

PERTEMUAN 4

RANGKAIAN PENYEARAH DIODA (DIODE RECTIFIER)

Rangkaian Penyearah Dioda (*Diode Rectifier*)

Peralatan kecil portabel kebanyakan menggunakan baterai sebagai sumber dayanya, namun sebagian besar peralatan menggunakan sumber daya AC 220 volt - 50Hz.

Didalam peralatan tersebut terdapat rangkaian yang sering disebut sebagai adaptor atau penyearah yang mengubah sumber AC menjadi DC. Bagian terpenting dari adaptor adalah berfungsinya dioda sebagai penyearah (*rectifier*).

Macam-macam rangkaian penyearah :

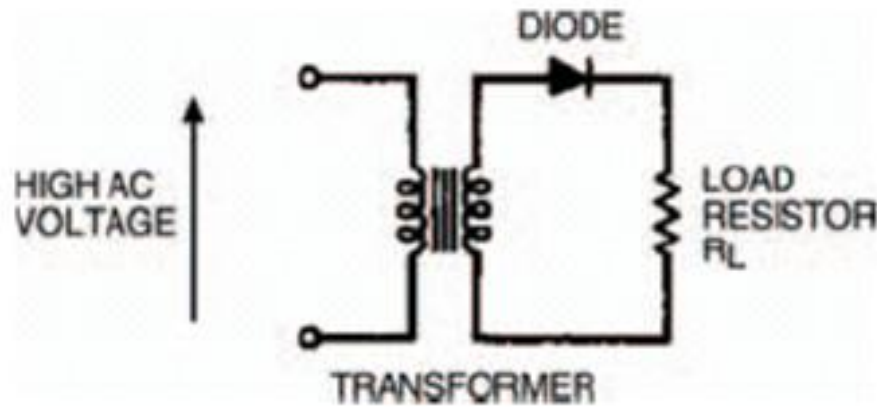
1. Penyearah setengah gelombang
2. Penyearah gelombang penuh dengan tap tengah
3. Penyearah gelombang dengan jembatan dioda

PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG

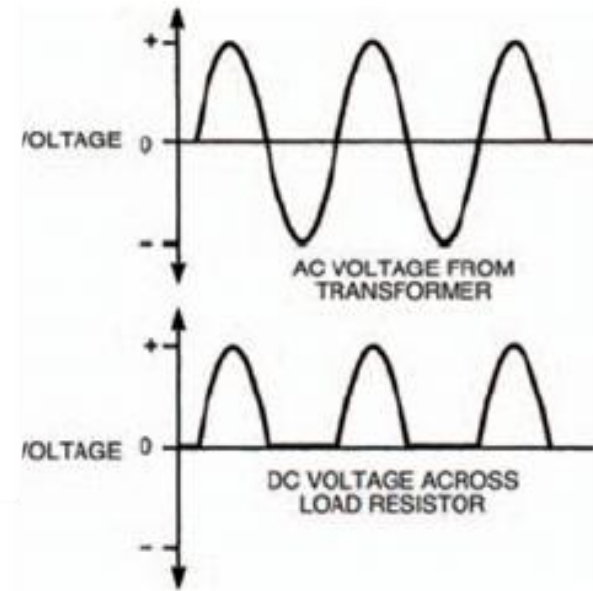
Gambar 4.1 memperlihatkan rangkaian yang disebut penyearah setengah gelombang (*half wave rectifier*).

- ✓ Pada setengah siklus tegangan sekunder yang positif, dioda mengalami *forward biased* untuk setiap tegangan yang lebih dari 0.7 Volt (tegangan offset). Ini menghasilkan tegangan lintas tahanan beban (R_L) yang mendekati bentuk setengah gelombang sinus.
- ✓ Pada setengah siklus negatif, dioda mengalami *reverse biased*, yang menyebabkan arus beban menjadi nol dan tegangan beban jatuh menjadi nol.

PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG (2)



(a)



(b)

Gambar 4.1

(a) Rangkaian penyearah $\frac{1}{2}$ gelombang, (b) Sinyal input dan output

PENYEARAH SETENGAH GELOMBANG (3)

Dengan mengabaikan penurunan tegangan pada dioda , nilai dc atau nilai rata-rata dari sinyal setengah gelombang adalah :

$$V_{dc} = 0.318 / V_2(\text{puncak})$$

atau

$$V_{dc} = V_2(\text{puncak}) / \pi$$

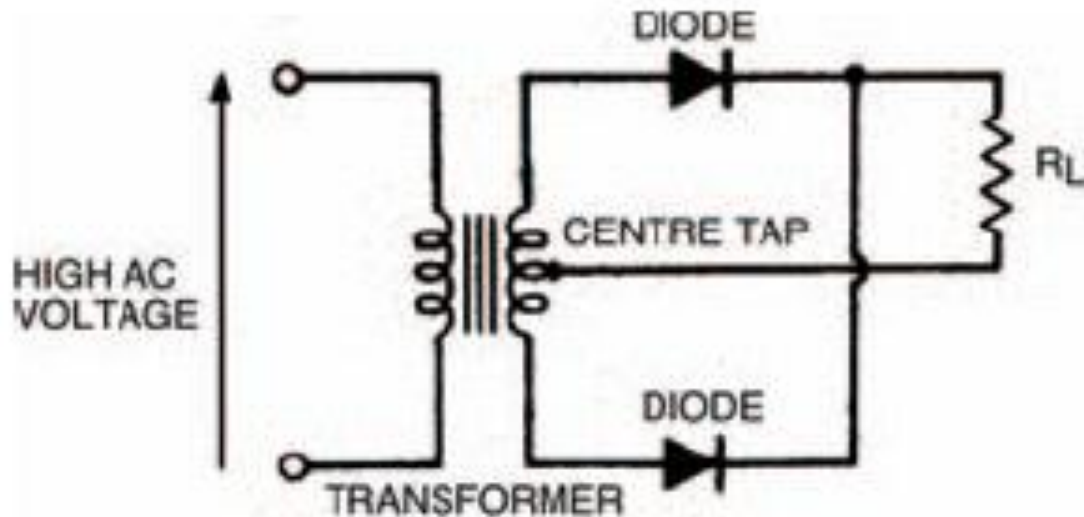
Tegangan maksimum dikenal sebagai tegangan inverse puncak (peak inverse voltage = PIV). Ini mewakili tegangan maksimum yang harus ditahan dioda selama bagian reverse dari siklus. PIV bisa pula dilambangkan dengan V_m

PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN TAP TENGAH

Gambar 4.2 menunjukkan sebuah rangkaian penyearah gelombang penuh dengan menggunakan *Center Tap* Trafo.

- ✓ Selama setengah siklus tegangan sekunder yang positif, dioda yang atas mengalami *forward biased* dan dioda yang bawah mengalami *reverse biased*. Sehingga, arus mengalir melalui dioda yang atas, ke tahanan beban, dan setengah lilitan yang atas.
- ✓ Sebaliknya, selama setengah siklus tegangan sekunder yang negatif, arus akan mengalir melalui dioda yang bawah, ke tahanan beban, dan setengah lilitan yang bawah.

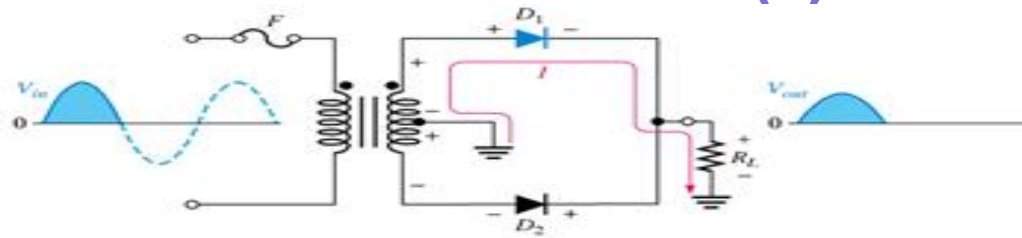
PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN TAP TENGAH (2)



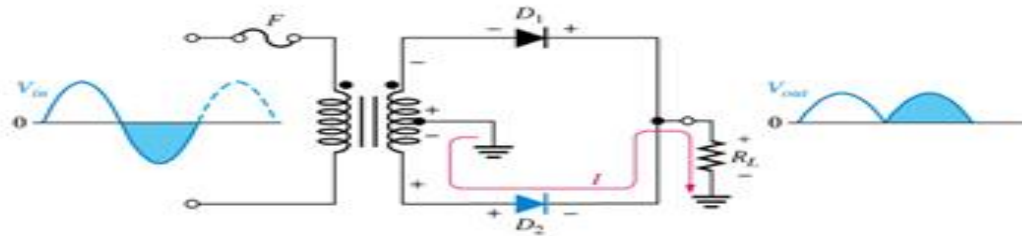
Gambar 4.2 Rangkaian penyearah gelombang penuh dengan tap tengah

Dalam kedua siklus diatas, tahanan beban mendapatkan polaritas yang sama, tanpa memperhatikan dioda mana yang konduksi sehingga tegangan keluaran pada beban berbentuk sinyal gelombang penuh yang disearahkan.

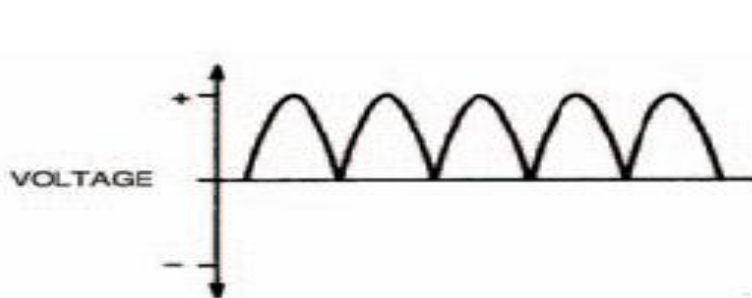
PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN TAP TENGAH (3)



(a) During positive half-cycles, D_1 is forward-biased and D_2 is reverse-biased.

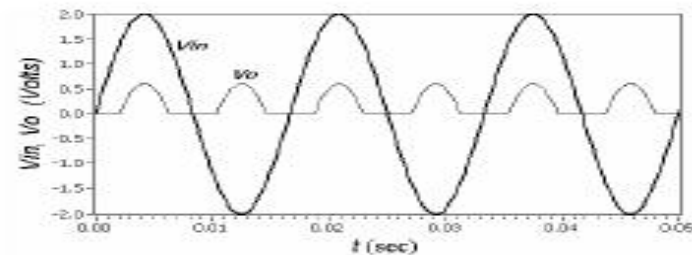


(b) During negative half-cycles, D_2 is forward-biased and D_1 is reverse-biased.



(b)

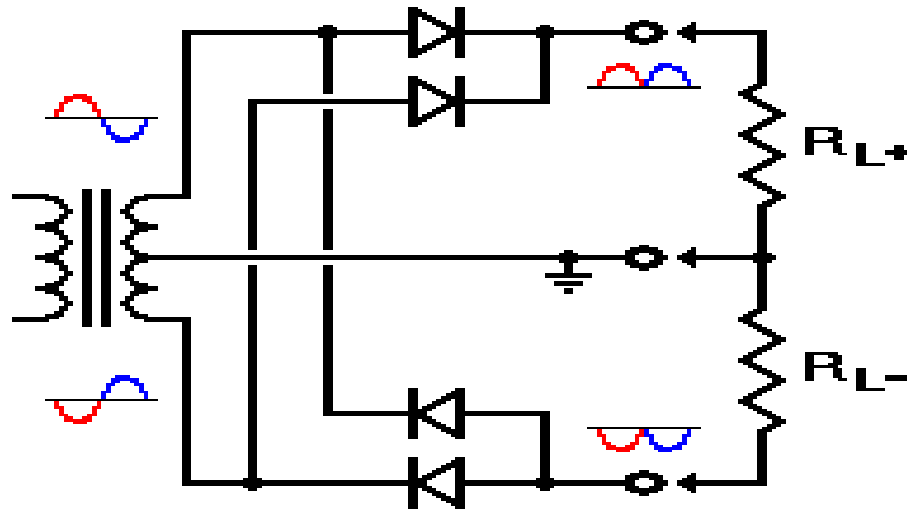
(a)



(c)

Gambar 4.3 (a) Proses penyearahan, (b) Pendekatan dioda ideal, (c) Pendekatan dioda offset

PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN TAP TENGAH (4)



Gambar 4.4 Penyearah dengan tap tengah

Selama setengah siklus negatif, arus melalui dioda bawah, resistor beban, dan setengah lilitan bawah. Arus beban adalah dalam arah yang sama. Inilah sebabnya mengapa tegangan beban merupakan sinyal gelombang penuh seperti ditunjukkan pada gambar 4.4.

PENYEARAH GELOMBANG PENUH DENGAN TAP TENGAH (5)

- Harga rata – rata atau dc sinyal gelombang penuh adalah :
$$V_{DC} = 2V_P / \pi$$
- Dalam gambar 4.4, periode sinyal output adalah setengah periode sinyal input.
- Dengan perkataan lain tiap siklus input menghasilkan dua siklus output. Inilah sebabnya mengapa frekuensi output penyearah tap tengah adalah dua kali frekuensi input.

$$f_{out} = 2f_{in}$$

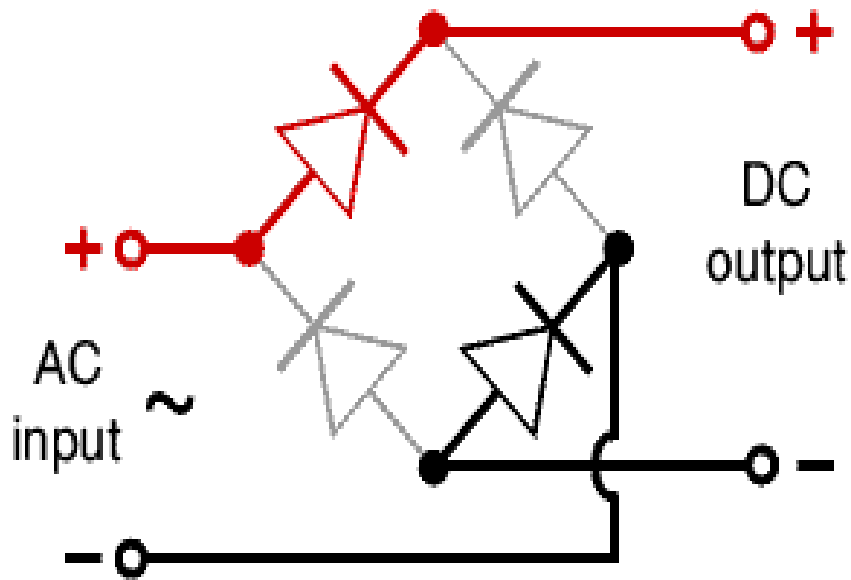
Tegangan Inverse Puncak

- Gambar 4-4 menunjukkan rangkaian pada saat tegangan sekunder mencapai harga maksimumnya.
- V_M adalah tegangan pada setengah lilitan sekunder, tegangan reverse pada dioda yang tidak konduksi adalah $2 V_M$ atau

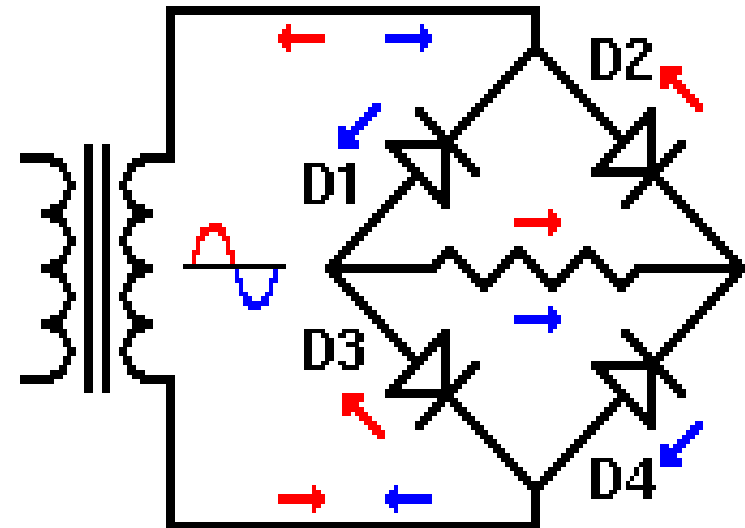
$$PIV = 2 V_M$$

PENYEARAH JEMBATAN DIODA

Gambar 4.5 dibawah ini menunjukkan penyearah jembatan yang paling banyak digunakan. Selama siklus positif tegangan sekunder , dioda D2 dan D3 dibias forward oleh sebab itu , arus beban ke arah kiri (gambar 5.3b). Selama setengah siklus negatif , dioda D1 dan D4 dibias forward , dan arus beban ke Arah kiri.

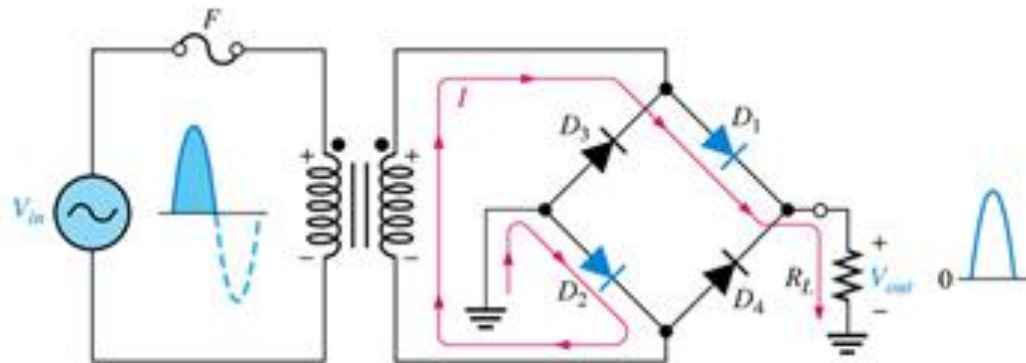


(a)

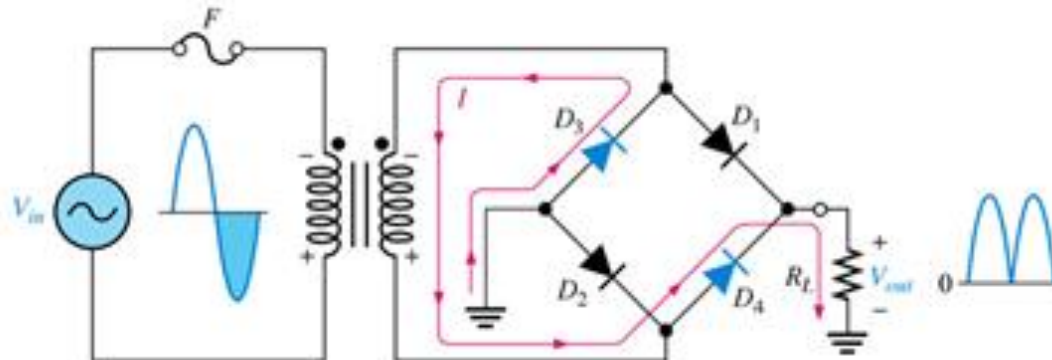


(b)

PENYEARAH JEMBATAN DIODA (2)



(a) During positive half-cycle of the input, D_1 and D_2 are forward-biased and conduct current. D_3 and D_4 are reverse-biased.



(b) During negative half-cycle of the input, D_3 and D_4 are forward-biased and conduct current. D_1 and D_2 are reverse-biased.

Gambar 4.6 Penyearah gel penuh dengan jembatan dioda

PENYEARAH JEMBATAN DIODA (3)

Pada gambar 4.6, arus beban mempunyai arah yang sama. Inilah sebabnya mengapa tegangan beban adalah sinyal gelombang penuh seperti ditunjukkan (gambar 4.6b).

- Tegangan beban rata – ratanya adalah :

$$V_{DC} = 2V_P / \pi$$

- Frekuensi output adalah dua kali input :

$$f_{out} = 2f_{in}$$

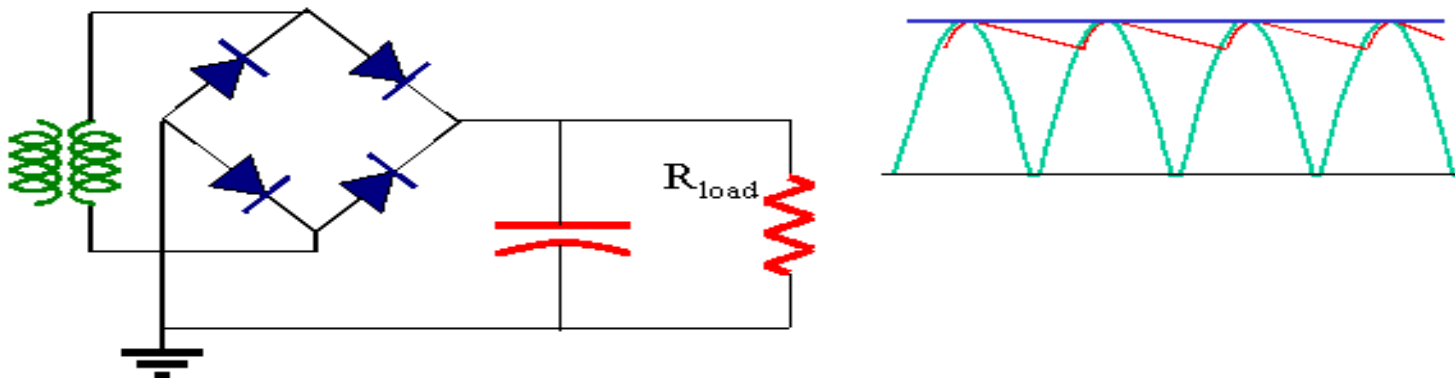
- Tegangan *inverse* puncaknya : $PIV = V_M$

dimana V_M adalah tegangan sekunder maksimum

Filter RC

Gambar di bawah ini menunjukkan dua filter RC di antara kapasitor masukan dan tahanan beban. Dengan rancangan yang seksama, pada frekuensi riak, R jauh lebih besar daripada X_C .

Filter Capacitor



Gambar 4.7 Filter RC

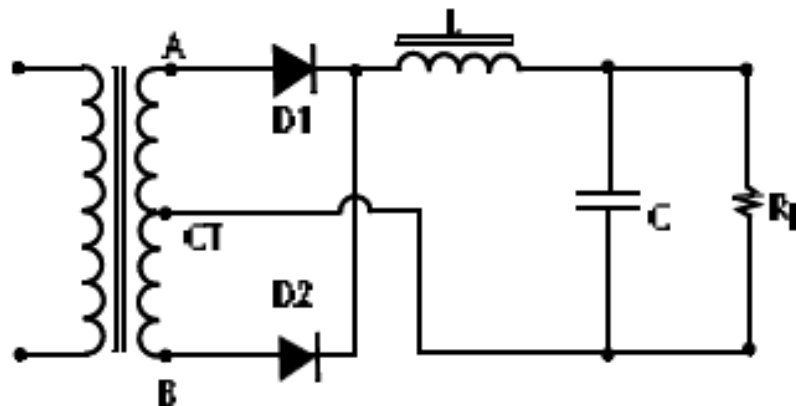
Filter RC (2)

Tegangan riak/ripple akan menurun melintas tahanan seri dan bukan melintas tahanan beban.

- Lazimnya, nilai hambatan R paling tidak $10x$ nilai X_C , artinya setiap bagian meredam riak dengan unsur paling sedikit $10x$.
- Kekurangan utama dari filter RC ialah hilangnya tegangan dc melintas setiap R . Ini berarti bahwa filter RC hanya cocok untuk beban – beban ringan.

Filter LC

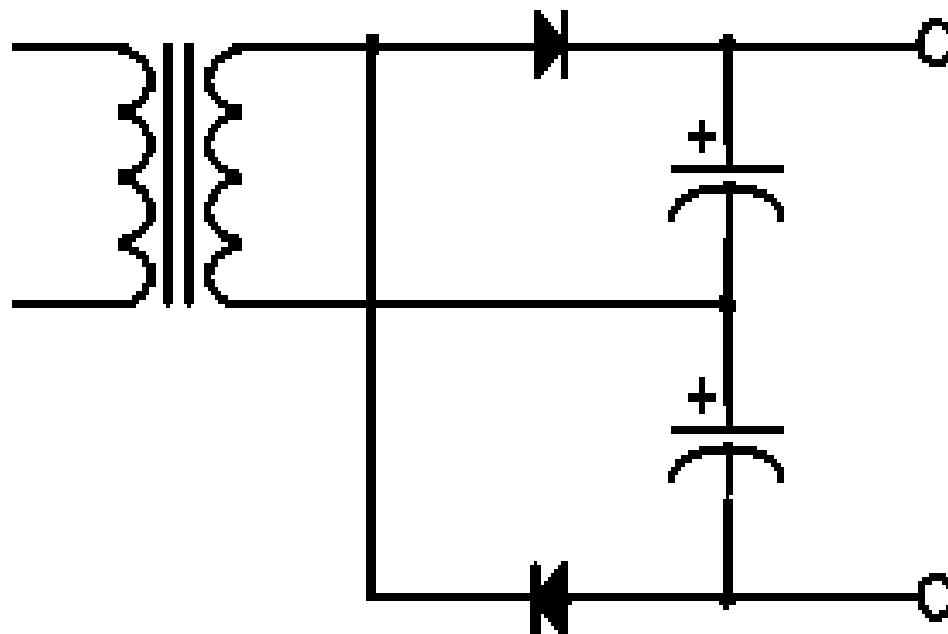
Induktor tunggal jarang digunakan sebagai filter. Kombinasi LC lebih banyak digunakan, yaitu dengan memasang seri antara induktor dan kapasitor yang dihubungkan secara paralel dengan beban (lihat gambar 4.8). Induktor akan mengontrol perubahan besar pada arus beban sedangkan kapasitor digunakan untuk menjaga tegangan keluaran pada harga yang konstan. Kombinasi LC ini dapat menghasilkan tegangan keluaran DC yang relatif lebih halus.



Gambar 4.8 Filter LC

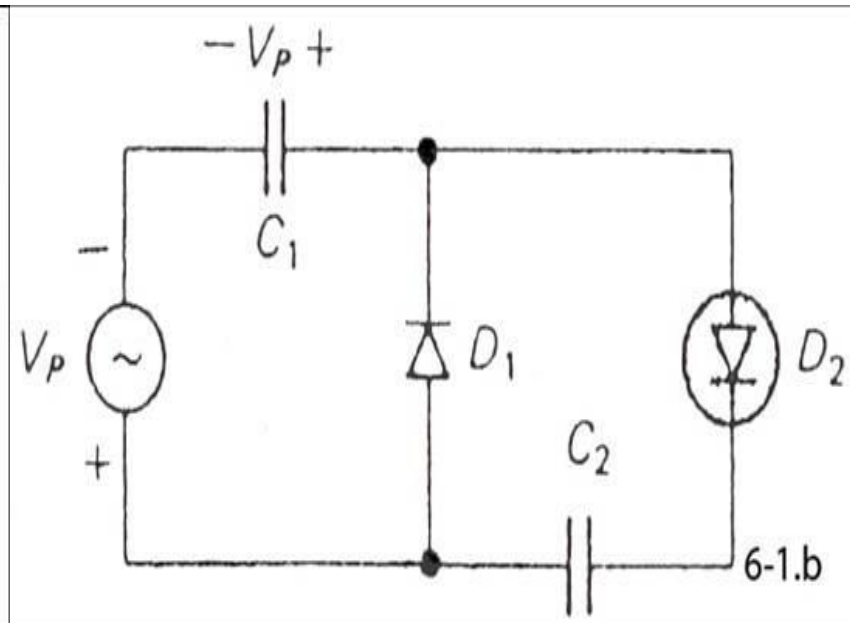
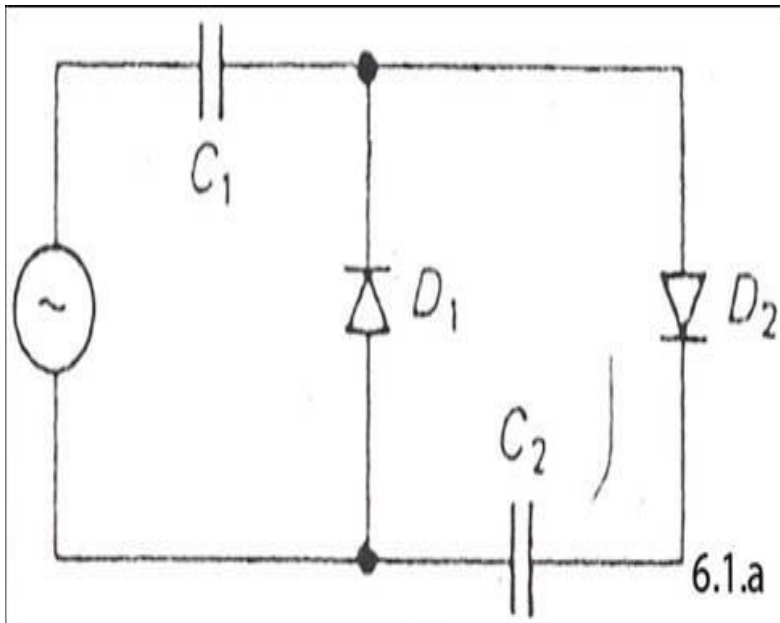
Pengali Tegangan

Pengali tegangan (voltage multiplier) adalah dua atau lebih penyearah puncak yang menghasilkan tegangan dc sama dengan perkalian dari tegangan puncak input (2 VP, 3 VP, 4 VP, dan seterusnya).



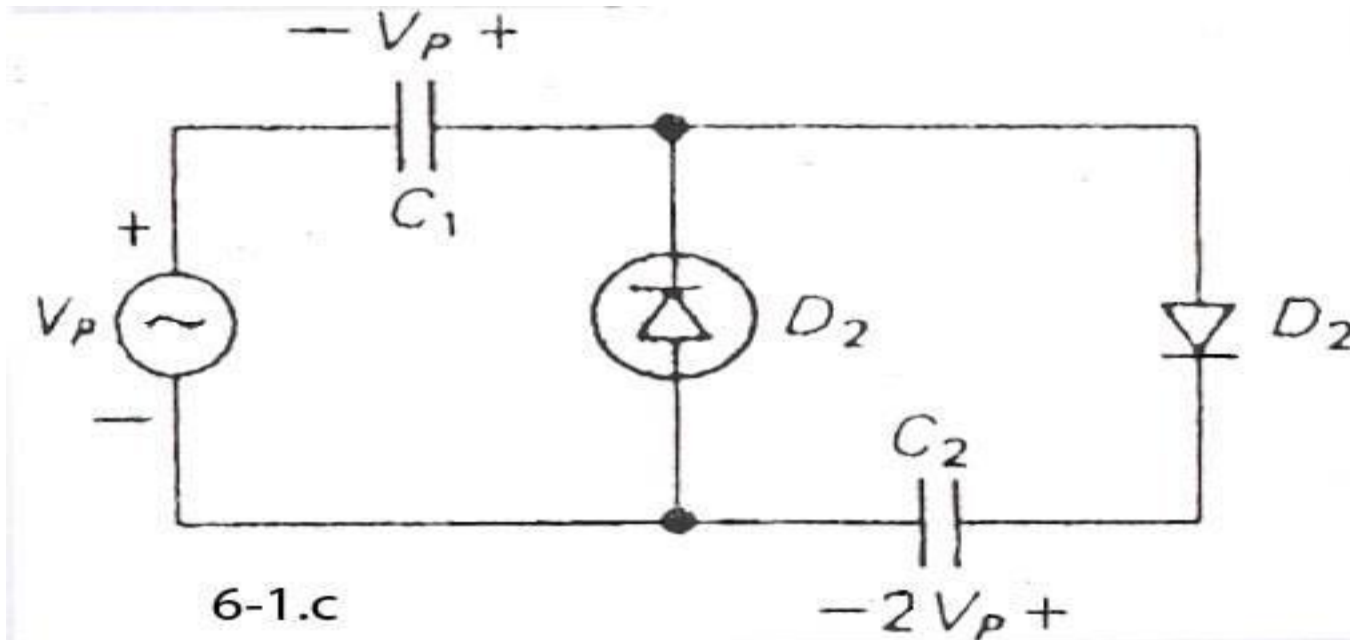
Voltage Doubler

(Gambar 6-1a) adalah voltage doubler, hubungan dari dua penyearah puncak. Pada puncak dari setengah siklus negatif, D_1 terbias forward dan D_2 terbias reverse. Ini akan mengisi C_1 sampai tegangan puncak V_P dengan polaritas seperti yang ditunjukkan pada (gambar 6-1b).



Voltage Doubler (2)

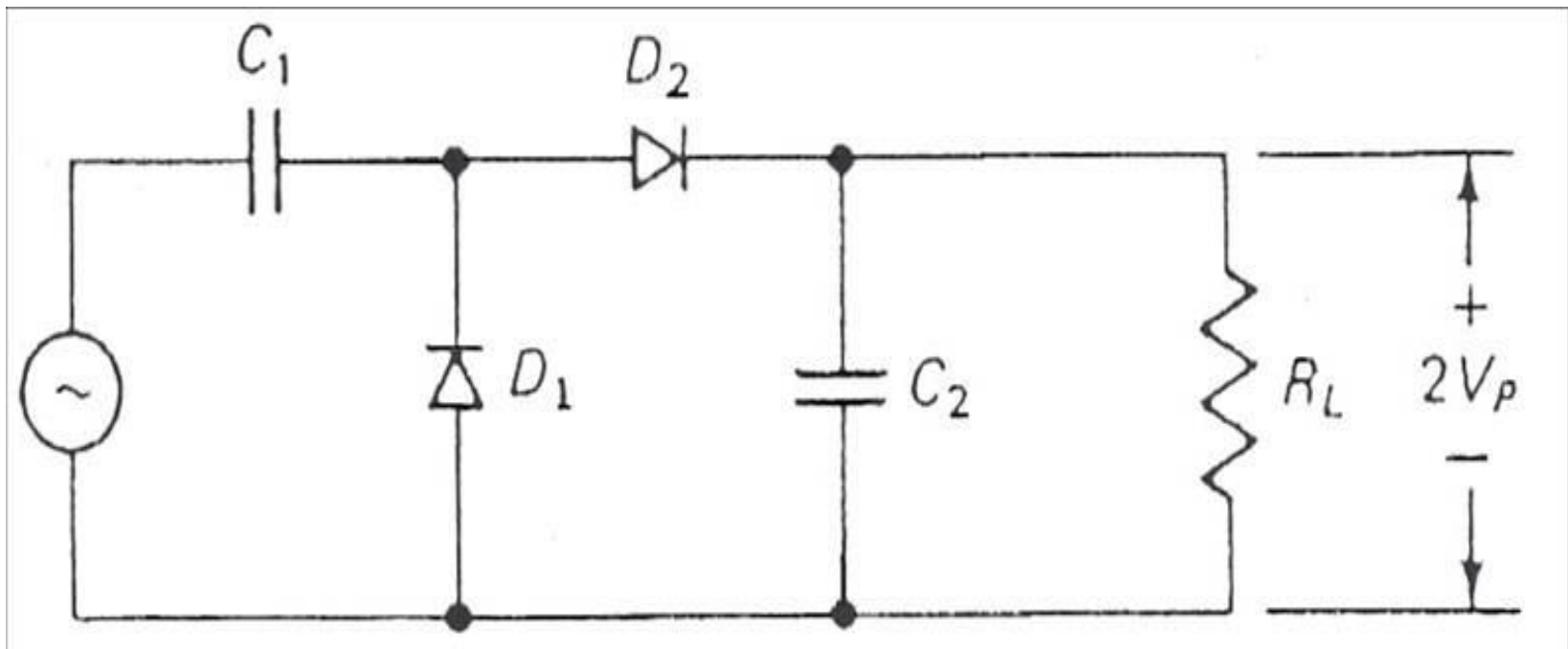
Pada puncak setengah siklus positif, D_1 terbias reverse dan D_2 terbias forward. Karena sumber dan C_1 terpasang seri, C_2 akan mencoba diisi sampai dengan $2 V_P$. Setelah beberapa siklus, tegangan pada C_2 akan sama dengan $2 V_P$ seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Voltage Doubler (2)

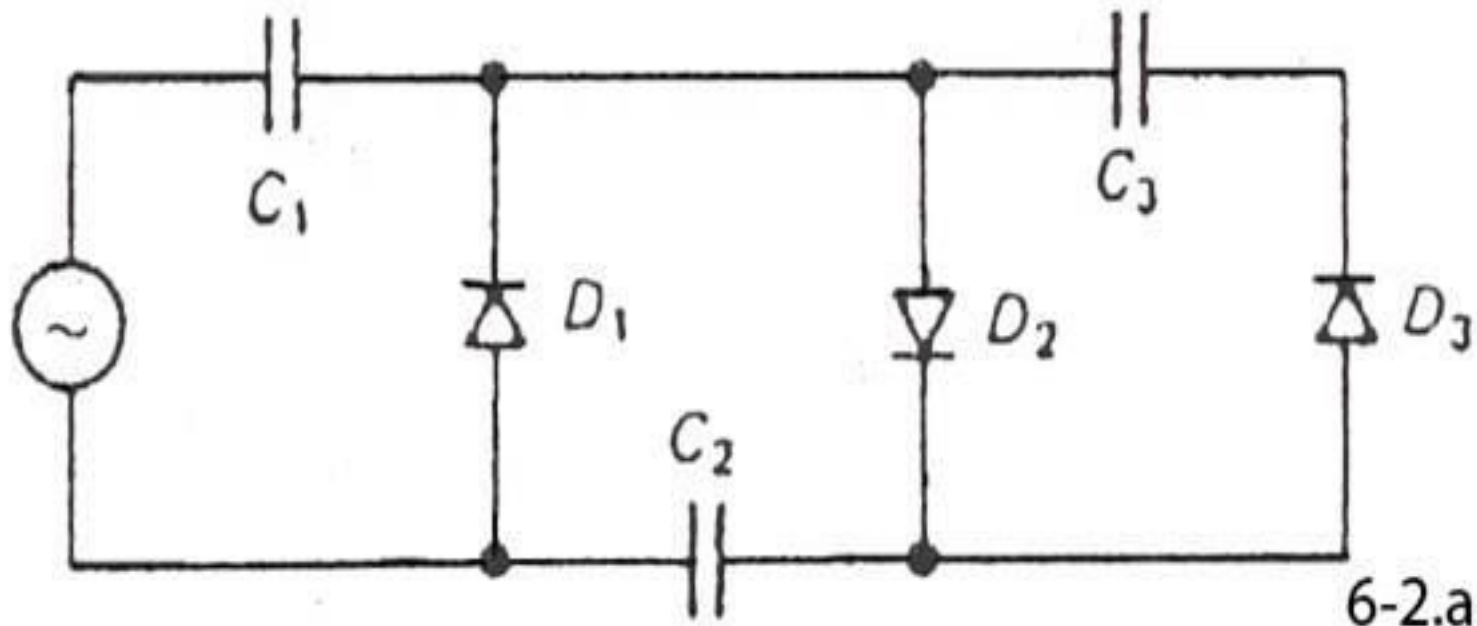
Dengan menggambarkan rangkaian kembali dan menghubungkan resistansi bebas, maka dapat diperoleh rangkaian seperti gambar dibawah ini. Selama R_L besar, tegangan output kira-kira sama dengan $2 V_p$.

Jika diberikan beban ringan , tegangan output dua kali tegangan puncak input.



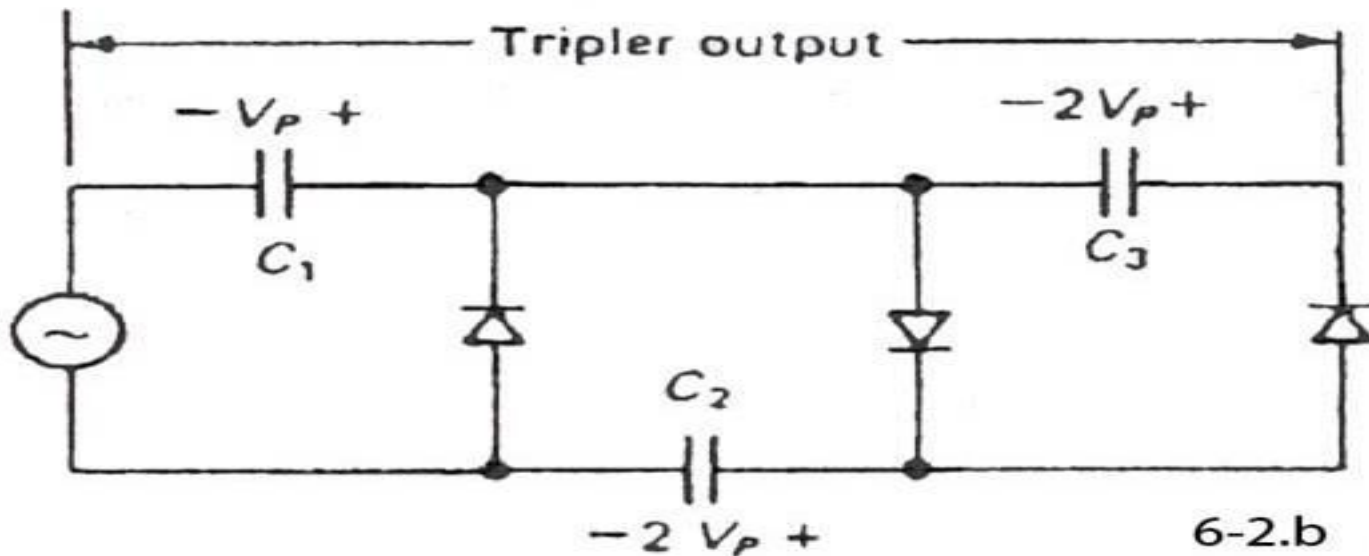
➔ Voltage Tripler

Dengan menghubungkan seksi lain maka diperoleh voltage tripler seperti gambar.6.2a. Dua penyearah puncak pertama berlaku seperti doubler. Pada puncak setengah siklus negatif, D_3 terbias forward



Voltage Tripler (2)

Ini akan mengisi C_3 sampai $2 V_P$ dengan polaritas seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Output tripler terjadi pada C_1 dan C_3 . Resistansi beban dihubungkan pada output tripler. Selama konstanta waktu panjang, output kira-kira sama dengan $3 V_P$.

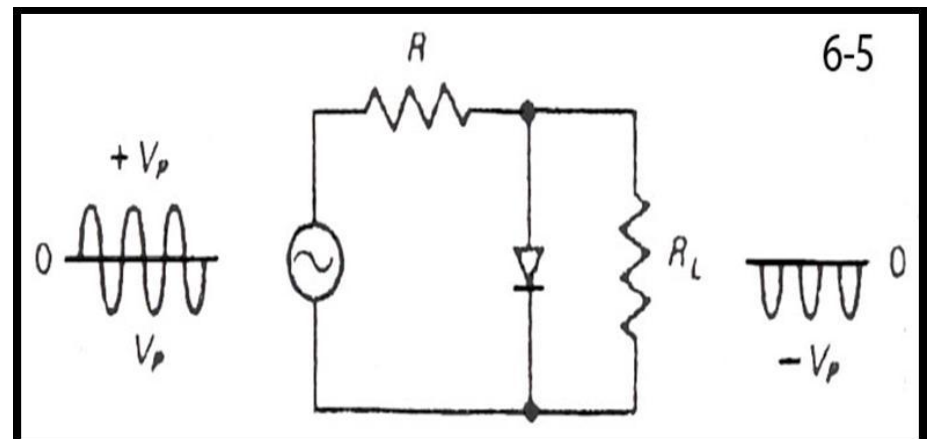
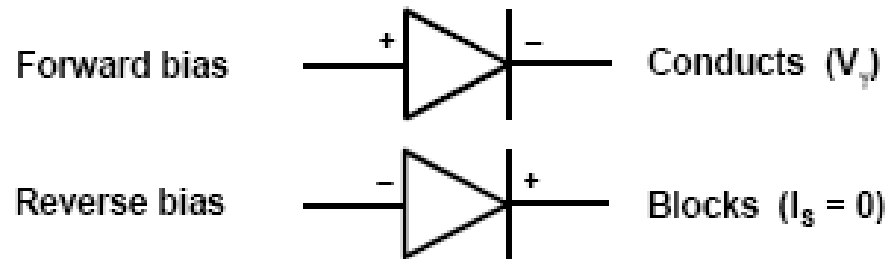
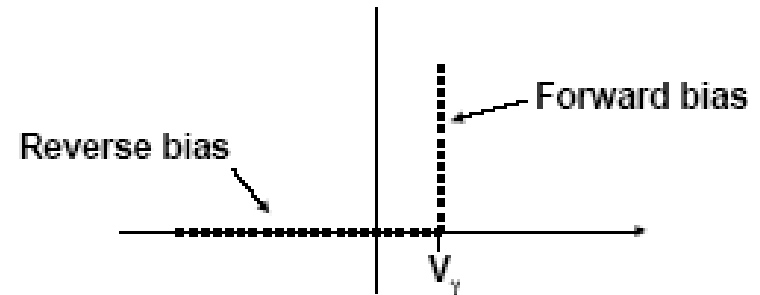


Clipper

Clipper positif

Gambar disamping menunjukkan clipper positif yaitu rangkaian yang membuang bagian positif dari sinyal. Seperti ditunjukkan, tegangan output bagian positifnya semua dipotong.

Setelah setengah siklus positif tegangan input, dioda konduksi.



Clipper positif (2)

- ✓ Tegangan pada hubungan singkat harus sama dengan nol, oleh sebab itu tegangan output sama dengan nol selama tiap – tiap setengah siklus positif.
- ✓ Selama setengah siklus negatif dioda terbias reverse dan kelihatan terbuka.
- ✓ Sebagai akibatnya, rangkaian membentuk pembagi tegangan dengan output :

$$V_{out} = (R_L / (R + R_L)) \cdot V_P$$

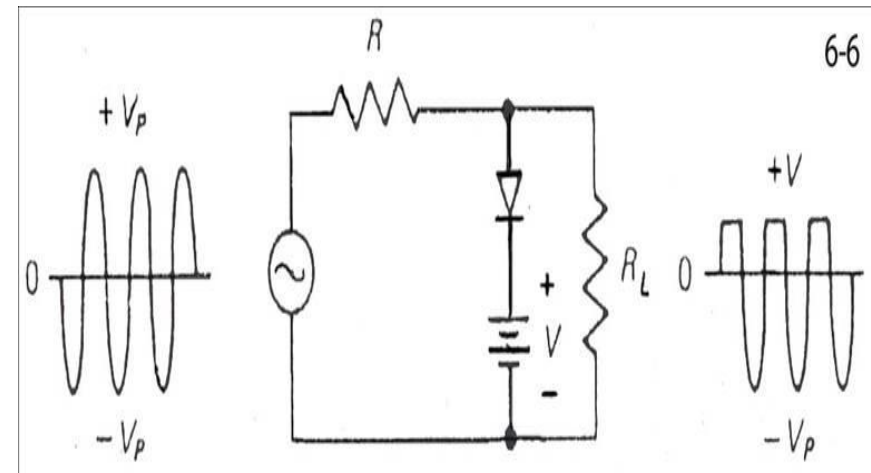
Gambar 6-5 menunjukkan bentuk gelombang output. Semua sinyal diatas level 0 V telah dipotong.

- ✓ Clipper positif disebut pembatas positif (positive limiter). Karena tegangan output dibatasi maksimum 0 V.

Clipper di Bias

(Gambar 6-6) menunjuk clipper dibias. Agar dioda dapat konduksi, tegangan input harus lebih besar daripada $+V$. Ketika V_{in} lebih besar daripada $+V$, dioda berlaku seperti saklar tertutup dan tegangan pada output sama dengan $+V$. Tegangan output tetap pada $+V$ selama tegangan input melebihi $+V$.

Ketika tegangan input kurang dari $+V$, dioda terbuka dan rangkaian kembali pada pembagi tegangan. Sebagaimana biasanya, R_L harus jauh lebih besar daripada R , dengan demikian hampir seluruh tegangan input muncul pada output. Bentuk gelombang output pada (gbr 6-6) menyimpulkan kerja rangkaian. Clipper dibias membuang semua sinyal diatas level $+V$.





Clipper Kombinasi

(Gambar 6-7) merupakan penggabungan antara clipper positif dan negatif. Dioda D_1 konduksi ketika tegangan input lebih besar dari $+V_1$. Oleh sebab itu, tegangan output sama dengan $+V_1$ ketika V_{in} lebih besar daripada $+V_1$.

Sebaliknya, ketika V_{in} lebih negatif daripada $-V_2$, dioda D_2 konduksi. Dengan D_2 dihubung singkat, tegangan output sama dengan $-V_2$ selama tegangan input lebih negatif dari $-V_2$. Ketika V_{in} terletak antara $-V_2$ dan $+V_1$, tidak ada dioda yang konduksi. Dengan R_L jauh lebih besar dari R , hampir seluruh tegangan input muncul pada output. Jika sinyal input besar yaitu V_P jauh lebih besar daripada level pemotongan, sinyal output membentuk gelombang segi empat seperti (gb 6-7)

