

# LAMPIRAN

**BIDANG PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN**

**BERITA ACARA PERKULIAHAN**

**PERIODE SEMESTER GENAP 2023/2024**

MATA KULIAH:

**PIRANTI GELOMBANG MIKRO**

*DAFTAR ISI :*

- 1. SK.DEKAN FTI SEMESTER GENAP 2023/2024*
- 2. PRESENSI KEHADIRAN DOSEN DAN MATERI AJAR*
- 3. CONTOH HAND OUT MATERI AJAR*
- 4. NILAI KOMULATIF; KEHADIRAN,TUGAS, UTS DAN UAS*

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL**

**JAKARTA**



YAYASAN PERGURUAN CIKINI  
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL  
Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640  
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax 021-7866955, hp: 081291030024  
Email: humas@istn.ac.id Website: www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK  
Nomor : 29-IV/03.1-F/III/2024  
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2023 /2024

Nama	: IRMAYANI, IR. MT.	Status Pegawai	: Tetap
NIK/ NIDN/ NIDK	: 22900029	Program Studi	: Teknik Elektro S1
Jabatan Akademik	: LEKTOR		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam	Kredit (SKS)	Hari	
I. PENDIDIKAN & PENGAJARAN	<b>1. Pengajaran di kelas termasuk laboratorium</b>					
	22221PTE01 - Dasar Elektronika (klas A)	RD-3	13.00-14.00	2	Kamis	
	22221PTE01 - Dasar Elektronika (klas K)	RD-3	17.00-19.00		Kamis	
	22221PTE04 - Rangkaian Logika & Digital (A)	RC-3	08.00-10.40	3	Selasa	
	22221PTE04 - Rangkaian Logika & Digital (K)	RC-3	16.30-19.00		Selasa	
	22263TLK05 - Sistem Komunikasi Serat Optik (K)	RC-3	17.00-18.40	2	Rabu	
	22263ELT03 - Piranti Gelombang Mikro (K)	RC-3	17.00-19.00		Senin	
	22284TLK01 - Disain Sistem Telekomunikasi (A)	RC-3	13.00-14.40	2	Selasa	
	22284TLK01 - Disain Sistem Telekomunikasi (K)	RC-3	19.00-20.40		Jum'at	
	<b>2. Pembimbing</b>					
	1. Seminar					
	2. Kerja Praktek					
	3. Tugas Akhir/Tesis					
	4. Pembimbing Akademik	R.Dosen	13.00-15.00	1	Rabu	
	<b>3. Penguji</b>					
	1. Tugas Akhir/Tesis					
	2. Kerja Praktek					
	<b>4. Tugas Tambahan</b>					
1. Menduduki jabatan di Perguruan Tinggi						
II. PENELITIAN	1. Penelitian Ilmiah			1		
	2. Penulisan Karya Ilmiah					
	3. Penulisan Diktat Kuliah					
	4. Menerjemahkan Buku Kuliah					
	5. Pengembangan Program Kuliah Kurikulum					
	6. Pengembangan Bahan Ajar					
III. PENGABDIAN PADA MASYARAKAT	1. Menduduki jabatan di Pemerintahan			1		
	2. Pengembangan Hasil Pendidikan dan Penelitian					
	3. Memberikan penyuluhan/pelatihan/penataran/ceramah					
	4. Memberikan Pelayanan Kepada Masyarakat					
	5. Menulis karya Pengmas yang tidak dipublikasikan					
	6. Pengelolaan Jurnal Ilmiah					
IV. PENUNJANG	1. Menjadi anggota/panitia pada badan/lembaga suatu PT			1		
	2. Menjadi anggota Badan Lembaga Pemerintah					
	3. Menjadi anggota organisasi profesi					
	4. Mewakili PT/lembaga pemerintah, duduk dalam panitia antar lembaga					
	5. Menjadi anggota delegasi nasional ke pertemuan internasional					
	6. Berperan Serta Aktif dalam pertemuan ilmiah/seminar					
	7. Anggota dalam tim layanan pendidikan					
Jumlah Total				16		

Kepada yang bersangkutan akan diberikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional. Penugasan ini berlaku dari tanggal 01 Maret 2024 sampai dengan 31 Agustus 2024

Tembusan :

1. Wakil Rektor 1 - ISTN
2. Wakil Rektor 2 - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Kepala Program Studi Teknik Elektro S1
5. Arsip





# INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta  
 Website : [www.istn.ac.id](http://www.istn.ac.id) / e-Mail : [admin@istn.ac.id](mailto:admin@istn.ac.id) / Telepon : (021) 7270090

## JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO S-1 2023 GENAP

MATA KULIAH : Piranti Gelombang Mikro  
 NAMA DOSEN : Ir. IRMAYANI, MT.  
 KREDIT/SKS : 3 SKS  
 KELAS : K

TATAP MUKA KE	HARI/TANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
1	Senin, 18 Maret 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Pendahuluan Mata Kuliah Piranti Gelombang Mikro	Terlaksana	(3 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
2	Senin, 25 Maret 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Tabung Konvensional	Terlaksana	(2 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
3	Sabtu, 30 Maret 2024	15:00	17:30	R-C3	Selesai	Lanjutan Tabung Konvensional	Terlaksana	(3 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
4	Sabtu, 6 April 2024	17:30	18:00	R-C3	Selesai	Klystron Dua Cavity	Terlaksana	(7 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
5	Sabtu, 20 April 2024	17:00	19:00	R-C3	Selesai	Lanjutan Klystron Dua Cavity	Terlaksana	(9 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
6	Sabtu, 27 April 2024	17:00	18:40	R-C3	Selesai	Reflex Klystron	Terlaksana	(12 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
7	Sabtu, 4 Mei 2024	17:00	18:40	R-C3	Selesai	Riview Klystron Reflektor + Soal	Terlaksana	(11 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	
8	Sabtu, 11 Mei 2024	17:00	18:40	R-C3	Selesai	Ujian Tengah Semester (UTS) Semester Genap 23/24	Terlaksana	(12 / 12)	Ir. EDY SUPRIYADI, MT.	



## INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta  
 Website : [www.istn.ac.id](http://www.istn.ac.id) / e-Mail : [admin@istn.ac.id](mailto:admin@istn.ac.id) / Telepon : (021) 7270090

### JURNAL PERKULIAHAN TEKNIK ELEKTRO S-1 2023 GENAP

MATA KULIAH Piranti Gelombang Mikro  
 NAMA DOSEN Ir. IRMAYANI, MT.  
 KREDIT/SKS 3 SKS  
 KELAS : K

TATAP MUKA KE	HARITANGGAL	MULAI	SELESAI	RUANG	STATUS	RENCANA MATERI	REALISASI MATERI	KEHADIRAN MHS	PENGAJAR	TANDA TANGAN
9	Senin, 20 Mei 2024	21:30	22:30	R-D1	Selesai	Review penguatan pada komponen	Terlaksana	(10 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
10	Sabtu, 25 Mei 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Travelling Wave Tube	Terlaksana	(11 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
11	Senin, 3 Juni 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	TWT dan Magnetron	Terlaksana	(11 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
12	Senin, 10 Juni 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	DIODA TUNNEL	Terlaksana	(12 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
13	Senin, 24 Juni 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Dioda GUNN dan latihan soal	Terlaksana	(12 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
14	Senin, 1 Juli 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Dioda IMPATT dan latihan soal	Terlaksana	(11 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
15	Senin, 15 Juli 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Review materi setelah UTS	Terlaksana	(11 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	
16	Senin, 22 Juli 2024	17:00	18:40	R-D1	Selesai	Ujian Tengah Semester (UTS) Semester Genap 23/24	Terlaksana	(12 / 12)	Ir. IRMAYANI, MT.	

Jakarta Selatan, 01 Agustus 2024 Ketua Prodi  
 Teknik Elektro S-1

Dr.\_Ing. AGUS SOFWAN, M.Eng.Sc.  
 NIDN 0331076204



# INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta  
 Website : [www.istn.ac.id](http://www.istn.ac.id) / e-Mail : [admin@istn.ac.id](mailto:admin@istn.ac.id) / Telepon : (021) 7270090

## DAFTAR HADIR MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO S-1 2023 GENAP

Mata kuliah : 22263ELT03 - Piranti Gelombang Mikro  
 Kurikulum : 2023  
 Nama Kelas : K  
 Ruang : R-D1 / Ruang D1

Nama Dosen : Ir. EDY SUPRIYADI, MT.  
 Semester : 6  
 SKS : 3  
 Hari : Senin, Jam 17:00-18:40

Halaman 1/3

No	NIM	NAMA	Pertemuan														
			1 30 Mar 2024	2 25 Mar 2024	3 6 Apr 2024	4 20 Apr 2024	5 29 Apr 2024	6 6 Mei 2024	7 13 Mei 2024	8 20 Mei 2024	9 27 Mei 2024	10 3 Jun 2024	11 10 Jun 2024	12 24 Jun 2024	13 1 Jul 2024	14 8 Jul 2024	15 15 Jul 2024
1	23224009	EUNIKE NATALIA WAROY	<input checked="" type="checkbox"/>														
2	23224705	APRIANSYAH DINATA	<input checked="" type="checkbox"/>														
3	23224709	ANDRI WAHYUDI	<input checked="" type="checkbox"/>														
4	23224711	PUTRI AYU NINGTIYAS	<input checked="" type="checkbox"/>														
5	23224713	TITISANING WULANSARI	<input checked="" type="checkbox"/>														

↑  
4TS

↑  
4AS

No	NIM	NAMA	Pertemuan															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6	23224714	AULIA PARDAMEAN ARITONANG																
7	23224715	ARIF MAULANA																
8	23224716	ELSAVANIE NADINE																
9	23224717	FERI PAKPAHAN																
10	23224718	CHRISTIANI SITINJAK																

↑ UTS

↑ UAS

No	NIM	NAMA	Pertemuan															
			1 30 Mar 2024	2 25 Mar 2024	3 6 Apr 2024	4 20 Apr 2024	5 29 Apr 2024	6 6 Mei 2024	7 13 Mei 2024	8 20 Mei 2024	9 27 Mei 2024	10 3 Jun 2024	11 10 Jun 2024	12 24 Jun 2024	13 1 Jul 2024	14 8 Jul 2024	15 15 Jul 2024	16 22 Jul 2024
11	23224720	MUHAMMAD SAYUDI PUTRA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
12	23224721	YANWAR FIRMANSYAH	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Paraf Ketua Kelas																		
Paraf Dosen			~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~

441

Jakarta Selatan, 19 April 2024

Dosen Pengajar,

Ir. EDY SUPRIYADI, MT.



# INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : [www.istn.ac.id](http://www.istn.ac.id) / e-Mail : [admin@istn.ac.id](mailto:admin@istn.ac.id) / Telepon : (021) 7270090

## LAPORAN PERSENTASE PRESENSI MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO S-1 2023 GENAP

Mata kuliah : Piranti Gelombang Mikro  
Dosen Pengajar : Ir. IRMAYANI, MT.

Nama Kelas : K

No	NIM	Nama	Pertemuan	Alfa	Hadir	Ijin	Sakit	Presentase
Peserta Reguler								
1	23224501	EUNIKE NATALIA WAROY	16	1	11		2	68.75
2	23224705	APRIANSYAH DINATA	16		13	3		81.25
3	23224709	ANDRI WAHYUDI	16		13	2		81.25
4	23224711	PUTRI AYU NINGTIYAS	16		13	3		81.25
5	23224713	TITISANING WULANSARI	16		14	1		87.5
6	23224714	AULIA PARDAMEAN ARITONANG	16		13	1		81.25
7	23224715	ARIF MAULANA	16		14	1		87.5
8	23224716	ELSAVANIE NADINE	16		15			93.75
9	23224717	FERI PAKPAHAN	16		14			87.5
10	23224718	CHRISTIANI SITINJAK	16		12	1	1	75
11	23224720	MUHAMMAD SAYUDI PUTRA	16		12	2		75
12	23224721	YANWAR FIRMANSYAH	16		12	2		75

Jakarta Selatan, 07 Agustus 2024

Ketua Prodi Teknik Elektro S-1

Dr. Ing. AGUS SOFWAN, M.Eng.Sc.  
NIP. 198509-008





## INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta  
 Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

### BERITA ACARA UAS

Kami pengawas UAS pada Program Studi S1 Teknik Elektro S-1

1. Mata Ujian	:	Piranti Gelombang Mikro
2. Pada Hari, Tanggal	:	Senin, 22 Juli 2024
3. Waktu	:	17:00 - 18:40
4. Ruang	:	Ruang D1
5. Tahun Akademik	:	2023/2024
6. Semester	:	Genap
7. Peserta	:	
Jumlah	:	12 orang
Hadir	:	12 orang
Tidak Hadir	:	0 orang

Hal - hal yang perlu dilaporkan selama UAS berlangsung:

- 1 Ujian berlangsung dg lancar
- 2 -----
- 3 -----

Demikian Berita Acara ini kami buat dengan sebenarnya untuk diketahui dan dipergunakan sepenuhnya.

Jakarta Selatan, 22 Juli 2024

PENGAWAS

..... (.....)  
 ..... (.....)  
 ..... (.....)



# INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moch. Kahfi II No.RT.13, RT.13/RW.9, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, DKI Jakarta

Website : www.istn.ac.id / e-Mail : admin@istn.ac.id / Telepon : (021) 7270090

## NILAI PERKULIAHAN MAHASISWA

PRODI : TEKNIK ELEKTRO S-1

PERIODE : 2023 GENAP

Mata kuliah : Piranti Gelombang Mikro

Nama Kelas : K

Kelas / Kelompok :

Kode Mata kuliah : 22263ELT03

SKS : 3

No	NIM	Nama Mahasiswa	TUGAS INDIVIDU (20%)	UTS (35%)	UAS (35%)	KEHADIRAN (10%)	Nilai	Grade	Lulus	Sunting KRS?	Info
1	23224501	EUNIKE NATALIA WAROY	60.00	50.00	60.00	69.00	57.40	C	✓		
2	23224705	APRIANSYAH DINATA	65.00	70.00	70.00	81.00	70.10	B	✓		
3	23224709	ANDRI WAHYUDI	65.00	50.00	65.00	81.00	61.35	C	✓		
4	23224711	PUTRI AYU NINGTIYAS	70.00	70.00	70.00	81.00	71.10	B	✓		
5	23224713	TITISANING WULANSARI	80.00	70.00	75.00	88.00	75.55	A-	✓		
6	23224714	AULIA PARDAMEAN ARITONANG	85.00	50.00	65.00	81.00	65.35	B-	✓		
7	23224715	ARIF MAULANA	50.00	50.00	75.00	88.00	62.55	C+	✓		
8	23224716	ELSAVANIE NADINE	80.00	60.00	85.00	94.00	76.15	A-	✓		
9	23224717	FERI PAKPAHAN	50.00	50.00	70.00	88.00	60.80	C	✓		
10	23224718	CHRISTIANI SITINJAK	60.00	50.00	70.00	75.00	61.50	C	✓		
11	23224720	MUHAMMAD SAYUDI PUTRA	55.00	50.00	55.00	75.00	55.25	C	✓		
12	23224721	YANWAR FIRMANSYAH	85.00	50.00	75.00	75.00	68.25	B	✓		
Rata-rata nilai kelas			<b>67.08</b>	<b>55.83</b>	<b>69.58</b>	<b>81.33</b>	<b>65.45</b>	<b>2.62</b>			

Pengisian nilai untuk kelas ini ditutup pada **Sabtu, 3 Agustus 2024** oleh **199104-003**

Tanggal Cetak : Minggu, 4 Agustus 2024, 19:47:52

Paraf Dosen :

Ir. EDY SUPRIYADI, MT.

Ir. IRMAYANI, MT.

## Magnetron

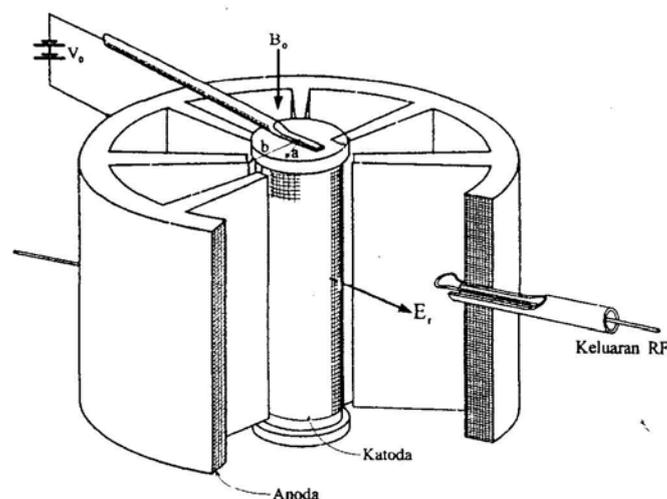
Sekalipun-Hull sudah menemukan magnetron pada tahun 1921, magnetron terutama tetap menjadi piranti laboratorium yang menarik sampai sekitar tahun 1940. Selama perang dunia II, suatu kebutuhan yang sangat untuk generator gelombang mikro daya besar untuk transmitter radar menuju perkembangan yang cepat dari magnetron untuk kehadirannya saat ini.

Semua magnetron terdiri dari beberapa bentuk anoda dan katoda yang bekerja dalam medan magnetik AC yang tegak lurus medan listrik DC diantara anoda dan katodanya. Karena medan yang melintang diantara anoda dan katoda, elektron diemisikan dari katoda yang dipengaruhi oleh medan melintang yang membuat gerakannya membentuk lintasan membelok. Jika medan magnet DC cukup kuat, elektron tidak akan sampai di anoda, tetapi malahan kembali ke katoda. Akibatnya, arus anoda terhenti.

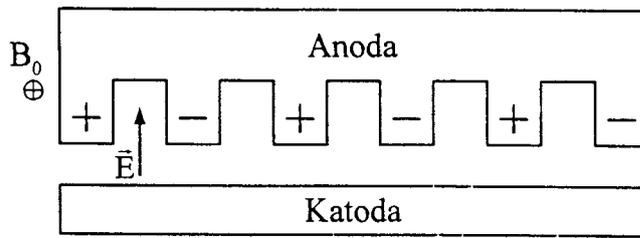
Magnetron dapat diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu;

1. *Split anoda magnetron (SAM)*  
Magnetron tipe ini menggunakan tahanan negatif statik diantara dua segmen anoda.
2. *Cyclotron-frequency magnetron (CFM)*  
Magnetron tipe ini bekerja dibawah pengaruh sinkronisasi diantara komponen bolak-balik dari medan listrik dan osilasi periodik dari elektron yang searah dengan medan.
3. *Traveling-wave magnetron (TWM)*  
Magnetron tipe ini bergantung pada interaksi dari elektron dengan medan elektromagnetik berjalan dengan kecepatan linier.

Magnetron tahanan negatif biasanya bekerja pada frekuensi dibawah daerah gelombang mikro. Sekalipun magnetron frekuensi-siklotron bekerja pada frekuensi dalam daerah gelombang mikro, daya luarannya sangat kecil (sekitar 1 W pada frekuensi 3 GHz) dan efisiensinya sangat rendah (sekitar 10% pada tipe split-anoda dan 1% pada tipe single-anoda). Dengan demikian dua tipe pertama magnetron tidak dibahas dalam uraian berikut dan hanya magnetron gelombang-berjalan yang akan didiskusikan. Skema diagram dari dua tipe osilator magnetron ditunjukkan pada Gbr. 1. dan Gbr.2.

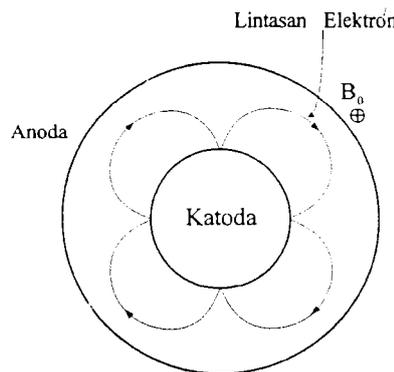


Gbr. 1. Diagram skema magnetron model silinder



Gbr. 2. Diagram skema magnetron model linier

Dalam magnetron bundar, beberapa reentran cavity terhubung dengan celah. Tegangan searah  $V_0$  diberikan diantara katoda dan anoda. Fluks magnetik  $B_0$  tegak lurus bidang baca. Bila tegangan searah dan rapat fluks magnet diatur sedemikian rupa, maka elektron akan mengikuti lintasan melingkar dalam ruang antara katoda-anoda dibawah pengaruh kedua medan listrik  $E$  dan fluks magnet dengan kerapatan  $B$  seperti pada Gbr. 3.



Gbr. 3. Lintasan elektron dalam magnetron bundar.

### Prinsip Kerja Magnetron

Sebagaimana sudah dijelaskan, elektron diemisikan oleh katoda yang bergerak dalam lintasan melingkar diantara katoda dan anoda dibawah kombinasi gaya dari medan listrik dan medan magnet. Kedua gaya listrik dan gaya magnet mengontrol jalan dari elektron. Kenyataan ini dapat terlihat dari penurunan persamaan-persamaan medan.

Gaya Lorentz yang dialami oleh elektron yang berada dibawah pengaruh medan listrik  $E$  dan medan magnet  $B$  adalah

$$\vec{F} = -e(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) = m \frac{d\vec{v}}{dt}$$

atau

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{x}}{dt^2} = -\frac{e}{m}(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}) \quad (1)$$

Persamaan gerak elektron ini bila dinyatakan dalam sistem koordinat kartesis untuk ketiga arah ordinat dapat dinyatakan dengan persamaan-persamaan berikut;

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{e}{m} \left( E_x + B_z \frac{dy}{dt} - B_y \frac{dz}{dt} \right) \quad (2a)$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{e}{m} \left( E_y + B_x \frac{dz}{dt} - B_z \frac{dx}{dt} \right) \quad (2b)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{e}{m} \left( E_z + B_y \frac{dx}{dt} - B_x \frac{dy}{dt} \right) \quad (2c)$$

Disamping itu, bila dinyatakan dalam sistem koordinat silinder maka persamaan gerak dari elektron dapat dinyatakan dengan

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = -\frac{e}{m} \left( E_r + B_z r \frac{d\theta}{dt} - B_\theta \frac{dz}{dt} \right) \quad (3a)$$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dt} \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right) = -\frac{e}{m} \left( E_\theta + B_r \frac{dz}{dt} - B_z \frac{dr}{dt} \right) \quad (3b)$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{e}{m} \left( E_z + B_\theta \frac{dr}{dt} - B_r \frac{d\theta}{dt} \right) \quad (3c)$$

Karena  $V_0$  diberikan antara anoda dan katoda dengan potensial positif berada pada anoda, maka arah medan listrik ( $E_r$ ) dari silinder luar tabung magnetron (anoda) menuju ke poros silinder (katoda). Selanjutnya medan magnet  $B$  dalam arah  $z$  ( $B_z$  sejajar sumbu silinder magnetron), berarti  $dz/dt = 0$ , maka dari persamaan (3a) dan (3b) didapat persamaan gerak elektron dalam magnetron silinder

$$\frac{d^2r}{dt^2} - r \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = \frac{e}{m} E_r - \frac{e}{m} r B_z \frac{d\theta}{dt} \quad (4)$$

$$\frac{1}{r} \frac{d}{dt} \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{e}{m} B_z \frac{dr}{dt} \quad (5)$$

dimana  $B_\theta = B_z$  dianggap dalam arah  $z$  positif.

Elektron akan memperoleh kecepatan tangensial seperti kecepatan radial. Dalam hal ini apakah elektron hanya akan menyentuh anoda dan kembali kearah katoda bergantung pada magnitud relatif dari  $V_0$  dan  $B_0$ . Kondisi ini disebut kondisi cutoff dari magnetron. Untuk mendapatkan jawaban ini, dapat dilakukan analisa lebih lanjut yaitu dengan menyelesaikan persamaan (5), dimana

$$\frac{d}{dt} \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{1}{2} \frac{e}{m} B_z \frac{d}{dt} (r^2) = \frac{1}{2} \omega_c \frac{d}{dt} (r^2)$$

, dengan  $\omega_c = (e/m) B_0 = (e/m) B_z$  disebut frekuensi siklotron sehingga

$$d \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right) = \frac{1}{2} \omega_c d(r^2) \quad (6)$$

Dengan mengintegalkan persamaan (6) dihasilkan

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} \omega_c r^2 + K \quad (7)$$

Dengan menggunakan syarat batas, dimana untuk  $r = a$  maka  $d\theta/dt = 0$ , sehingga dari persamaan (7) dihasilkan  $K = -\frac{1}{2} \omega_c a^2$ . Dengan mensubstitusikan konstanta  $K$  ke persamaan (7), maka

$$r^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} \omega_c (r^2 - a^2) \quad (8)$$

Bila hanya medan listrik yang ada, maka besarnya gaya yang dialami oleh elektron adalah

$$F = ma \quad \text{atau} \quad -eE = m \frac{dv}{dt} = m \frac{dv}{dl} \frac{dl}{dt} = mv \frac{dv}{dl}$$

yang menghasilkan

$$-E dl = \frac{m}{e} v dv \quad (9)$$

Ruas kiri dari persamaan (9) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian skalar dari dua vektor dengan hasil integral merupakan beda potensial skalar  $V$ , sehingga

$$V = -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{m}{e} \int_0^v v dv$$

yang menghasilkan

$$V = \frac{mv^2}{2e} \quad \text{atau} \quad v^2 = \frac{2e}{m} V \quad (10)$$

Dalam hal ini kecepatan merupakan kombinasi antara kecepatan radial ( $V_r = dr/dt$ ) dan kecepatan tangensial ( $V_\theta = r d\theta/dt$ ), sehingga persamaan (10) menjadi

$$v^2 = v_r^2 + v_\theta^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \left(r \frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2e}{m} V \quad \text{atau} \quad \frac{2e}{m} V = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \left(r \frac{d\theta}{dt}\right)^2 \quad (11)$$

Untuk  $r = b$ , berarti elektron sampai di anoda (menyentuh anoda) maka  $V = V_0$  dan  $dr/dt = 0$  sehingga persamaan (11) menjadi

$$b^2 \left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2e}{m} V$$

atau

$$\frac{d\theta}{dt} = \sqrt{\frac{2eV}{mb^2}} \quad (12)$$

Hal yang sama yaitu untuk  $r = b$ , maka persamaan (8) menjadi

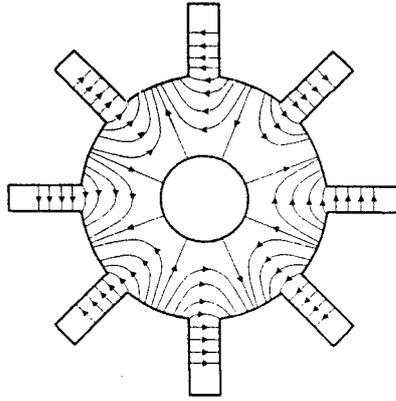
$$b^2 \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{2} \omega_c (b^2 - a^2) \quad (13)$$

Substitusikan persamaan (12) ke persamaan (13), maka dihasilkan

$$b^2 \sqrt{\frac{2eV}{mb^2}} = \frac{1}{2} \omega_c (b^2 - a^2) \quad (14)$$

Dengan mengkwadratkan persamaan (14) dan memasukan harga  $\omega_c = \frac{e}{m} B_0$ , maka dihasilkan tegangan cut-off, yaitu

$$b^4 \frac{2eV}{mb^2} = \frac{1}{4} \left(\frac{e}{m} B_0\right)^2 (b^2 - a^2)^2 \quad \text{atau} \quad V_{oc} = \frac{e}{8m} B_0^2 b^2 \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)^2 \quad (15)$$



Gbr. 4. Garis-garis gaya dalam moda  $\pi$  dari Magnetron dengan delapan cavity.

Untuk dapat memindahkan energi dari elektron-elektron yang bergerak pada medan yang berjalan, elektron-elektron harus diperlambat oleh medan perlambatan sewaktu elektron-elektron melewati setiap cavity anoda. Jika  $L$  adalah jarak pemisah rata-rata diantara cavity, maka konstanta medan moda-dasar diberikan oleh persamaan

$$\beta_0 = \frac{2\pi n}{NL} \quad (22)$$

Medan gelombang berjalan dari struktur gelombang-lambat dapat ditentukan dengan menjawab persamaan Maxwell dengan mengikuti syarat batas. Solusi untuk komponen dasar dari medan listrik mempunyai bentuk

$$E_{\theta 0} = jE_1 e^{j(\omega t - \beta_0 \theta)} \quad (23)$$

dengan  $E_1$  adalah konstanta dan  $\beta_0$  ditentukan dari persamaan (22).

Dengan demikian medan berjalan dari moda dasar akan berjalan disekitar struktur dengan kecepatan sudut

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\omega}{\beta_0} \quad (24)$$

, dimana  $d\theta/dt$  dapat ditentukan dari persamaan (23). Sewaktu frekuensi siklotron dari elektron sama dengan frekuensi sudut dari medan, maka interaksi diantara medan dan elektron terjadi, dan energi dipindahkan dimana

$$\omega_c = \beta_0 \frac{d\theta}{dt} \quad (25)$$

### Karakteristik Gelombang Mikro

Magnetron sudah lama digunakan sebagai sumber daya besar yang bekerja dengan frekuensi mencapai 70 GHz. Radar militer mengandalkan magnetron gelombang berjalan konvensional untuk membangkitkan pulsa frekuensi radio daya puncak yang tinggi. Tidak ada piranti gelombang mikro lainnya yang dapat melakukan fungsi yang sama dengan ukuran yang sama, berat, tegangan dan bentangan efisiensi seperti magnetron konvensional. Terakhir magnetron dapat menghasilkan luaran daya puncak mencapai 40 MW dengan tegangan searah dalam orde 50 kV pada frekuensi 10 GHz. Luaran daya rata-rata mencapai 800 kW dengan efisiensi yang sangat tinggi, yaitu dalam bentangan antara 40% sampai dengan 70%.

Magnetron suar merupakan magnetron konvensional mini yang dapat menghasilkan luaran puncak mencapai 3,5 kW dan berat kurang dari 1 kg (2 lb). Piranti ini ideal dan sangat kompak, digunakan sebagai daya pulsa dengan sumber tegangan-rendah seperti dalam radar, missil,

satelit dan sistem Doppler. Kebanyakan magnetron suar menunjukkan pergeseran frekuensi yang dapat diabaikan dan memberikan tampilan umur yang panjang dibawah kondisi temperatur dan lingkungan yang keras. Magnetron gelombang kontinu dapat menghasilkan daya luaran dari 100 sampai 300 watt pada X band. Piranti ini tersedia dengan berbagai sistem mekanis penyetelan dan sistem pendingin untuk mencocokkan pemakaian yang spesifik. Beberapa magnetron gelombang kontinu dirancang untuk memenuhi lingkungan penerbangan dan juga ideal sebagai sumber daya kontinu pada laboratorium.

### Contoh

Sebuah magnetron silinder mempunyai parameter sebagai berikut;

Jari-jari terdalam (jari-jari katoda):  $a = 2 \text{ mm}$  , Jari-jari terluar (jari-jari anoda):  $b = 4 \text{ mm}$

Rapat fluks magnet:  $B = 0,3 \text{ Wb/m}^2$  . Tentukanlah;

- tegangan cutt-off Hull,
- rapat fluks magnetik cutt-off jika tegangan berkas  $V_0$  dijaga tetap pada  $15 \text{ kV}$ ,
- frekuensi siklotron dalam  $\text{GHz}$ .

### Jawaban

$$e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}, \quad \frac{e}{m} = \frac{1,602 \times 10^{-19}}{9,109 \times 10^{-31}} = 1,759 \times 10^{11}$$

- Tegangan cutt-off Hull didapat dari persamaan (15), yaitu

$$V_{\infty} = \frac{e}{8m} B_0^2 b^2 \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)^2 = \frac{1,759 \times 10^{11}}{8} (3 \times 10^{-1})^2 (4 \times 10^{-3})^2 \left\{1 - \left(\frac{2}{4}\right)^2\right\}^2 = 17,81 \text{ kV}$$

- Rapat fluks magnetik cutt-off ditentukan dari persamaan (16), yaitu

$$B_{\infty} = \frac{\left(8V_0 m / e\right)^{\frac{1}{2}}}{b \left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right)} = \frac{\left(8 \times 15 \times 10^3\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(1,759 \times 10^{11}\right)} \left\{4 \times 10^3 \left(1 - \frac{2^2}{4^2}\right)\right\}^{-1} = 0,275 \text{ Wb/m}^2$$

- Dari persamaan (18) dapat ditentukan frekuensi siklotron, yaitu

$$f = \frac{1}{T} = \frac{B e}{2\pi m} = \frac{1,759 \times 10^{11}}{2\pi} \times 3 \times 10^{-1} = 8,4 \text{ GHz}$$