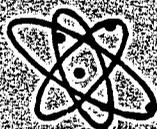


PPGM — L 174 — 78

**PEMBUATAN  
GERBANG LINEAR**

Suwono



**BADAN TENAGA ATOM NASIONAL  
PUSAT PENELITIAN TENAGA ATOM GAMA  
YOGYAKARTA — INDONESIA**

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.

**Instrumentasi Nuklir**

**PPGM - L - 174 - 78**

**PEMBUATAN  
GERBANG LINEAR**

**S u w o n o**

**1978**

**BADAN TENAGA ATOM NASIONAL  
Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama  
Jl. Babarsari Kotakpos 8 Telepon 3661  
YOGYAKARTA - INDONESIA**

## A B S T R A K

Telah dikembangkan suatu gerbang linear yang lebar. Gerbangnya dapat diatur dari 0,40  $\mu$  detik sampai 4  $\mu$  detik. Rangkaian elektroniknya terdiri dari bagian linear dan bagian gerbang.

Warta input dapat berupa warta unipolar atau bipolar. Untuk warta input bipolar bagian negatifnya akan tertahan. Operasi gerbang linear dikendarai oleh warta pengontrol digital positif.

## A B S T R A C T

A linear gate providing a variable gate duration from 0,40  $\mu$  sec to 4  $\mu$  sec was developed. The electronic circuitry consists of a linear circuit and an enable circuit.

The input signal can be either unipolar or bipolar. If the input signal is bipolar, the negative portion will be filtered. The operation of the linear gate is controlled by the application of a positive enable pulse.

## KATA PENGANTAR

Dengan Asra Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Segala puji syukur kami panjatkan, atas limpahan rahmat, taufik dan hidayahNya, sehingga kami dapat menyelesaikan tugas pembuatan Gerbang Linear ini. Tugas ini merupakan pelaksanaan proyek pengembangan tenaga ilmiah di bidang nuklir, khususnya pembuatan prototipe peralatan yang banyak dipergunakan dalam bidang fisika nuklir eksperimen.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih, khususnya kepada :

1. Badan Tenaga Atom Nasional, Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama, yang menseponsori pembuatan alat ini.
2. Proyek Nuffic - VUA - 9 yang banyak membantu dalam pembuatan.

Semoga amal yang baik yang telah kami terima mendapat balasan dari Allah sebagaimana mestinya.

Akhirnya kami mengakui bahwa karya ini sangat kecil, tetapi kami tetap berharap semoga ada manfaatnya.

## DAFTAR ISI

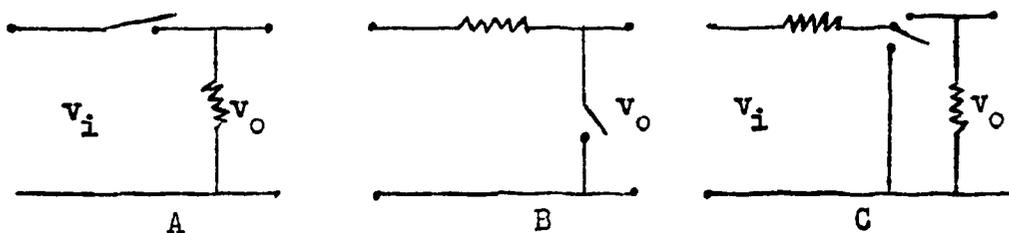
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. URAIAN	3
II.A. Bagian Linear	6
II.B. Bagian Gerbang	10
II.C. Watak Gerli PPTA GAMA	14
BAB III. PENUTUP	15
DAFTAR PUSTAKA	16

## BAB : I. PENDAHULUAN

Gerbang Linear (Gerli) atau *Linear Gate* adalah suatu peralatan yang banyak dipergunakan dalam bidang fisika nuklir eksperimen. [1] Pada prinsipnya adalah untuk melalukan warta pada jangkau waktu yang tertentu.

Pada dasarnya rangkaian elektronika Gerli terdiri dari dua bagian, yaitu bagian linear dan bagian gerbang. [2] Bagian linear akan melalukan warta input dengan deformasi yang minimum, selama ada warta gerbang digital dari bagian gerbang. Sehingga warta output Gerli yang ideal sama dan sebangun dengan warta inputnya.

Berdasarkan cara kerjanya, bagian linear dapat disetarakan dengan operasi pemutus arus. Berdasarkan letak komponen pemutus arusnya, Gerli dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu Gerli seri, Gerli paralel dan Gerli seri-paralel. [3] Rangkaian setara ketiga macam Gerli tersebut masing-masing ditunjukkan pada gambar : I. (A, B, dan C)



Gambar: I. Rangkaian setara Gerli

Lama tutup atau lama buka pemutus arus ditentukan oleh warta gerbang. Untuk Gerli seri lebar warta gerbang menentukan waktu tutup pemutus arus dan untuk Gerli paralel menentukan waktu buka pemutus

arus dan untuk Gerli paralel menentukan waktu buka pemutus arus, sedang untuk Gerli seri-paralel menentukan waktu tutup pemutus arus seri dan waktu buka pemutus arus paralel.

Pada rangkaian elektronika yang sesungguhnya pemutus arus dikerjakan oleh piranti elektronika aktif, yang tidak ideal seperti pemutus arus biasa. Oleh karena itu pada waktu tidak ada warta *input*, tetapi ada warta pengontrol dari luar (yang menentukan warta gerbang), tegangan mantap *output* Gerli tergeser, dan nilai pergeserannya disebut tegangan kaki (pedestal). Tegangan kaki tersebut tetap muncul pada waktu Gerli bekerja, dan akan mempengaruhi nilai warta *output*-nya. Walaupun tegangan kaki selalu mempengaruhi nilai *output* tetapi yang lebih penting adalah kestabilannya, sebab kelinearan Gerli tidak terganggu.

Pada tulisan ini akan dipaparkan pembuatan Gerli dengan rangkaian dasarnya diambil dari *ORTEC model 426*, dan dikerjakan dengan beberapa perubahan dan dengan komponen yang tersedia di pasaran Indonesia. Gerli yang telah dibuat terangkai dalam rangka lebar tunggal (*single width module*) dari (*USAEC model TID-20893*, dan dengan sumber daya dari *ORTEC Bin dan Power Supply model : 401/402*.

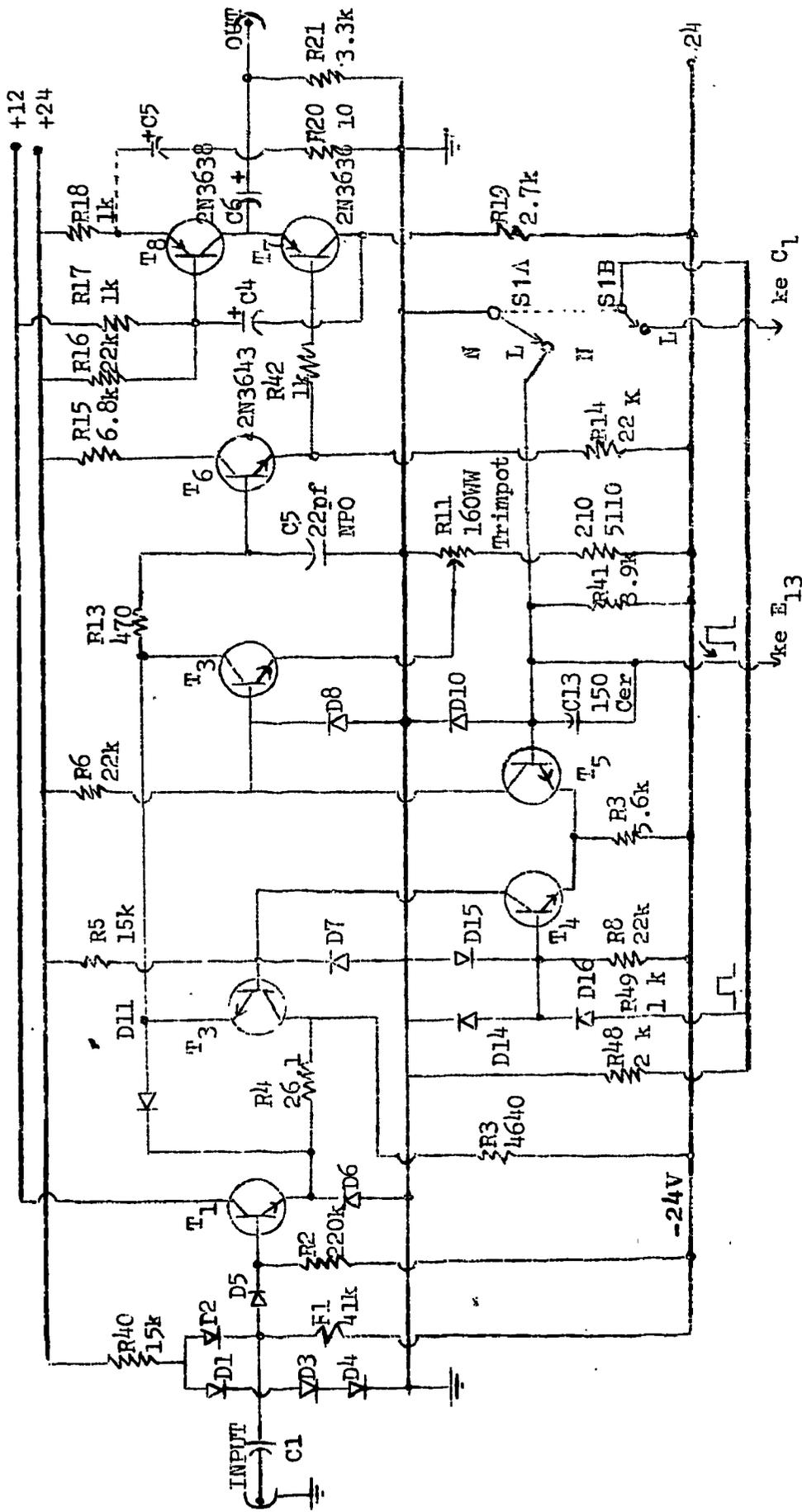
## BAB : II. URAIAN

Gerli yang telah dibuat adalah jenis seri-paralel yang terdiri dari bagian linear dan bagian gerbang. Rangkaian elektroniknya ditunjukkan pada Gambar : II. 1. dan foto Gerli PPTA GAMA pada gambar: II. 2.

Komponen pemutus arus seri dan paralel terbuat dari transistor yang beroperasi pada daerah jenuh, agar nilai tegangan kaki yang timbul mendekati nol. Komponen pemutus arus dikendalikan oleh sepasang transistor pengatur arus. Sedang pengatur arus dikendalikan oleh warta gerbang dari bagian gerbang.

Gerli yang telah dibuat dapat dioperasikan pada keadaan normal atau pada keadaan langsung (*pulse inhibit*). Pada operasi normal warta *input* akan dilalukan selama ada warta gerbang, sedang pada operasi langsung warta *input* akan selalu dilalukan selama tidak ada warta gerbang. Operasi langsung dipergunakan untuk melihat *output* tanpa tegangan kaki, yaitu pada waktu tidak ada warta gerbang.

Warta *input* pada Gerli yang telah dibuat dapat berupa warta bipolar atau unipolar, untuk warta bipolar bagian negatifnya akan tertahan. Warta pengontrol berupa warta digital positif, dan dipergunakan untuk mentrigger suatu Schmitt trigger dari bagian gerbang.

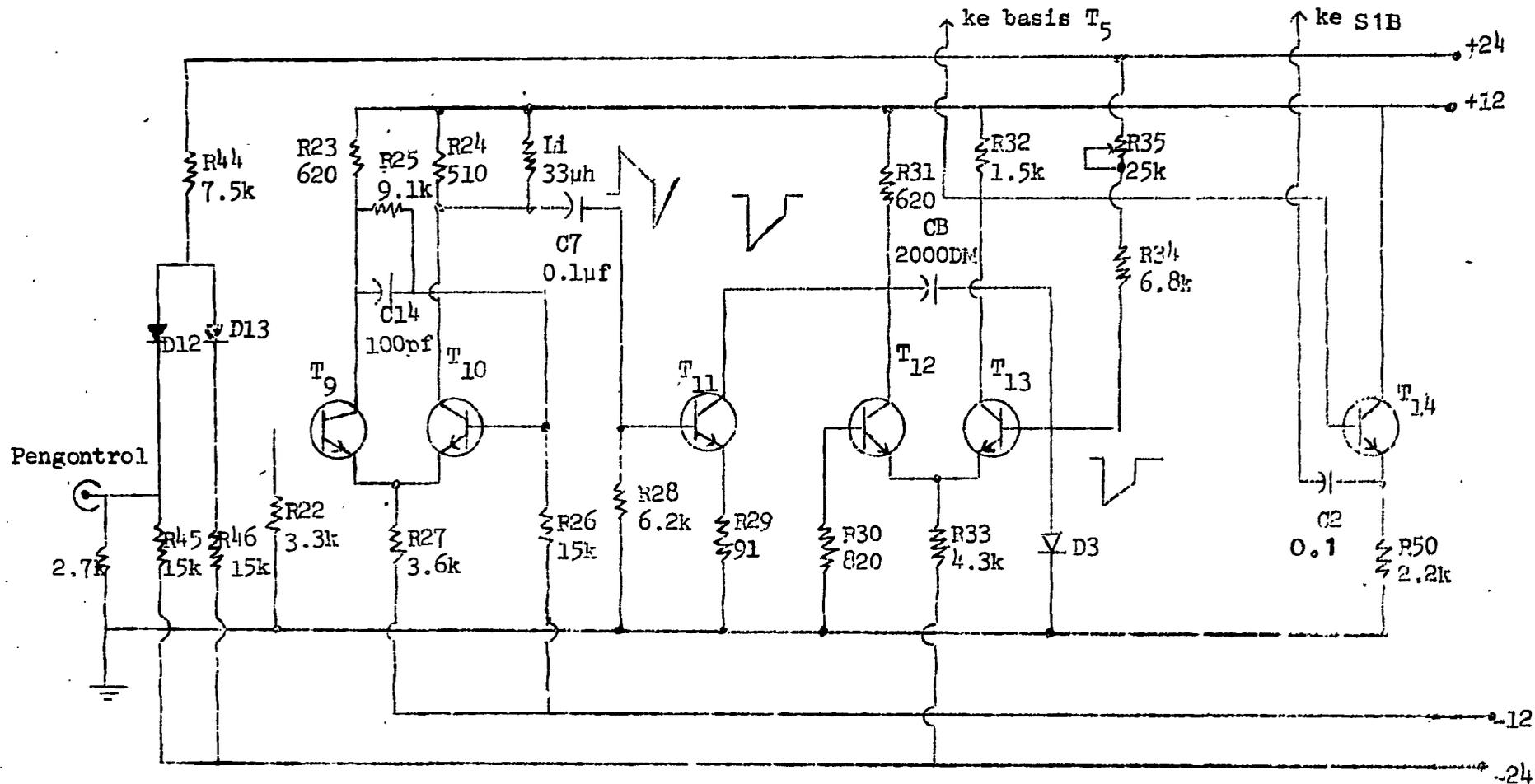


Kapasitor bloking : 6,8uF/35 V.

Transistor : MPS 3646.

Dioda : 1N4009

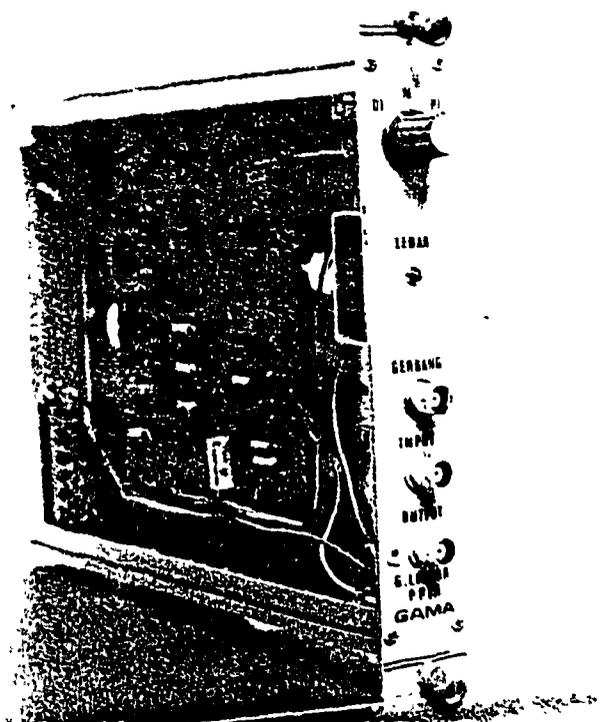
Gambar : II. 1. a. Bagian Linear



Kapasitor bloking : 6,8 F/35 V.

Transistor : MPS 3646                      Dioda : 1N 4009

Gambar : II. 1. b. Bagian Gerbang



Gambar II.2. Foto Gerli PPTA GAMA

### II.A. Bagian Linear

Bagian Linear terdiri dari jaringan pengenalan (*baseline recovery network*), emiter bersama input ( $T_1$ ), komponen pemutus arus seri ( $T_2$ ), komponen pemutus arus paralel ( $T_3$ ), jaringan pengatur arus ( $T_4$  dan  $T_5$ ), emiter bersama ( $T_6$ ) dan jaringan pelalu kabel ( $T_7$  dan  $T_8$ ).

Warta *input* di kopel oleh kapasitor  $C_7$  masuk ke jaringan pengenalan,<sup>[4]</sup> agar tingkat nolnya kembali dan terus ke emiter bersama *input* untuk memperoleh impedansi *input* yang tinggi. Dalam keadaan normal dan tidak ada warta gerbang, transistor  $T_2$  dan  $T_5$  mati sedang transistor lainnya hidup. Transistor  $T_4$  hidup pada daerah jenuh dan arus kolektornya diambil dari  $R_{15}$  dan dioda  $D_7$ , maka  $T_2$  mati. Pada

waktu  $T_2$  mati tahanan seri antara kolektor dan emiternya tak berhingga, sehingga warta kolektor  $T_2$  tidak muncul di emiternya.

Pada waktu  $T_4$  hidup arus emiternya sekitar 4 mili ampere, dan  $R_9$  dipilih agar tegangan mantap emiter  $T_5$  melebihi tegangan basisnya, maka  $T_5$  mati. Pada waktu  $T_5$  mati arus yang lewat  $R_6$  masuk ke basis  $T_6$  dan  $T_6$  hidup.

Apabila kemudian pada basis  $T_5$  muncul warta gerbang digital positif maka  $T_5$  hidup. Pada waktu  $T_5$  hidup tegangan emiter  $T_4$  melebihi tegangan basisnya, sehingga  $T_4$  mati. Pada waktu  $T_4$  mati arus pada  $R_5$  masuk ke basis  $T_2$ , sehingga  $T_2$  hidup. Pada waktu  $T_2$  hidup tahanan seri antara kolektor dan emiternya mendekati nol, sehingga warta kolektor  $T_2$  muncul di emiternya.

Pada waktu  $T_5$  hidup tegangan emiter  $T_3$  diatur dengan  $R_{11}$  agar  $T_3$  mati dan tegangan kaki warta emiter  $T_2$  mendekati nol. Sehingga warta pada emiter  $T_2$  masuk ke emiter bersama  $T_6$  agar impedansi output  $T_2$  tinggi dan kemudian warta dilanjutkan ke jaringan pelalu kabel untuk memperoleh impedansi output yang rendah.

Apa yang telah diuraikan di atas berlaku pada operasi normal. Pada operasi langsung basis  $T_5$  ditanahkan, sehingga  $T_5$  hidup dan keadaannya sama seperti pada operasi normal dan ada warta gerbang, hanya di sini tidak muncul tegangan kaki karena  $T_5$  dihidupkan oleh tegangan mantap.

Apabila pada operasi langsung muncul warta gerbang pada basis  $T_4$ , maka  $T_4$  hidup dan keadaannya sama seperti pada operasi normal tanpa warta gerbang. Operasi ini dipergunakan untuk menyetop warta pa-

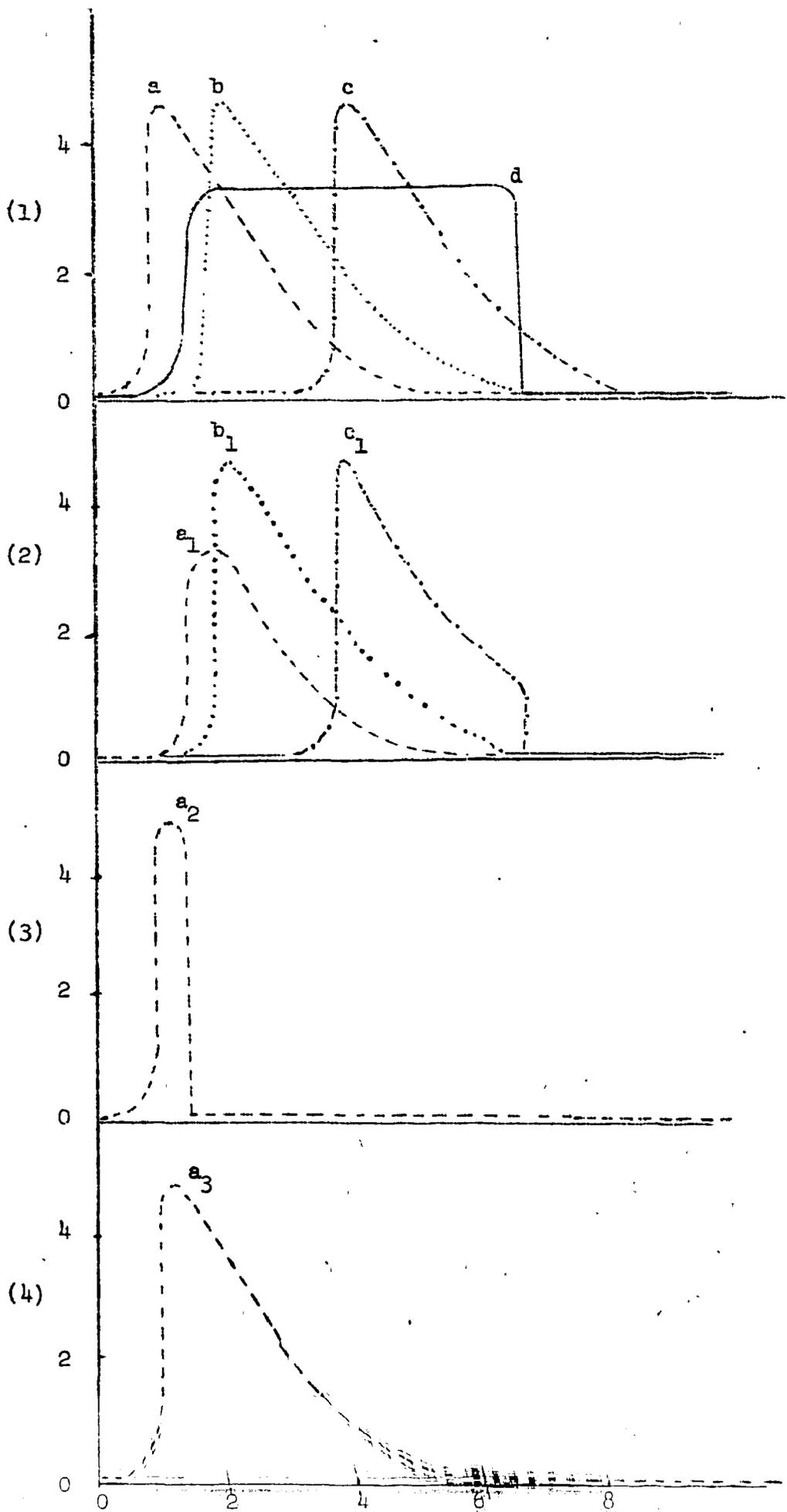
da jangkau waktu yang tertentu.

Hasil-hasil pengukuran tegangan mantap bagian linear dan sangkutan antara warta *input* dan *output* terhadap posisi warta gerbang masing-masing ditunjukkan pada tabel : II.A. dan Gambar : II. A.

Posisi	Nilai ( Volt )	Posisi	Nilai ( Volt )
B <sub>1</sub>	0,64	B <sub>4</sub> (L)	- 0,69
E <sub>1</sub>	- 0,03	E <sub>4</sub> (N)	- 1,27
C <sub>2</sub> (N)	- 0,20	E <sub>4</sub> (L)	- 0,69
C <sub>2</sub> (L)	- 0,13	B <sub>5</sub> (N)	- 3,35
B <sub>2</sub> (N)	- 0,62	B <sub>5</sub> (L)	0,00
B <sub>2</sub> (L)	0,44	B <sub>6</sub>	- 0,14
E <sub>2</sub> (N)	- 0,05	C <sub>6</sub>	- 0,13
E <sub>2</sub> (L)	- 0,014	E <sub>6</sub>	- 0,72
B <sub>3</sub> (N)	0,52	B <sub>7</sub>	- 0,65
B <sub>3</sub> (L)	- 0,59	E <sub>7</sub>	0,04
E <sub>3</sub> (N)	- 0,15	C <sub>7</sub>	- 3,35
E <sub>3</sub> (L)	- 0,19	B <sub>8</sub>	14,93
B <sub>4</sub> (N)	- 0,59	E <sub>8</sub>	15,60

(N) : pada operasi normal. (L) : pada operasi langsung.

Tabel : II. A. Hasil pengukuran tegangan mantap bagian linear.



Gambar : II. A. Sangkutan antara warta ~~dan~~ terhadap posisi warta gerbang (tiap skala 2 v/0,5 udt)

Gambar : II.A.1. menunjukkan posisi warta *input* (a, b dan c) dan warta gerbang (d), sedang gambar : II.A.2. adalah warta *output*-nya. Untuk warta *input* yang mendahului warta gerbang (a) *output*-nya akan terpotong bagian depan ( $a_1$ ), dan untuk warta *input* yang bersamaan dengan warta gerbang (b) *output*-nya akan sempurna ( $b_1$ ), sedang untuk warta *input* yang terlambat terhadap warta gerbang (c) *output*-nya akan terpotong bagian belakang ( $c_1$ ).

Gambar : II.A.3. dan gambar : II.A.4. masing-masing adalah warta *output* pada operasi langsung yang bersangkutan dengan warta *input* (a) pada waktu ada dan tidak ada warta gerbang.

## II.B. Bagian Gerbang

Bagian gerbang terdiri dari jaringan Schmitt trigger ( $T_9$  dan  $T_{10}$ ), komponen pembalik ( $T_{11}$ ), dan jaringan pengatur lebar warta gerbang ( $T_{12}$  dan  $T_{13}$ ). Sedang emiter bersama  $T_{14}$  adalah pelalu warta gerbang ke basis  $T_4$  pada operasi langsung.

Pada keadaan mantap transistor  $T_9$ ,  $T_{11}$  dan  $T_{12}$  mati, sedang transistor  $T_{10}$ ,  $T_{13}$  dan  $T_{14}$  hidup. Apabila kemudian pada basis  $T_9$  muncul warta pengontrol digital positif, maka  $T_9$  hidup. Sehingga pada kolektor  $T_9$  timbul warta digital negatif yang oleh kapasitor  $C_{14}$  dilanjutkan ke basis  $T_{10}$  untuk mematikan  $T_{10}$ .

Dari kolektor  $T_{10}$  ke sumber daya 12 volt dipasang secara paralel tahanan  $R_{24}$  dan induktan  $L_1$ , sehingga pada waktu  $T_{10}$  mati pada kolektornya timbul tegangan paku (*spike voltage*) seperti ditunjukkan pada gambar : II.B.3. Bagian positif dari tegangan paku bipolar lewat kapasitor  $C_7$  dan dipergunakan untuk menghidupkan  $T_{11}$ , sehingga pada

kolektor  $T_{11}$  timbul warta seperti ditunjukkan pada gambar : II. B. 4.

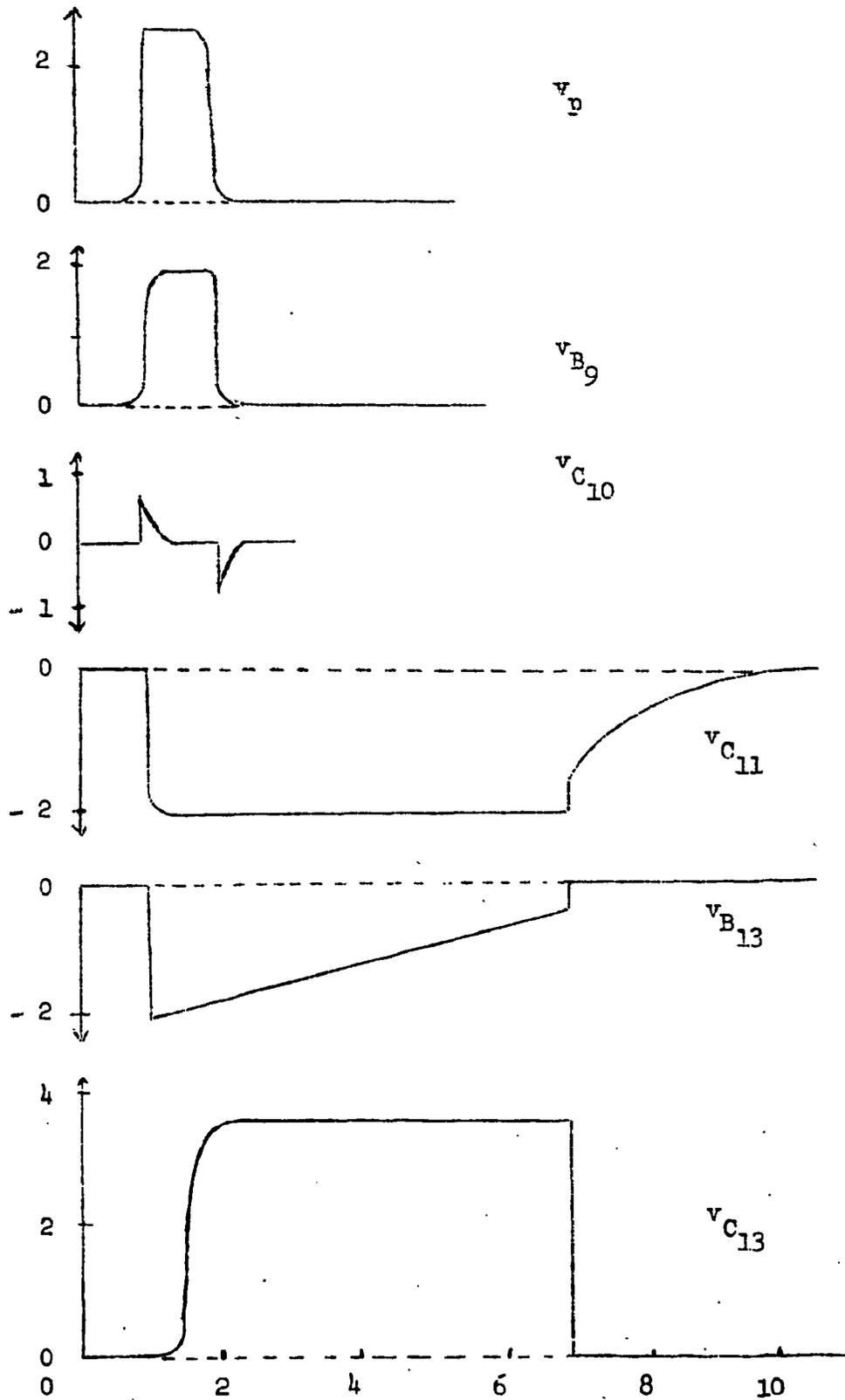
Tegangan paku negatif kolektor  $T_{11}$  oleh kapasitor  $C_8$  dilanjutkan ke basis  $T_{13}$ , sehingga transistor  $T_{13}$  mati. Pada saat  $T_{13}$  mati tegangan emitemnya menuju ke -24 Volt, sehingga  $T_{12}$  hidup dengan arus basisnya lewat  $R_{30}$ . Tegangan paku negatif kolektor  $T_{11}$  akan memuati kapasitor  $C_8$ , maka tegangan basis  $T_{13}$  akan menuju ke keadaan mantapnya yang ditentukan oleh tahanan  $R_{34}$  dan  $R_{35}$ . Oleh karena itu lebar tegangan paku negatif kolektor  $T_{11}$  atau basis  $T_{13}$  dapat diatur dengan mengatur  $C_8$  atau  $R_{35}$ . Dengan komponen seperti pada gambar : II.1. lebar tegangan paku negatif basis  $T_{13}$  dapat diatur dari 0,4  $\mu$  detik sampai 4  $\mu$  detik. Selama  $T_{13}$  mati tegangan kolektor  $T_{13}$  menuju ke + 12 volt, sehingga pada kolektor  $T_{13}$  timbul tegangan kotak seperti ditunjukkan pada gambar : II. B. 5. yang lebarnya sama dengan lebar tegangan paku negatif basis  $T_{13}$ .

Warta digital positif kolektor  $T_{13}$  dipergunakan sebagai warta gerbang untuk membuka bagian linear pada operasi normal, dan lewat emiter bersama  $T_{14}$  dipergunakan untuk menutup bagian linear pada operasi langsung.

Hasil-hasil pengukuran tegangan mantap dan warta bagian gerbang masing-masing ditunjukkan pada tabel : II. B. dan gambar : II. B.

Posisi	Nilai ( Volt )	Posisi	Nilai ( Volt )
B <sub>9</sub>	0,32	C <sub>11</sub>	9,53
C <sub>9</sub>	10,26	B <sub>12</sub>	0,01
E <sub>9</sub>	1,27	E <sub>12</sub>	- 0,08
C <sub>10</sub>	10,87	C <sub>13</sub>	1,20
B <sub>10</sub>	1,94	B <sub>13</sub>	0,60
B <sub>11</sub>	0,00	B <sub>14</sub>	- 0,59
E <sub>11</sub>	0,00	E <sub>14</sub>	0,00

Tabel : II. B. Hasil pengukuran tegangan mantap bagian gerbang.



Gambar : II. B. Waktu bagian gerbang (tiap skala  
2 Volt/0,5  $\mu$  detik)

### II. C. Watak Gerli PPTA GAMA

Dari hasil pengukuran dapat dikemukakan watak Gerli yang telah dibuat adalah sebagai berikut :

Warta <i>input</i>	: unipolar atau bipolar dari 0,2 Volt sampai 10 Volt.
Impedansi <i>input</i>	: > 5 K.
Faktor penguatan	: 1 (satu)
Kelinearan	: sekitar 0,20% untuk dari 0,2 Volt - 10 Volt
Lebar gerbang	: 0,4 $\mu$ detik - 4 $\mu$ detik
Tegangan kaki minimum	: 1 m Volt
Impedansi <i>Output</i>	: 2 Ohm
Suhu operasi	: sampai 50°C.
Warta pengontrol	: 2 Volt - 20 Volt
Impedansi <i>input</i> bagian gerbang	: 1 K.

### BAB : III. PENUTUP

Dari apa yang telah diuraikan dapat dikemukakan bahwa pembuatan gerbang linear yang telah dilaksanakan cukup berhasil, dan dapat dipergunakan dalam eksperimen.

Pada dasarnya rangkaian elektronika Gerli terdiri dari dua bagian, yaitu bagian linear yang akan melakukan warta *input* dengan deformasi yang minimum selama ada warta gerbang, dan bagian gerbang yang pada dasarnya untuk mengubah warta pengontrol menjadi warta digital positif yang lebarnya dapat diatur.

Gerli yang telah dibuat dapat dioperasikan pada keadaan normal dan pada keadaan langsung. Pada operasi normal warta *input* akan dilalukan selama ada warta gerbang, sedang operasi langsung warta *input* akan selalu dilalukan selama tidak ada warta gerbang, dan operasi ini dipergunakan untuk melihat warta *output* tanpa tegangan kaki.

Gerli yang telah dibuat dapat menanggapi warta unipolar atau bipolar, di mana untuk warta bipolar bagian negatifnya akan ditahan. Sedang sebagai warta pengontrol berupa warta digital positif minimum 2 Volt.

DAFTAR PUSTAKA

1. "An 34 Experiments In Nuclear Science", ORTEC Application Note, 1971.
2. "Instruction Manual Model 426 Linear Gate", ORTEC.
3. Kowalski, E., "Nuclear Electronics", Springer - Verlag, New York, 1971.
4. Nicholson, P.-W., "Nuclear Electronics", John Wiley and Sons, London, 1974, 115 - 116.
5. "Master Selection Guide", Motorola Semiconductors, 1971.

# GATE

① GATING CIRCUITS

M1

⑤ SIGNAL  
③ INPUT  
④ OUTPUT

D

~~3~~  
4

Q1

② GRAPHS

D