

449  
உ  
449 கலவரம் Tunnel diode

1958 Leo Esaki  
மலர் சிங்கி

Heavily doped P-N Junction is called Tunnel diode.

மிக அதிகமாக செறிவு  
அளிக்கப்பட்ட P-N சிங்கி  
கலவரம் 449 கலவரம் எனப்படும்



P-N சிங்கி கலவரம் -  $10^8$

Tunnel diode -  $10^8 + 10^3$

potential barrier (மலர் சிங்கி)  
Depletion region (கலவரம்)

P-N Junction diode - 1 Micron

Tunnel diode -  $10^{-9}$  m ( $10^{-6}$  m)

Tunneling effect (449 கலவரம்)

மலர் சிங்கி மலர் சிங்கி

அளவான கலவரம் செறிவு  
மலர் சிங்கி 449 கலவரம்



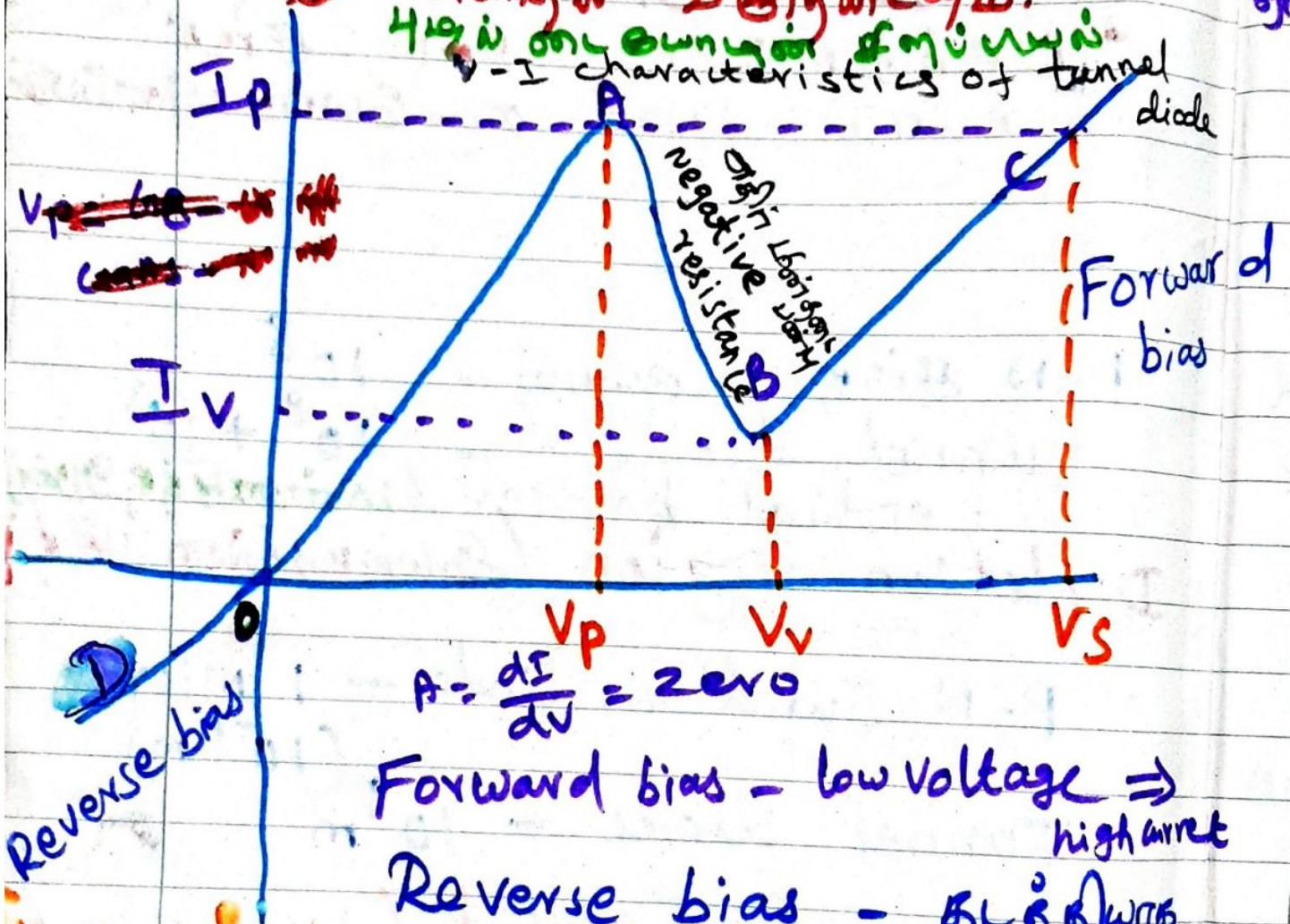
# Germanium Gallium Arsenide

Low power device

It can be easily damaged by heat and static electricity

It is a low power device. It is very sensitive to heat and static electricity.

I-V characteristics of tunnel diode



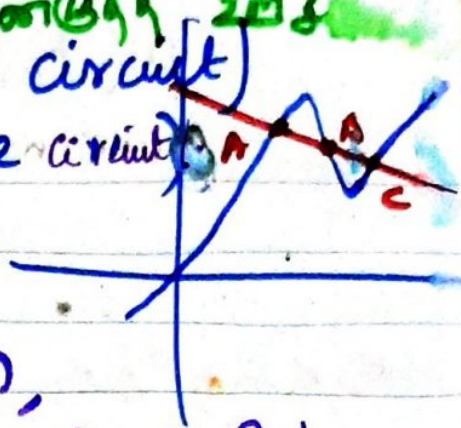
- $I_p$  - Peak current
- $I_v$  - Valley current
- $V_p$  - Peak voltage
- $V_v$  - Valley voltage



V<sub>s</sub> - Voltage swing (വോൾട്ടേജ് സ്വിംഗ്)

staircase signal (Digital circuit)

square signal (Pulse circuit)



Uses

$V_p = 6e - 65 \text{ mV}$   
 $V_{max} = 160 \text{ mV}$

- Amplifier (അമ്പ്ലിഫയറ)
- Oscillator (ഓസിലേറ്റർ)
- Switch (സ്വിച്ച്)

ജിഫ്ലവൻ പവർ ഉപയോഗം (Rectifier)

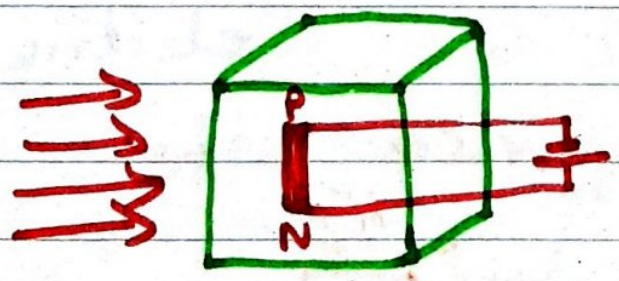
Switching time -  $10^{-9} \text{ s}$

Logic memory storage (ഭിന്നിത ദത്താർത്ഥം) (ഒഴുപ്പ)

d) Relaxation oscillator (റിലാക്സേഷൻ ഓസിലേറ്റർ)

L, C, - മൈക്രോവേവ് ഓസിലേറ്റർ  
 - Micro wave oscillator  
 സോൾജൻ ജമ്പ് ഓസിലേറ്റർ

photo diode (ഗ്രാഫ് ഓൾഡയർ)



Quantum theory (ക്വാണ്ടം തിയറി)

ഗ്രാഫ് ജിൻഡർ കഴിവില്ലാത്ത ക്രമം ക്രമങ്ങൾ (ഗ്രാഫ് ജിൻഡർ കഴിവില്ലാത്ത ക്രമം ക്രമങ്ങൾ)



Photon energy =  $h\nu$

ଅନୁଲୋକିତ ଯାଏ (inverted)

$\nu$  - ଆବିର୍ଭାବର ଆବୃତ୍ତି  
frequency of photons.

ଆବିର୍ଭାବର ଶକ୍ତି ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ ଏବଂ  
ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ ଯଦି  $(h\nu) > E_g$  ଅଟେ।  
Valence band  $\Rightarrow$  Conduction band

Couple of electrons and holes

ଆବିର୍ଭାବର ଆବୃତ୍ତି ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ।  
ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ ଯଦି ଆବୃତ୍ତି ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ।

(Internal photo electric effect)

1873 - ଆବିର୍ଭାବର ଆବୃତ୍ତି ଅନୁଲୋକିତ ହୁଏ।

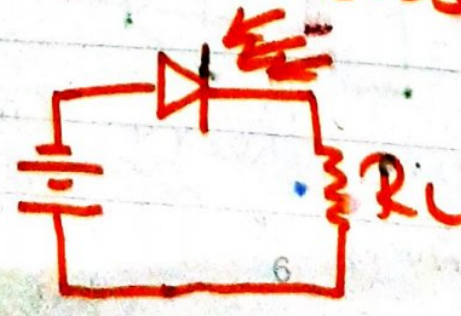
(ଅନୁଲୋକିତ)  
Photo diode,

(ଅନୁଲୋକିତ)  
Photo transistor,

Solar cells  
(ଆବିର୍ଭାବର ଆବୃତ୍ତି ଅନୁଲୋକିତ)

(Internal photo electric effect)

Only Reverse bias

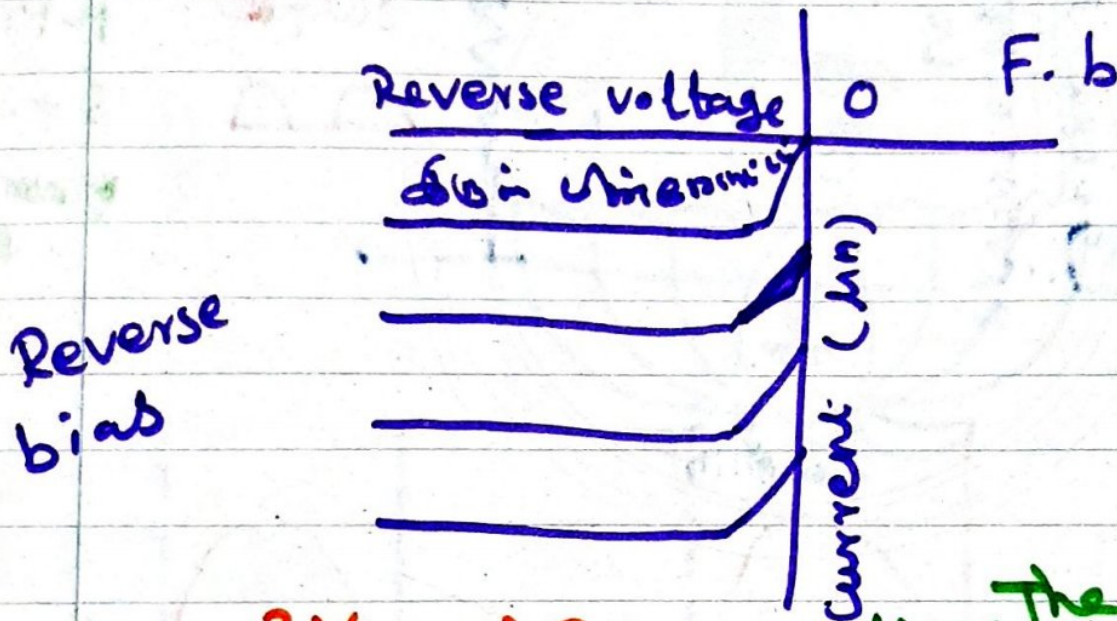




without radiation  $\rightarrow$  high resistance  
 without radiation  $\rightarrow$   $\mu A$  (current)

with radiation  $\rightarrow$  couple of holes and electrons

low Reverse Voltage — constant current  
 dark current (in absence of radiation)



3V - 25 mA

3V - 300 mA

The more light striking the Jnl. the larger the reverse current through the diode (Increase of Radiation)

### Uses

1. Variable Resistance (Long signal device)
2. Photoconductive light detector (in photoconductor)
3. Digital circuit (in a binary)
4. Switch (light)
5. demodulation (communication)



# Optical communication equipment (Optical communication system)

## (1) Rectifiers (Rectifiers)

A.C  $\rightarrow$  D.C

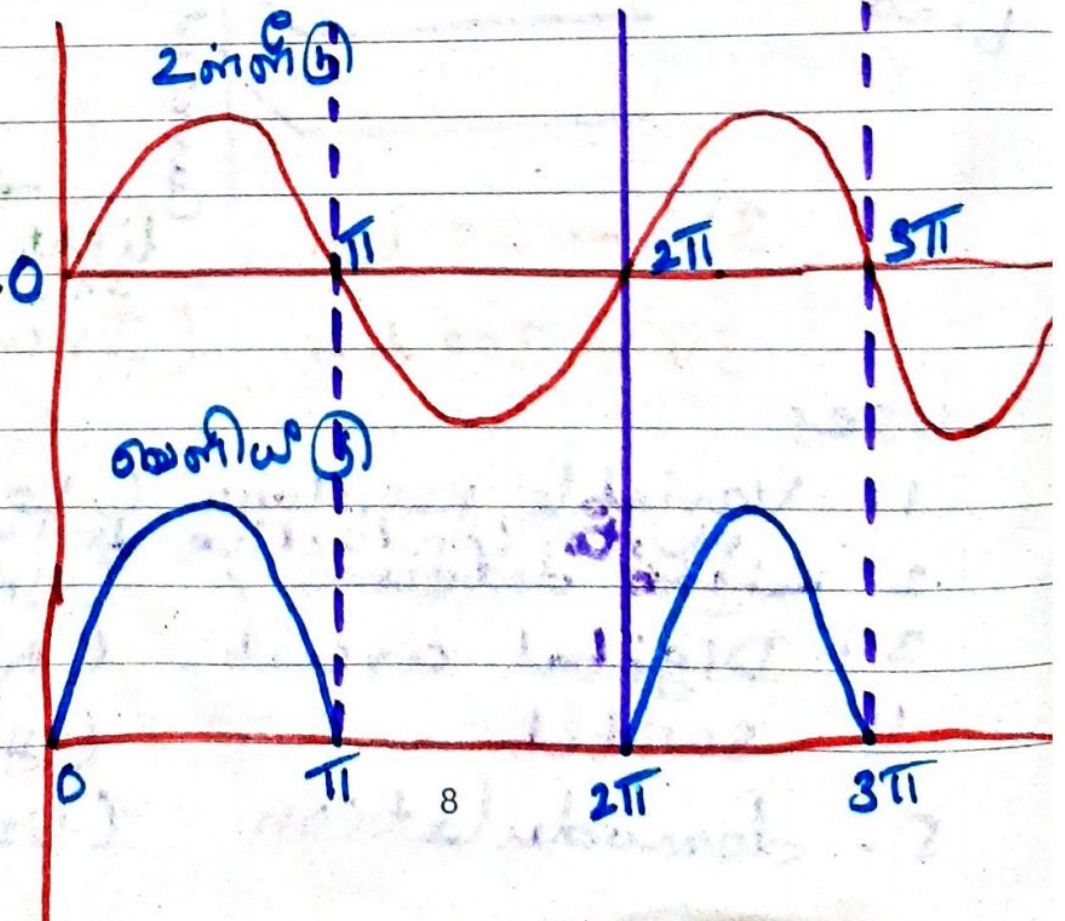
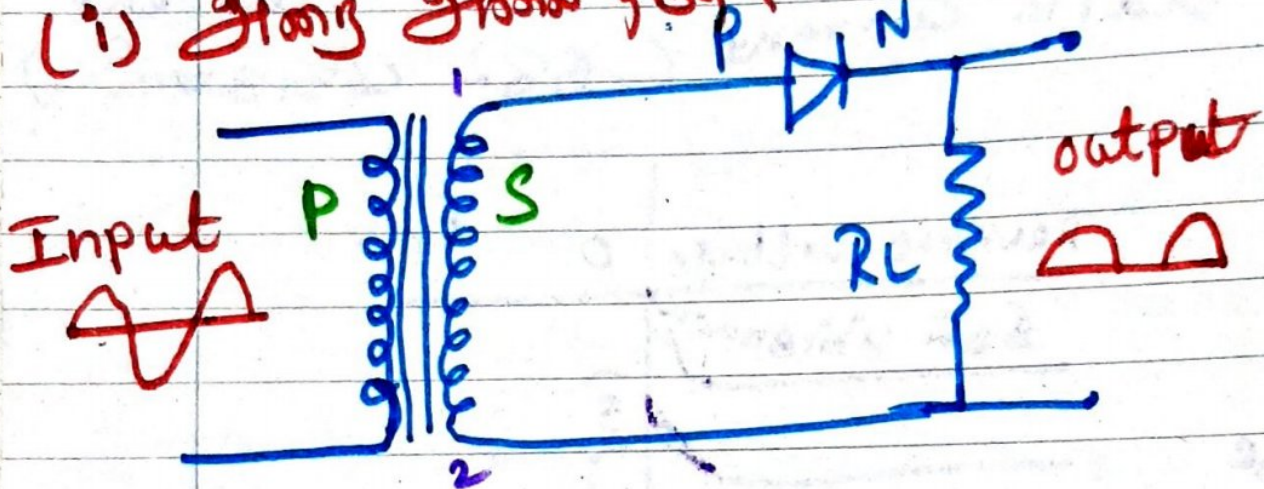
(i) Half wave Rectifier

(ii) Full wave Rectifier

Uni directional device

(i) Single diode circuit

(ii) Bridge circuit





x,  
iny

actidie  
கிடுக்த  
rectiti  
on of  
- (கி)

P-Primary circuit - P  
செ  
S-Secondary circuit - S  
கொண்ட கி  
கி

Input . (கிசி மொடி கிமிடி)

positive half region cycle

1 - Positive (கிசிமொடி)

2 - Negative

P-N Junction diode

(கிசிமொடி)

forward bias  
கொண்ட கிமி  
low resistance  
கிமி கிமி



Negative half region cycle

1 - Negative (கிசி)

2 - Positive (கிசி)

P-N Junction diode

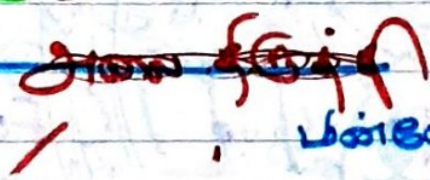
Reverse bias  
high resistance  
o/p - Nil

Poru

Primary circuit - P

Secondary circuit - S

(ii) கிமி



கிமி கிமி கிமி கிமி

Positive half cycle

The diode is Forward biased and therefore conducts current.

π



## Efficiency of Half-wave Rectifier

அரை அலை திருத்தி உருவாகும் ஊழல் திறன்

The ratio of d.c. power output to the applied input a.c. power is known as rectifier efficiency. ~~இது~~ d.c. திறன் மையமடையுள்ளது, a.c. திறன் 2 மடங்கடையுள்ளது 2 மடங்கடையது, திருத்தி உருவாகும் ஊழல் திறன் தரப்படும்.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Efficiency of Rectifier} \\ \text{திருத்தி உருவாகும் ஊழல் திறன்} \end{array} \right\} \eta = \frac{\text{dc power output}}{\text{ac power input}}$$

$$\frac{\text{dc power (dc திறன்)}}{\text{ac திறன் 2 மடங்கடையது}} = \frac{\text{dc திறன் மையமடையுள்ளது}}{\text{ac திறன் 2 மடங்கடையது}}$$

The output current is pulsating direct current, therefore, in order to find dc power, average current has to be found out. மையமடையுள்ளது மையமடையுள்ளது, திருத்தி உருவாகும் மையமடையுள்ளது. dc திறன் தரப்படும், திருத்தி உருவாகும் மையமடையுள்ளது தரப்படும்.

$$\begin{aligned} I_{av} &= I_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i \, d\theta = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{V_m \sin \theta}{r_f + R_L} \, d\theta \\ &= \frac{V_m}{2\pi (r_f + R_L)} \int_0^{\pi} \sin \theta \, d\theta \\ &= \frac{V_m}{2\pi (r_f + R_L)} (-\cos \theta)_0^{\pi} \\ &= \frac{V_m}{2\pi (r_f + R_L)} \times 2 (1+1) \end{aligned}$$



$$= \frac{V_m}{\sqrt{\pi} (r_f + R_L)} \times \sqrt{2}$$

$$= \frac{V_m}{r_f + R_L} \times \frac{1}{\pi}$$

$$= \frac{I_m}{\pi}$$

$$\therefore I_m = \frac{V_m}{r_f + R_L}$$

$$\therefore \text{dc power, } P_{dc} = I_{dc} \times R_L = \left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 \times R_L$$

dc திறம்

ac Power input (ac திறம் 2 மார் (b))

$$P_{ac} = I_{rms}^2 (r_f + R_L)$$

For a half wave rectified wave }  $I_{rms} = \frac{I_m}{2}$

அரை அலை திருத்திய பரவல் திறம் (b)

$$\therefore P_{ac} = \left(\frac{I_m}{2}\right)^2 (r_f + R_L)$$

$$\therefore \text{Rectifier efficiency } \left\{ \begin{aligned} &= \frac{\left(\frac{I_m}{\pi}\right)^2 \times R_L}{\left(\frac{I_m}{2}\right)^2 (r_f + R_L)} \\ &= \frac{0.406 R_L}{r_f + R_L} = \frac{0.406}{1 + r_f/R_L} \end{aligned} \right.$$

திருத்திய பரவல் திறம்

This efficiency will be maximum, if  $r_f$  is negligible as compared to  $R_L$ .  $R_L$  2 மார்

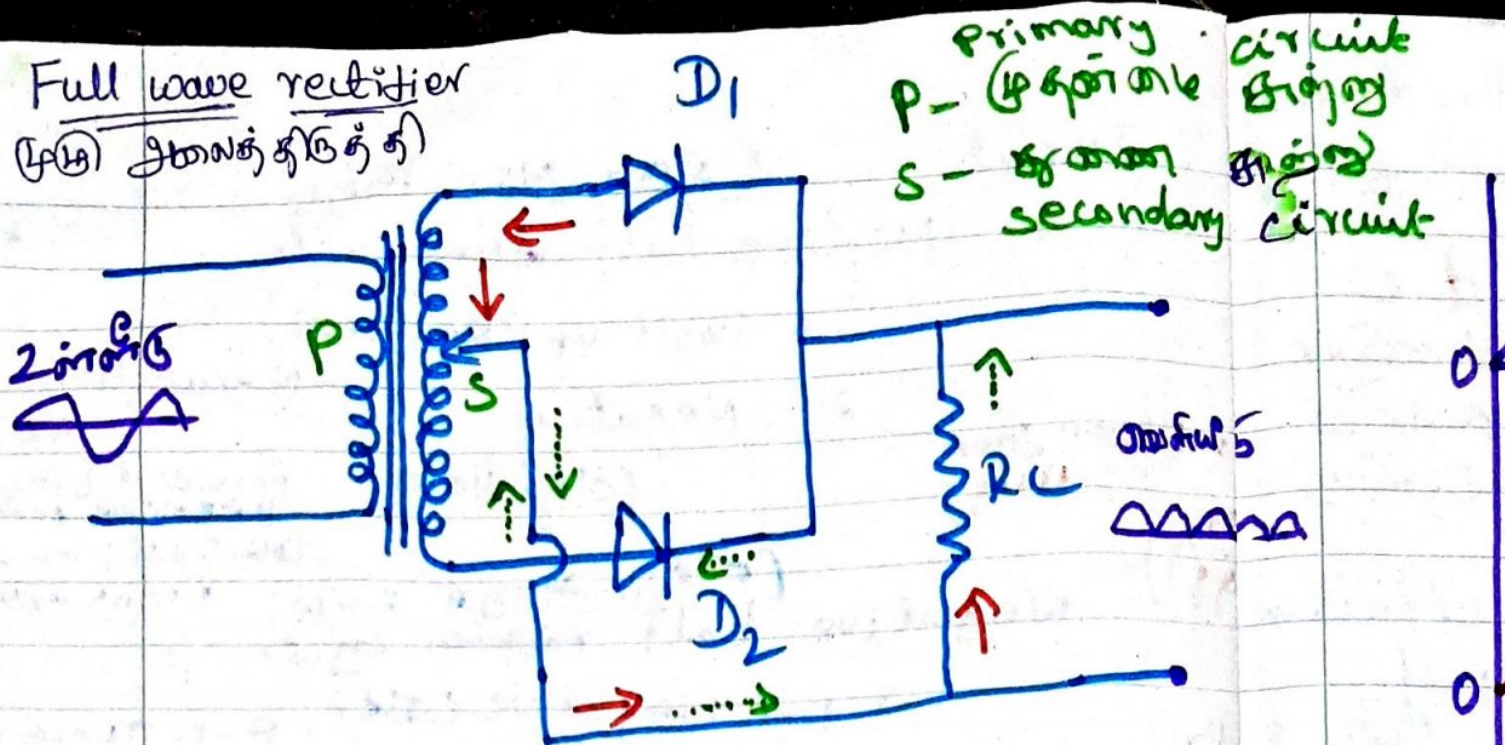
குறைவாக உள்ளது,  $r_f$  4 மார் (b) திருத்திய பரவல் திறம், அதன்

+ அரை அலை திருத்திய பரவல் திறம் பெறப்படும்.

$$\therefore \text{Maximum rectifier efficiency } \left\{ \begin{aligned} &= 40.6\% \\ &\text{திருத்திய பரவல் திறம்} \end{aligned} \right.$$



Full wave rectifier  
(முழு அலை திருத்தி)



Input

1. Positive half cycle  
(நேர் அலை திருத்தி)

$D_1$  - Positive (Forward bias)  
(நேர் அலை)

$D_2$  - Negative (Reverse bias)  
(எதிர் அலை)  
→ output

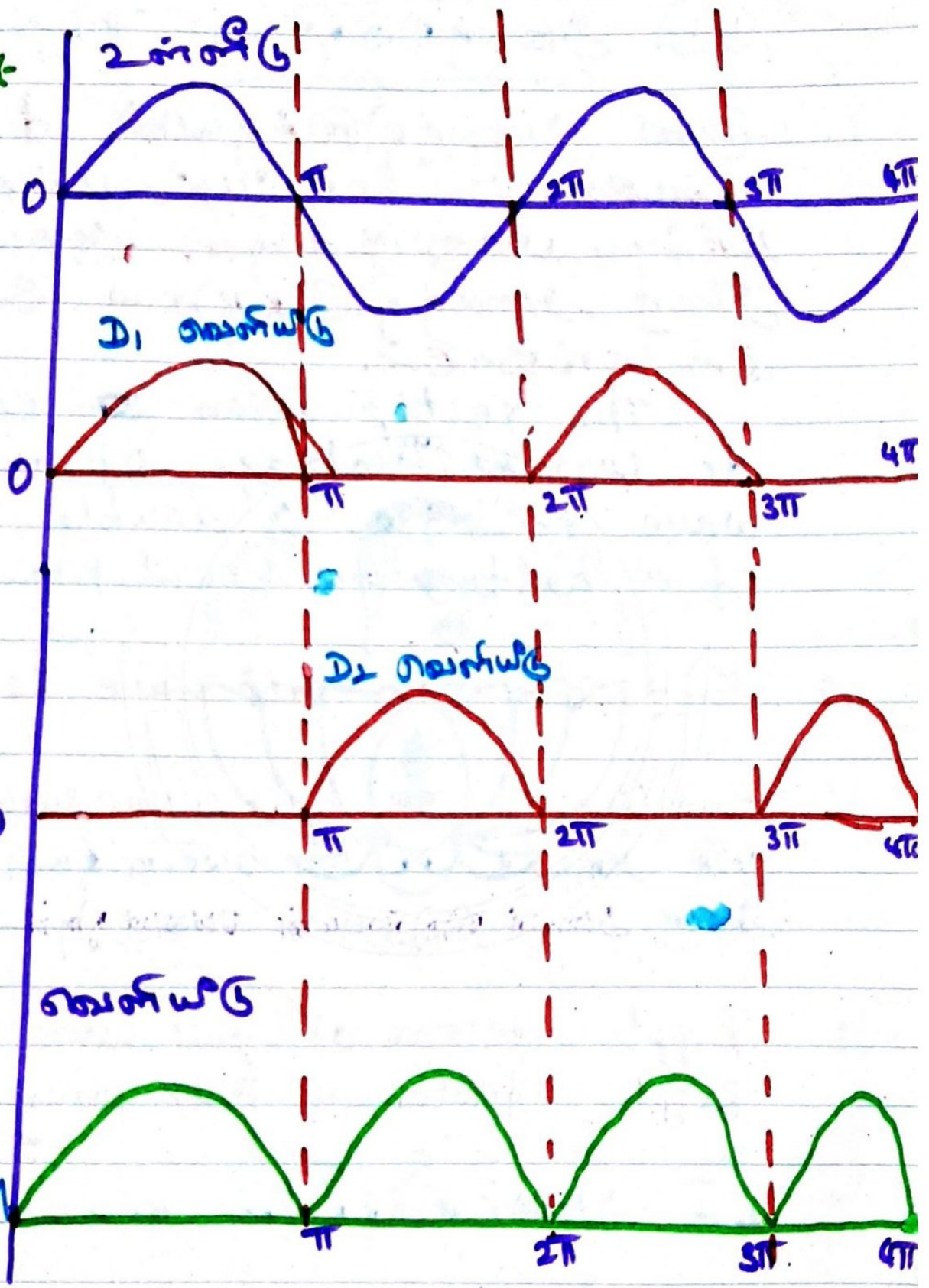
2. Negative half cycle  
(எதிர் அலை திருத்தி)

$D_1$  - Negative (Reverse bias)  
(எதிர் அலை)

$D_2$  - Positive (Forward bias)  
(நேர் அலை)  
.....→ output



uit  
D  
uit



1

iny  
0

iny



# Efficiency of full-wave rectifier (பொது) அமைதி திருத்தவரை படிக்கவும்

Let  $V = V_m \sin \theta$  be the ac voltage to be rectified. Let  $r_f$  and  $R_L$  be the diode resistance and load resistance.

Obviously the rectifier will conduct current through the load in the same direction for both half cycles of input ac voltage.

திருத்தவரை மூலக்கூறு ac மின்னழுத்தம்

$$V = V_m \sin \theta \text{ இதுதான் மின்னழுத்தம்.}$$

$r_f$  மற்றும்  $R_L$  மின்னழுத்தம் மூலக்கூறு மின்னழுத்தம்

மூலக்கூறு மின்னழுத்தம். 2 மின்னழுத்தம் ac மின்னழுத்தம்

இது மின்னழுத்தம் மூலக்கூறு, மூலக்கூறு மின்னழுத்தம்

மூலக்கூறு மின்னழுத்தம் மூலக்கூறு மின்னழுத்தம்.

The instantaneous current }  $i = \frac{V}{r_f + R_L} = \frac{V_m \sin \theta}{r_f + R_L}$   
 மூலக்கூறு மின்னழுத்தம்

dc output power

(dc மின்னழுத்தம்) } The output current is pulsating direct current. Therefore, in order to find the dc power, average current has to be found out.

மூலக்கூறு மின்னழுத்தம், மூலக்கூறு மின்னழுத்தம்

dc மின்னழுத்தம் காண, மூலக்கூறு மின்னழுத்தம் காண வேண்டும்.

$$I_{dc} = \frac{2 I_m}{\pi}$$

dc power output }  $P_{dc} = I_{dc}^2 \times R_L$   
 dc மின்னழுத்தம் மூலக்கூறு

$$= \left( \frac{2 I_m}{\pi} \right)^2 \times R_L$$











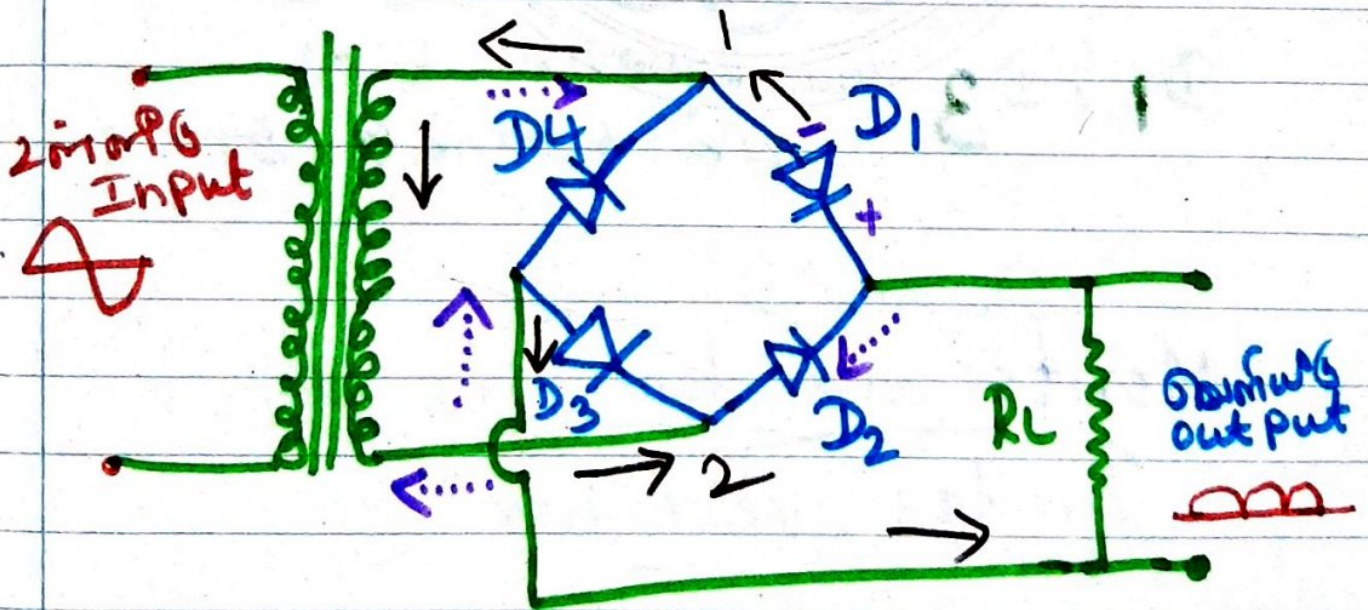
Demerits (கேரமைப்புகள்)

Full wave rectifier needs more <sup>circuit</sup> elements and it's costlier.

குறிப்பு: இரண்டு திசைகளிலும் பணியாற்றும் மூன்று திசைகளிலும் பணியாற்றும் மூன்று திசைகளிலும் பணியாற்றும்.

## Bridge Rectifier

பாலு குறுக்கி





## Input

1. First half cycle

ଫିରମା ଶାନ୍ତି ଶାନ୍ତି

1 - Positive voltage (ଫିରମା ଶାନ୍ତି)

2 - Negative voltage (ଫିରମା ଶାନ୍ତି)

$D_1, D_3$  - Forward bias  
ଫିରମା ଶାନ୍ତି

$D_2, D_4$  - Reverse bias  
ଫିରମା ଶାନ୍ତି

ଫିରମା ଶାନ୍ତି →

2. Second half cycle

ଫିରମା ଶାନ୍ତି ଶାନ୍ତି

1 - Negative voltage (ଫିରମା ଶାନ୍ତି)

2 - Positive voltage (ଫିରମା ଶାନ୍ତି)

$D_2, D_4$  - Forward bias  
ଫିରମା ଶାନ୍ତି

$D_1, D_3$  - Reverse bias  
ଫିରମା ଶାନ୍ତି

ଫିରମା ଶାନ୍ତି

Merits and demerits of

Bridge rectifier

ଫିରମା ଶାନ୍ତି (ଫି) ଫିରମା ଶାନ୍ତି

ଫିରମା ଶାନ୍ତି ଫିରମା ଶାନ୍ତି, ଫିରମା ଶାନ୍ତି.



1. No centre tap is required in the transformer secondary. So in case of a bridge rectifier the transformer required is simpler.

சாதாரண மின்தர்ப்புரிம உபகரணங்களில்  
 மையக் குறுக்குக் கோடு ~~பயன்படுத்தப்படும்~~  
 இல்லாதது.

2. Low cost கேம்பு

• Its needs four <sup>junction</sup> diodes, two of which conduct in alternate half cycles.

நான்கு திசுத் தைலயான்கள்  
 தேவைப்படுகிறது. ஒவ்வொரு  
 அரைச்சுழற்சியும் தொடராக இவைகள்  
 மூலம் இது தைலயான்கள் வழியாக  
 மின்னோட்டம் செல்கிறது.

### Filters (வழங்குகள்)

#### Rectifier

$$o/p - d.c + A.c$$

The o/p from any of the rectifier circuits just discussed is not purely dc. but, also has some ac components, called ripples, along it.



ഏറ്റവും ഉയർന്ന വോൾട്ടേജ്  
 DC കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ AC കമ്പ്യൂട്ടറുകൾ കണ്ടിട്  
 ചെയ്യുന്നു. വോൾട്ടേജ് AC കമ്പ്യൂട്ടർ  
 ഉപയോഗിക്കുന്നു. അതേ ഏറ്റവും ഉയർന്ന  
 വോൾട്ടേജ് വേഗം കമ്പ്യൂട്ടർ

Rectifiers ← Filters → Load Resistance  
 ഏറ്റവും ഉയർന്ന ഡിസ്കോ

Filters → Inductance, Capacitance,  
 Resistance (passive components)

ഉയർന്ന ഡിസ്കോ - ഡിസ്കോ, ഡിസ്കോ,  
 ഡിസ്കോ (ഡിസ്കോ 2 ഡിസ്കോ)

ഡിസ്കോ - D.C. ഡിസ്കോ  
 Inductance A.C. ഡിസ്കോ

Capacitance - AC ← ഡിസ്കോ  
 DC → ഡിസ്കോ

### Types of Filters.

1. Shunt capacitor filter
  2. Series choke filter
- ഡിസ്കോ ഡിസ്കോ ഡിസ്കോ



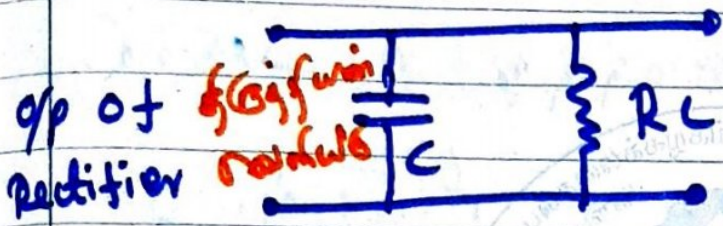
3. choke input filter (or) L-section filter

சேரி, 2 மீட்டர் வழங்கி (அ)

L மீட்டர் வழங்கி

4. Capacitor input filter (அ)  $\pi$  section filter  
 2 மீட்டர் மீட்டர் வழங்கி  $\pi$ -மீட்டர் வழங்கி

1. Shunt capacitor



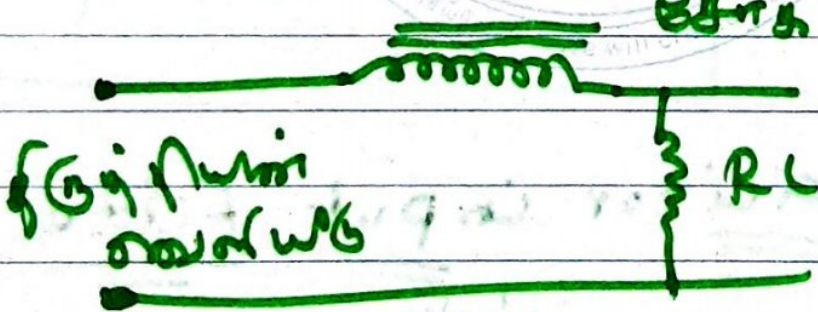
சீரான மின்னழுத்தம்  
 dc - high impedance  
 ac - Low impedance

ac - Ground (சீரான) Filter. (வழங்கி)

o/p - dc -

2. Series choke filter

சேரி (choke)



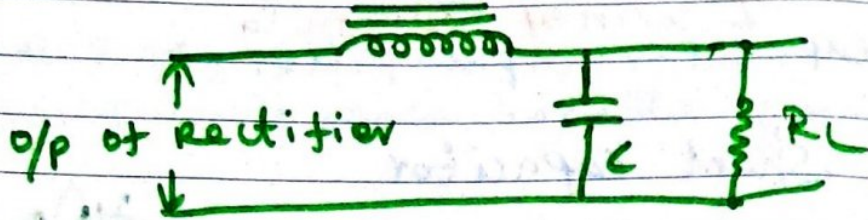
AC மூலம் ஏதேனும் DC மூலம் பெறும்

கேள்விகள்

சீரான மின்னழுத்தம் மின்னழுத்தம்  
 சீரான மின்னழுத்தம் சேரி சீரான மின்னழுத்தம்  
 சீரான மின்னழுத்தம் சீரான மின்னழுத்தம்  
 சீரான மின்னழுத்தம்



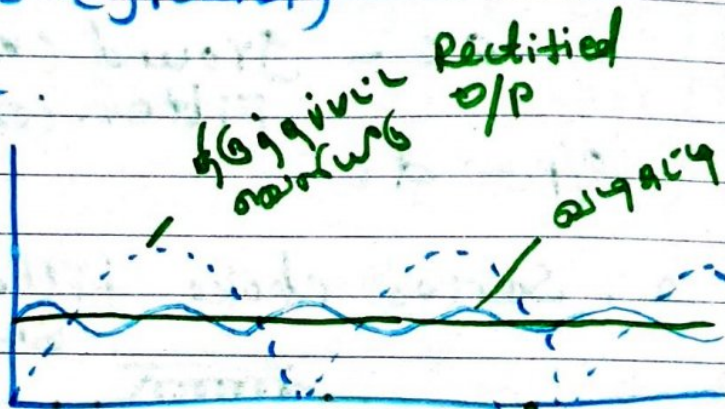
3.  $2 \text{ mH}$  ചുങ്കം  $(L)$   
 $2 \text{ mF}$  കപ്പാസിറ്റർ  $(C)$



DC സൗകര്യം നൽകുന്ന AC ഓൗട്ട്പുട്ട്

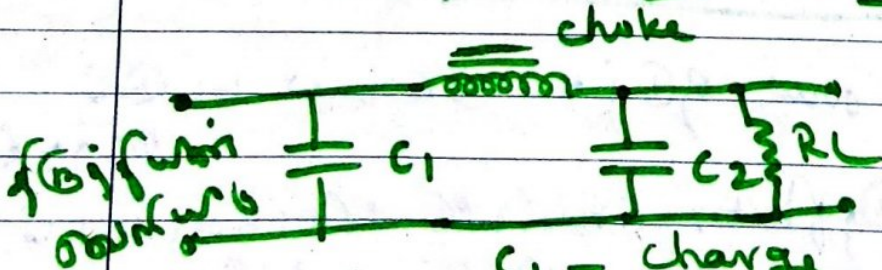
Choke  $\rightarrow$   $2 \text{ mH}$  ചുങ്കം  $(L)$   
 $C - \text{ac (ground)}$

o/p - dc



സൗകര്യം  
Filtered  
o/p

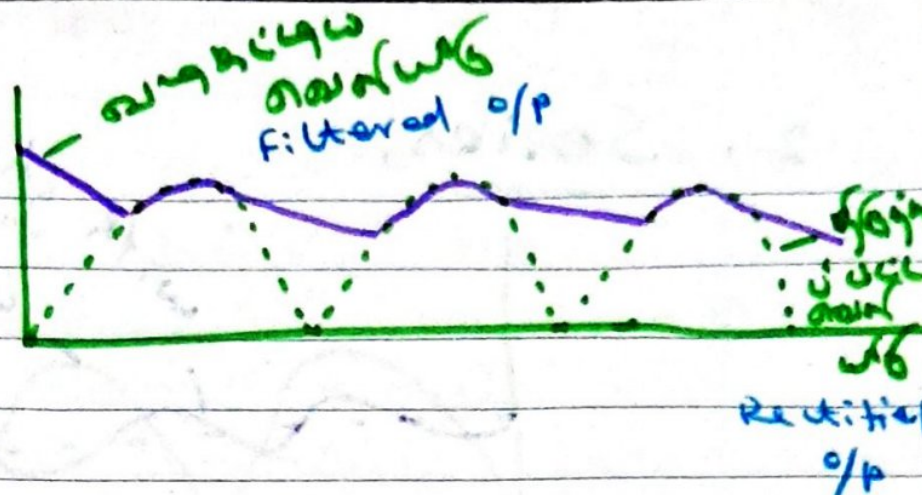
4. Capacitor input filter



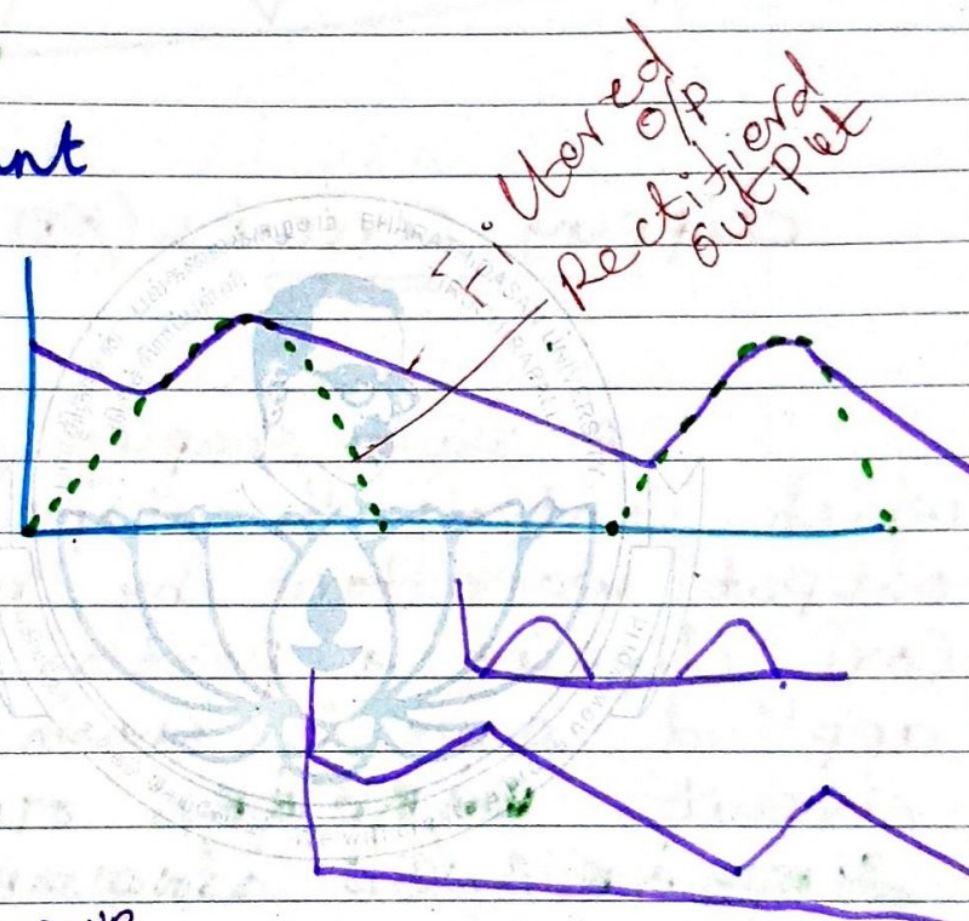
$C_1$  - charge capacitor  
 Choke -  $2 \text{ mH}$  ചുങ്കം  
 $C_2$  - ac (ground)

സൗകര്യം  
2)

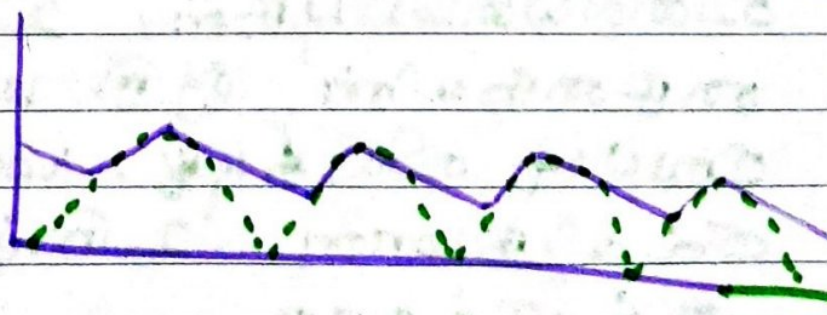




1. Shunt

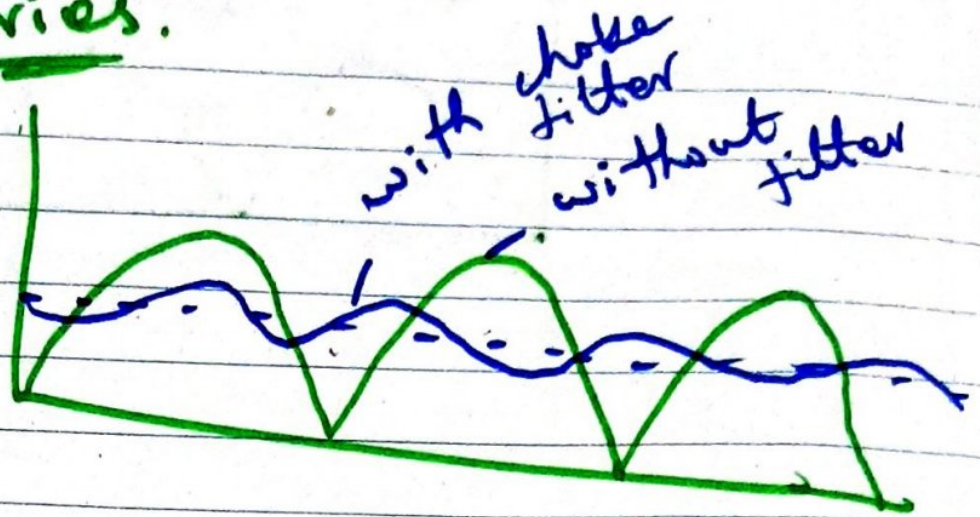


Full wave  
~~wave~~





## 2. Series.



## clipping circuits (அ) கிளிப்பிங் சுற்றுகள்)

A wave shaping circuit which controls the shape of the output wave form by removing (or) clipping a portion of the applied wave is known as clipping circuit.

கிளிப்பிங் சுற்று என்பது அளிக்கப்படும் அலைவடிவத்தை மாற்றுவதற்காக, அதன் மீட்டிங் அலைவடிவத்தை மீட்டிங் செய்து அதன் மீட்டிங் அலைவடிவத்தை மாற்றுவதற்காக உருவாக்கப்பட்ட ஒரு சுற்று ஆகும். லாட்ஜ் அலைவடிவத்தை மாற்றுவதற்காக உருவாக்கப்பட்ட ஒரு சுற்று ஆகும்.

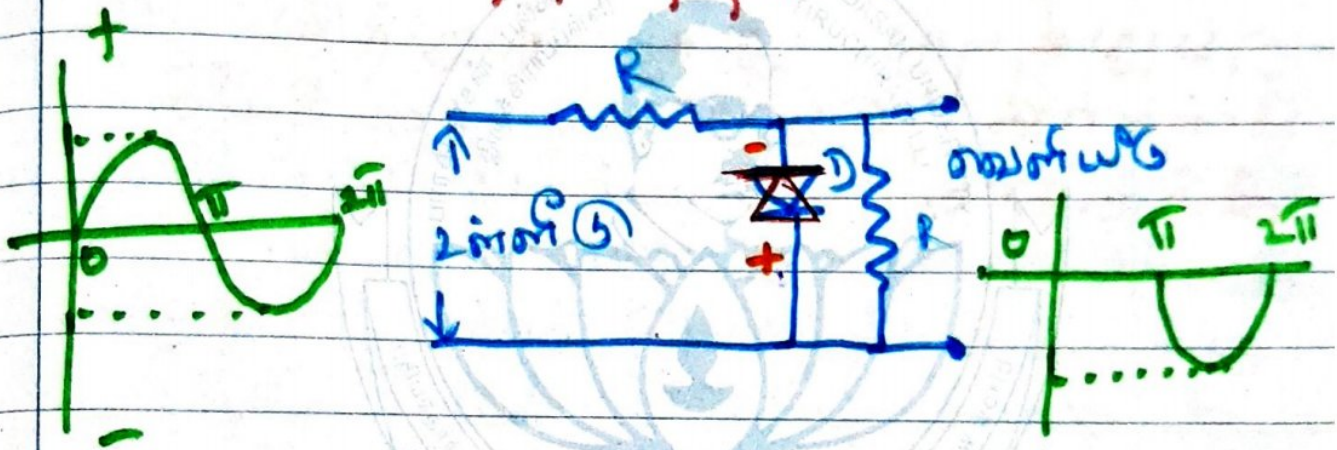
- (Ex) 1. Half wave rectifier (அரை அலை நேர்மாறு)  
2. Diode (அலைவடிவம்)



Clippers circuit is  
 (i) Series (or) parallel circuit  
 between diode and load resistance

- (ii)  $\pi$  network, "one way"  
 and "other way" connections  
 (iii) one way and  $\pi$  network connections  
 are possible.

(i) Positive clippers  
 Positive half cycle.



The clipper which removes the positive half cycles of the input voltage is called the positive clipper.

Clippers are divided into two types  
 series and parallel. In series  
 connection, the diode is connected in series with the load.  
 (i) It is possible.



