) و مقدار موثر ولتاژ خروجی (سمت چپ)

مقادیر سمت راست و سمت چپ در تصویر فوق، به ترتیب و تقریباً برابر هستند با ۱۸.۵ ولت و ۴۱ ولت.

۳.۴

درصد ریبیل ولتاژ خروجی، تقریباً برابر است با: $0.412 \approx \frac{18.5}{44.59}$ ؛ یعنی ۴۱.۲ درصد.

۴.۴

چون به ازای منبع ولتاژ ورودی یکسان، ولتاژ بیشتر و یا به عبارتی توان بیشتری را در خروجی، تحویل میدهد. چون فراموش کرده بودم که در ابتدای فایل، اسم گروه و اعضای گروه را معرفی کنم؛ برای جلوگیری از نامرتب شدن فایل، در همینجا این کار را کردم:

اسم گروه: گروه B

اعضای گروه: عرفان حسینی، محمد تقی زاده و امیرمهدی حبیبی