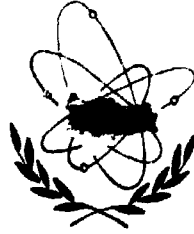


T. C.
ATOM ENERJİSİ KOMİSYONU

MAGNETRON ENJEKSİYONLU BİR ELEKTRON
TOPUNDA DEMET-PLAZMA BOŞALMASI YAR-
DIMIYLA DEMET YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRIL-
MASI

S.SİMAN*

Kasım, 1973



ANKARA NÜKLEER ARAŞTIRMA MERKEZİ

Teknik Raporu : PF-4-73

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

**MAGNETRON ENJEKSİYONLU BİR ELEKTRON
TOPUNDA DEMET-PLAZMA BOŞALMASI YAR-
DIMIYLA DEMET YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRIL-
MASI**

S.SİNMAN^{*}

Kasım, 1973

**^{*}Ankara Nükleer Araştırma Merkezinde
Misafir Araştırmacı.**

ÖZET

Literatürde, yüksek demet akımları ve bu yoldan yoğun demetleri elde etmek için kullanılan elektron topları, Pierce ve magnetron enjeksiyonlu tiplerdir. Alçak gaz baskısında çalışan bir Duo-plazmatron kaynağı da kolaylıkla bir elektron kaynağına dönüştürerek bu amaçla kullanılabilir.

Bu çalışmada, lineer triyod tipinde bir magnetron enjektöründe oluşturulan demet-plazma boşalması yardımıyla, demet akımını, başlangıçtaki değerine göre 4 katına kadar yükseltebileceği gösterilmiş ve bunun koşulları saptanmıştır.

Bir anlamda, demet akımı sıcak gaz katodu yardımıyla (glow boşalması kullanmadan) arttırılmıştır. Böylece yeni ve farklı bir yöntemle yoğun demetlerin elde edilebileceği gösterilmiştir. Bu mekanizma teorik olarak iki modelle tartışılmış ve deneysel olarak da irdelenmiştir.

Yüksek verime (demet akımı/enjektör akımı=% 98), sürekli rejimde 40 mA'e kadar demet akımına ve 0.6 Amp/cm²'ye kadar demet yoğunluğuna (demetin çapı 3 mm) kolayca varılabileceği, deney sonuçları extrapolasyonla edilerek anlaşılmıştır. Bu koşul için, toplam elektrod gerilimi yalnız 1 kV ve magnetron enjeksiyonunu meydana getirmek için gerekli alan şiddeti de 250 Gauss'tur.

Geliştirilen top darbe rejiminde de çalışabilir. Bunun için, yalnız lineer triyodun kontrol izgarası gerilim kaynağını modüle etmek (diğer kaynaklar seri bağlanmıştır) yeterlidir.

SUMMARY

According to the literature, electron guns used in obtaining high beam currents and thereby producing dense beams are of Pierce and magnetron-injection types. A Duo-plasmatron source operating at low gas pressure can also be easily converted to an electron source and used for the same purpose.

This study demonstrated that the beam current value can be intensified by up to 4 times the original level with the aid of a beam-plasma discharge formed in a linear triode type magnetron injector, and determined relevant conditions.

In one sense, the beam current was increased with the aid of a hot gas cathode, without utilizing glow discharge, thus demonstrating that dense beams can be obtained by a new and different method. The mechanism was theoretically discussed on two models and also practically corroborated.

By extrapolation of test results it has been determined that high efficiency (beam current/injector current = 98 %), continuous regime beam currents as high as 40 mA and beam densities of up to 0.6 Amp/cm² (3 mm.dia.beam) can be easily achieved. For the said conditions, the overall electrode tension is merely 1 kV, and field intensity used to obtain magnetron injectron is 250 Gauss.

The gun thus developed can be also operated in the pulse regime. To obtain this operating pattern merely modulation of the linear triode control grid voltage supply will suffice (all other sources connected in series).

MAGNETRON ENJEKSİYONLU BİR ELEKTRON TOPUNDA DEMET-PLAZMA BOŞALMASI YARDIMIYLA DEMET YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRILMASI

S. SİNMAN, ODTÜ, Elektrik Mühendisliği Bölümü, Ankara

1. GİRİŞ

Yüksek demet akımları ve bu yoldan yoğun elektron demetleri elde etmek için, genellikle iki tip elektron düzenine literatürde rastlanmaktadır. Bunlar, yüksek vakumda çalışan Pierce ve magnetron enjeksiyonlu elektron toplarıdır (1). Alçak gaz baskısında (10^{-3} - 10^{-1} Torr) çalışan Duo-plasmatron (2) kaynağı da kolaylıkla bir elektron kaynağına dönüştürülerek (3) bu amaçla kullanılabilir.

Pierce ve magnetron enjeksiyonlu elektron topları ile Duo-plasmatron'un yapısal güçlükleri bilinen özellikleri arasındadır. Örneğin, ilkinde katod ve hızlandırıcı elektrodlarının oldukça kompleks geometrileri olması, Duo-plasmatron'da ise, magnetik ayna için ferromagnetik bir gövdeye ihtiyaç duyulması ve ekstraksiyon elektrodlarının optik eksen üzerindeki yerlerinin saptanması sözü edilen güçlüklerdendir.

Bu tiplerde, sürekli çalışma rejiminde, 1 Amper e kadar demet akımları elde edilebilir. Ancak bu mertebeler için oldukça yüksek elektrod gerilimleri (10 - 20 kV) ve magnetik alan şiddetleri (5 - 10 kG) gereklidir.

Öte yandan, magnetik alan içinde bulunan lineer bir triyodun (silindirik ve disk elektrodları z yönünde sıralanmış) anodu yönünde bir elektron demetinin oluşabileceği ve bu yoldan oldukça yüksek demet akımları (0,1 amper e kadar) elde edilebileceği teorik ve deneysel olarak gösterilmiştir (4). Böylece magnetron enjeksiyonlu bir elektron topunun çok daha basit yapıda gerçekleştirme olanağı bulunmuştur. Basit bir yapının yanı sıra, topun alçak gerilim (en çok 1 kV) ve düşük alan şiddeti (en çok 250 G) ile çalışması bazı avantajlar da sağlamıştır. Örneğin, elektrodların daha az harcama yapması ve ters-saçılmanın azaltılması sonucunda, alçak gaz baskılarında da (10^{-3} Torr'a kadar) sistem kolaylıkla çalışabilmiştir. Bu koşullarda demet-plazma boşalması oluşmuş ve ayrıca incelenmiştir (5).

Bilindiği gibi, demet plazması enerjistik elektronların kendi hız vektörü yönünde oluşturduğu bir plazmadır. Paralel bir elektron demeti için bu plazmanın geometrisi, eksenî elektron demeti olan bir silindirdir. Demet-plazma boşalması yardımıyla plazmanın ısıtılması (6) ve bu boşalmanın özelliklerinden faydalanarak VHF, UHF amplifikatörlerinin geliştirilmesi, günümüzün ilginç konuları arasındadır.

Bu çalışmada, yüksek demet akımları ve bu yoldan yoğun elektron demetleri elde etmek için farklı bir yöntem teklif edilmektedir. Lineer triyod tipinde bir magnetron enjektöründe oluşturulan demet plazma boşalması yardımıyla, demet akımının arttırılabileceği gösterilmiştir. Bu mekanizmanın modelleri verilmiş ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Optimum koşullar ve ekstraksiyon verimi ayrıca incelenmiştir.

2. DEMET-PLAZMA BOŞALMASI

Şekil 1 de görülen deney modelinde, yakınsak ya da paralel demet için gerekli elektrod gerilimleri toplamı, 300 Volt tan daima büyük olmaktadır. Elektronların bir Hidrojen plazmasını oluşturabilmesi için, iyonizasyon tesir kesiti (7) bakımından bu değer de yeterlidir. Örneğin deney koşullarında, magnetik alan bobininden geçen akımın en küçük değeri 0.1 Amper, en büyük değeri ise 1 Amperdir. Bu çalışma bölgesi içinde, hedef elektrodu ile G-2 elektrodu arasındaki voltaj gradyanı kolaylıkla sabit tutulabilmektedir. Bunun için hedef elektrodunu G-2 elektroduna göre (G-3 ve G-4 silindirleri aynı potansiyeldedir) 300 Volt daha pozitif yapmak yeterlidir. Öte yandan, magnetik alan değerine göre G-1 gerilimi (V_{g1}) saptandıktan sonra, demetin biçimlenmesi elektrostatik bir yöntem ile (apertür tipinde bir mercekle) olmaktadır. Yani G-2 gerilimini (V_{g2}) G-1 gerilimine göre değiştirmekle optimum optik koşullar elde edilmektedir. V_1 , V_2 ve V_3 gerilim kaynakları da (Şekil 1) seri olduğundan, katod ile hedef elektrodu arasındaki potansiyel farkı daima 300 Volt tan büyük bulunmaktadır. Sonuç olarak, deney modelinde 10^{-5} Torr'dan 10^{-3} Torr'a kadar seçilen herhangi bir gaz baskısında (Hidrojen gazı için) demet-plazma boşalmasını oluşturmak kolaylıkla mümkündür

2.1. Eksenel Plazma Direnci

Bir demet plazmasının demeti saran ortak eksenli bir geometrisi vardır. Bu demetin paralel olması halinde, katodla hedef elektrodu arasında bir boru şeklinde düşünülebilir. Elektron demeti eksenel simetrik olduğuna göre, bu geometrinin kesiti daire şeklindedir. Ancak demetin yakınsak ve iraksak bölgelerinde yüzeyler farklı olacaktır. Bununla beraber, demetin paraksial özelliği göz önünde tutulursa, ortalama bir daire yüzeyi, eksenel plazma direncinin modellenmesinde bir yaklaşım koşulu olarak kabul edilebilir.

2.1.1. Soğuk demet modeli., Sistemimizdeki (Şekil 1) elektron demetinin enerjisi,

$$eV = m_e / 2 \quad [\dot{r}^2 + (r\dot{\theta})^2 + \dot{z}^2] \quad (2.1)$$

eşitliği ile verilebilir. Diğer taraftan magnetik alan vektörünün bileşenleri ise,

$$B_r = 1/r (\partial A_z / \partial \theta) - (\partial A_\theta / \partial z) \quad (2.2)$$

$$B_\theta = (\partial A_r / \partial z) - (\partial A_z / \partial r) \quad (2.3)$$

$$B_z = (\partial A_\theta / \partial r) - 1/r (\partial A_r / \partial \theta) \quad (2.4)$$

bağıntıları ile bilinmektedir. Paraksial ve eksenel simetrik bir demet, (Denklem 2.2, 2.3 ve 2.4) e göre düzgün bir alan bölgesinde enerji kazanmayacaktır. Ancak toplam enerjinin enine bileşeni $(r\dot{\theta})^2$ açısal hızı nedeniyle oluşacaktır. Pratikte bu değer (20 eV) oldukça küçüktür. Böylece sistemimizdeki toplam enerjinin yalnız boyuna bileşeninden söz edilebilir. Bu özellikte bir demet ise genellikle soğuk (8) kabul edilmektedir.

Öte yandan bir magnetik alan içinde bulunan plazmanın rezistivitesi (9).

$$\mathcal{R}_{sp} = 6,6 \cdot 10^{-6} / T_e^{3/2} \quad \text{ohm-cm} \quad (2.5)$$

dir. Burada T_e , keV olarak verilmiştir. Soğuk demet halinde $T_e = 4,14 \cdot 10^{-5}$ keV (300°K e karşıt) alınabilir. Lineer triyodun (K, G-1 ve G-2 den yapılı) ekseni yönünde oluşan demet plazmasının eşdeğer s_{dp} yüzeyi için de (Denklem 2.5) den,

$$s_{dp} = 6,6 \cdot 10^{-6} I_{g2} / T_e^{3/2} (\partial z / \partial V_g) \quad (2.6)$$

şey olarak, katod ile G-2 ızgarası arasındaki demet plazma direnci yazılır

$$R_{g2k} = R_{sp} L_{g2} / s_{dp} = I_{g2} / I_{g2} (\partial V_g / \partial z) \quad (2.7)$$

bağıntısı ile bulunabilir. Burada, $\partial V_g = \partial(V_{g1} + V_{g2})$ toplam ızgara gerilimindeki fark, I_{g2} ikinci ızgara (anod) akımı ve L_{g2} de G-2 ile katod arasındaki uzaklık olarak verilmiştir. Demet-plazma boşalması esnasında V_{g1} sabit tutularak ve $I_{g2}(V_{g2})$ değeri ölçülerek (Denklem 2.7) den R_{g2k} hesaplanabilir.

2.1.2. Triyod modeli. Magnetron enjektörünün lineer bir triyod şeklinde olduğu yukardaki paragraflarda belirtilmişti. Anod akımındaki (I_{g2}) toplam değişme farkı için Taylor serisinin ilk mertebe terimleri alınarak,

$$DI_{g2}(V_{g1}, V_{g2}) = (\partial I_{g2} / \partial V_{g1}) V_{g2} DV_{g1} + (\partial I_{g2} / \partial V_{g2}) V_{g1} DV_{g2} \quad (2.8)$$

eşitliği yazılır ve V_{g1} sabit alınır. (Denklem 2.8) den,

$$R_{g2k}^i = \partial V_{g2} / \partial I_{g2} \quad (2.9)$$

bulunur. Sistemde magnetik alan şiddeti ve gaz baskısı da değişmediği sürece $I_{g2}(V_{g2})$ karakteristiğinden, katod ile anod (G-2) arasındaki demet plazmasının inkremental direnci kolayca bulunabilir.

2.2. Demet Yoğunluğu

2.2.1. Plazma direncinin etkisi., Demet-Plazma boşalması sonucunda oluşan aksenal plazma direnci, katod ile hedef elektrodu arasındaki emisyon halkasını kapatmaktadır. Bu halde demet yoğunluğu,

$$J_{D1}^p = P_{D1}^p / s_{dp} = (V_1 + V_2 + V_3) / R_{g2k} L_{hk} s_{dp} \quad (2.10)$$

şeklinde yazılabilir. Burada L_{hk} hedef ile katod arasındaki uzaklıktır. (Denklem 10) dikkate alınır. Sisteme gaz verilmeden önceki demet akımı (I_D) ile gaz verildikten sonraki değeri $I_{D2}^p = I_D + P_{D1}^p$ arasında bir farkın olacağı anlaşılmaktadır.

2.2.2. Magnetron enjeksiyonu., Magnetik alan içinde bulunan lineer bir triyodun anodu yönünde oluşan elektron demeti,

$$N_1 s_2 (V_{g1}, B_{zs}) q (2q V_{g1} / m)^{1/2} = [I_{g1}(V_{g1}) - I_{g1}(B_{zs}) V_{g1}] M \quad (2.11)$$

bağıntısı (4) ile tanımlanabilir. Burada N_1 elektron demetinin yoğunluğu, s_2 ise, G-2 yönündeki kesitin yüzeyi, $I_{g1}(V_{g1})$ alan yokken ızgara akımı, $I_{g1}(B_{zs})$ alan uygulandığı zaman ızgara akımının doyma değeri ve M büyütme katsayısı olarak verilmiştir. (Denklem 2.11) in sağ tarafı ise demet akımını göstermektedir. $I_{g1}(V_{g1})$ seçilen herhangi bir V_{g1} değeri için sabit kalıyorsa, (Denklem 2.11) den,

$$I_D = [K_{g1} - I_{g1}(B_{zs}) V_{g1}] M \quad (2.12)$$

bulunur. Magnetik alan etkisinde $I_{g1}(B_{zs})$ daima K_{g1} den küçüktür. Böylece demet akımı magnetik alana karşı artan, $I_{g1}(B_z)$ ise azalan fonksiyonlardır. Başka deyişle sistemde bir emisyon dengesi vardır. Öte yandan, alçak gaz baskılarında da magnetron enjektörünün volt-ampere karakteristiklerinin Child-Langmuir ve Richardson-Dushman modellerine göre tefsiri (10) mümkün görülmektedir. Sonuç olarak (Denklem 2.12) ye göre tanımlanan modelin demet-plazma boşalması esnasında da geçerli olacağı söylenebilir. Deneyler de bunu irdelemektedir.

3. DENEYSEL VERİLER

Magnetron enjektöründe oluşan demet plazmasını karakterize eden eğriler (Şek 2) ve (Şek 3) de görülmektedir.

(Şek 2) de ikinci ızgara (lineer triyodun anodu) geriliminin (V_{g2}) fonksiyonu olarak I_{g2} değişimleri verilmektedir. Buradaki parametre, diyafram şeklindeki G-2 ızgarasının yarıçapıdır. Magnetik alanın değeri (B_2), gaz baskısı (p) ve birinci ızgara gerilim kaynağı (V_1) birer sabit olarak seçilmiştir.

Çizilen fonksiyonların (50 - 200 Volt arasında) eğimlerinin eşit olması diyafram çaplarının inkremental plazma iletkenliğini etkilemediğini göstermektedir. Buna mukabil $d_{g21} = 1,5$ mm olduğu zaman sabit bir çalışma noktası için, aksenal plazma direnci daha küçüktür.

Triyod modeli için, (Denk. 2.9) a göre, $16 \cdot 10^3$ ohm değerinde bir inkremental plazma direncinin (iki farklı diyafram için) katod ile G-2 ızgarası (anod) arasında olduğu söylenebilir. Öte yandan, $I_{g2}(V_{g2})$ karakteristiğinin doğrusal bölgesinde demet plazmasının direnci, (Denk. 2.7) nin ikinci eşitliğine göre $24 \cdot 10^3$ ohm ($D_{g21} = 1,5$ mm için) bulunmaktadır. Bu koşulda, demet plazmasının eşdeğer alanı ve plazma resistivitesi ise $s_{dp} = 10^{-3}$ cm² ve $R_{sp} = 25,2$ ohm-cm dir. Sistemde katod ile G-2 arası 10 mm olduğundan (Denk. 2.7) nin ilk bağıntısından R_{g2k} nin değeri 25200 ohm çıkar (Denk. 2.7) nin birinci ve ikinci eşitliklerine göre bulunan bu nümerik sonuçlar birbirine yakındır. Sonuç, soğuk demet modeline uymaktadır.

Deney koşulları değiştirilmeden demet akımı (I_D) nin V_3 gerilimi ile değişimi (Şek. 3) de verilmektedir. Buradaki sonuçlar da (Şek. 2) deki sonuca benzerdir. Yalnız şekilde, karakteristiklerin iki farklı eğimi vardır. Elektron demeti, V_3 ün 100 volttan büyük değerleri için paralel olmaktadır. Başka deyişle V_2 ile saptanan optimum optik koşullar 100 volttan büyük değerler için korunmaktadır. Böyle olunca (demet plazmasının geometrisi de göz önünde tutulursa) optik koşulların bozulduğu bölgede eğimin artacağı tabiidir.

Demetin paralel olduğu bölgede inkremental plazma direnci (400 k) oldukça büyüktür. Diğer taraftan, çalışma şartlarında aksenal plazma direnci 1.12 Mom bulunmaktadır.

Magnetron enjeksiyonu varken, lineer triyodun G-1 akımının gaz baskısına karşı değişimi (Şek. 4) de görülmektedir. Burada bir karşılaştırma yapmak için demet akımının (I_{D2}) değerleri de baskının bir fonksiyonu olarak verilmiştir. $6 \cdot 10^{-4}$ Torr için, demet akımı 7 mA dır. Aksenal plazma direncinden dolayı hedef elektrodu ile katod arasından geçebilecek akım (I_{D1}) ise, $V_1 + V_2 + V_3/1,12 \cdot 10^6$ amperdir. Deney koşulunda bu değer 560 μ A olacaktır. Bu sonuca göre demet akımındaki artma, genellikle magnetron enjeksiyonu nedeniyle olmaktadır.

Eksenal plazma direncinin oluşturduğu demetin yoğunluğu oldukça yüksektir. $560 \cdot 10^{-6}/10^{-3} = 0,56$ Amp/cm². Bura karşı magnetron enjeksiyonunun etkili olduğu demetin ($6 \cdot 10^{-4}$ Torr'da) yoğunluğu $I_{D2} - I_{D1}/S$ demet = $6,5 \cdot 10^{-3}/0,0675 = 0,095$ Amp/cm² olarak bulunmaktadır. Bu sonuç gaz verilmeden önceki değerden büyüktür. Böylece 3mm lik bir demet çapı için, demet-plazma boşalması yardımıyla demet yoğunluğunun arttırılabileceği anlaşılmaktadır.

Baskının bir fonksiyonu olarak magnetron enjektörünün verimi $\theta = I_{D2}/I_{D1}$ yukardaki deney koşullarında incelenmiştir. İlgili çizim (Şekil 5) de verilmektedir. Burada optimum bir gaz baskısı ($4 \cdot 10^{-4}$ Torr) görülmektedir. Bu halde verim % 98 dir. Bir glow boşalması olmadan $8 \cdot 10^{-4}$ Torr'da, sistemdeki demet-plazma boşalması kontrol edilebilmekte ve demet akımı da 8.5 mA e kadar yükselmektedir. Bu değer başlangıç koşulunda ($2 \cdot 10^{-5}$ Torr) bulunan demet akımınının 4 katına çok yakındır.

tına çok yakındır

4. SONUÇ

Alçak gaz baskılarında ($2 \cdot 10^{-4}$ - $8 \cdot 10^{-4}$ Torr), silindirik yapıda magnetron enjeksiyonlu bir elektron topunun ana fonksiyonlarında bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan demet-plazma boşalması sonucunda daha iyi bir performans elde edilmiştir.

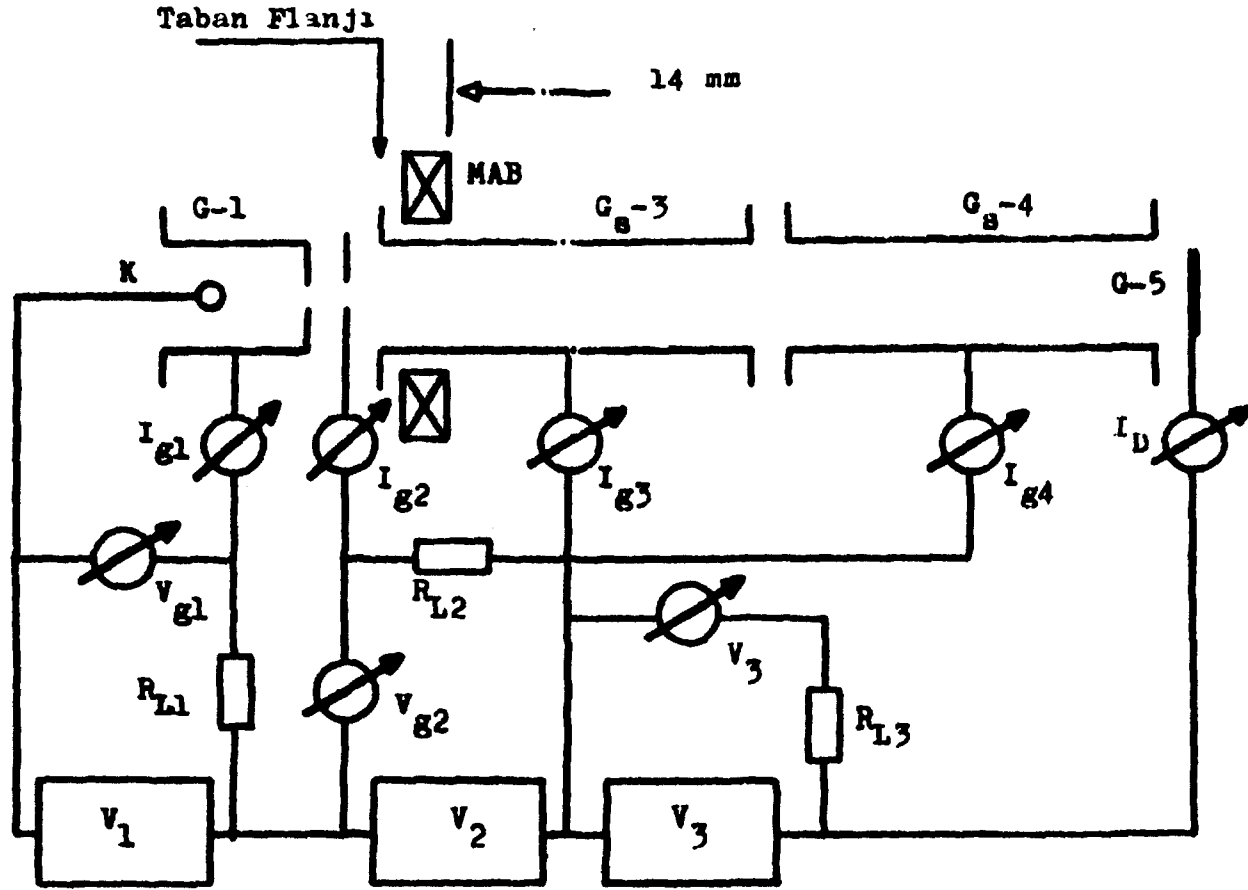
Deney koşulları değiştirilmeden ve yalnız gaz baskısı kontrol edilerek demet akımını başlangıçtaki değerine göre 4 katına kadar yükseltme olanağı bulunmuş ve bunun koşulları saptanmıştır. Bu artış iki modelle tartışılmış ve eksenel plazma direncinin pek etkili olmadığı, buna mukabil magnetron enjeksiyonunun alçak gaz baskılarında da oluşabileceği anlaşılmıştır. Bir anlamda, demet akımı sıcak gaz katodu yardımıyla (glow boşalması olmadan) yükseltilmiştir. Fakat kullanılan bu sıcak gaz katodunu demet-plazma boşalması oluşturmuştur. Böylece yeni ve farklı bir yöntemle yoğun demetlerin elde edilebileceği gösterilmiştir.

Verim değişmekle beraber % 70 in altına düşmemiştir. Sonuçlar ekstrapole edilince 40 mA e kadar demet akımları (sürekli rejimde) ve 0,6 Amp/cm² kadar demet yoğunluklarının (demetin çapı 3 mm) kolayca elde edilebileceği anlaşılmaktadır. Bunun için toplam elektrod gerilimi ($V_1 + V_2 + V_3$) 1 kV ve magnetron enjeksiyonunu meydana getirmek için gerekli alan şiddeti de 250 Gauss olmalıdır. Literatürdeki yük-yoğunluktaki elektron toplarının çalışma karakteristiklerine göre bu değerler çok küçük bulunmaktadır. Geliştirilen top darbe rejiminde de kolaylıkla çalışabilir. Bunun için yalnız V_1 gerilim kaynağını darbe veya sinüsoidal gerilimle kontrol edilmesi yeterlidir

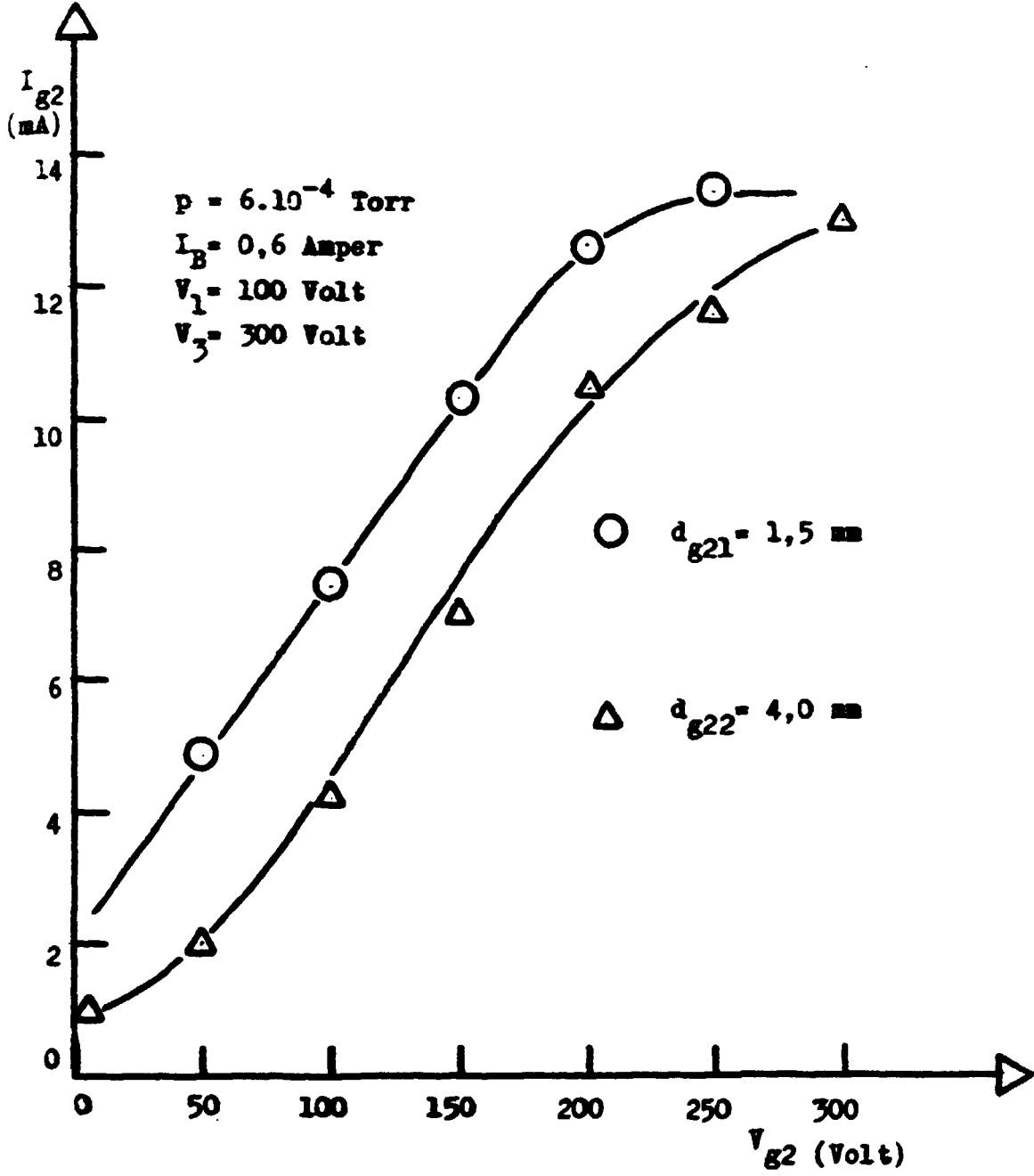
LİTERATÜR

- 1- V. Hughes, H. L. Schultz., Atomic Sources and Detectors., Atomic and Electron Physics Part A, Academic Press (1967).
- 2- W. B. Kunkel., Plasma Physics in Theory and Application., McGraw-Hill, Chap. 12(1966) 419.
- 3- ORTEC Instrumentation for Research., Cat. No. 1001 (1968) 2.
- 4- S. Sinman., Magnetron Enjeksiyonlu bir Elektron Topunun Farklı Yöntemle Gerçekleştirilmesi., Assoc. Prof İtik Tezi, O D. T. Ü. Müh. Fak., Elek. Müh. Böl. Mart 1973.
- 5- A. Sinman., S. Sinman., Bölgesel Magnetik Alanlı bir Demet Plazma Sisteminde Karakteristik Frekanslara yakın Etkileşmeler., (Bu kongrede sunulacaktır.)
- 6- A. G. Plakhov, et al., plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion Research, IAEA., Special Supplement (1969) 243
- 7- Chap. 10 (Ref. 2) 319.
- 8- M. Seidl, F. Sunka., J. Plasma Phys and Thermonuclear Research., Vol. 7, No. 4 (1967) 237
- 9- G. Samuel H. L. Ralph., Controlled Thermonuclear Reactions., D. Van Nostrand Company. Inc. (1960).
- 10- S. Sinman., Bir Magnetron Enjektöründe Child-Langmuir ve Richardson-Dushman Modelleri., (Bu kongrede sunulacaktır.)

MAGNETRON ENJEKSİYONLU BİR ELEKTRON TETRODA DEMET-PLAZMA HOŞALMASI YARDIMINLA
DEMET YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRILMASI

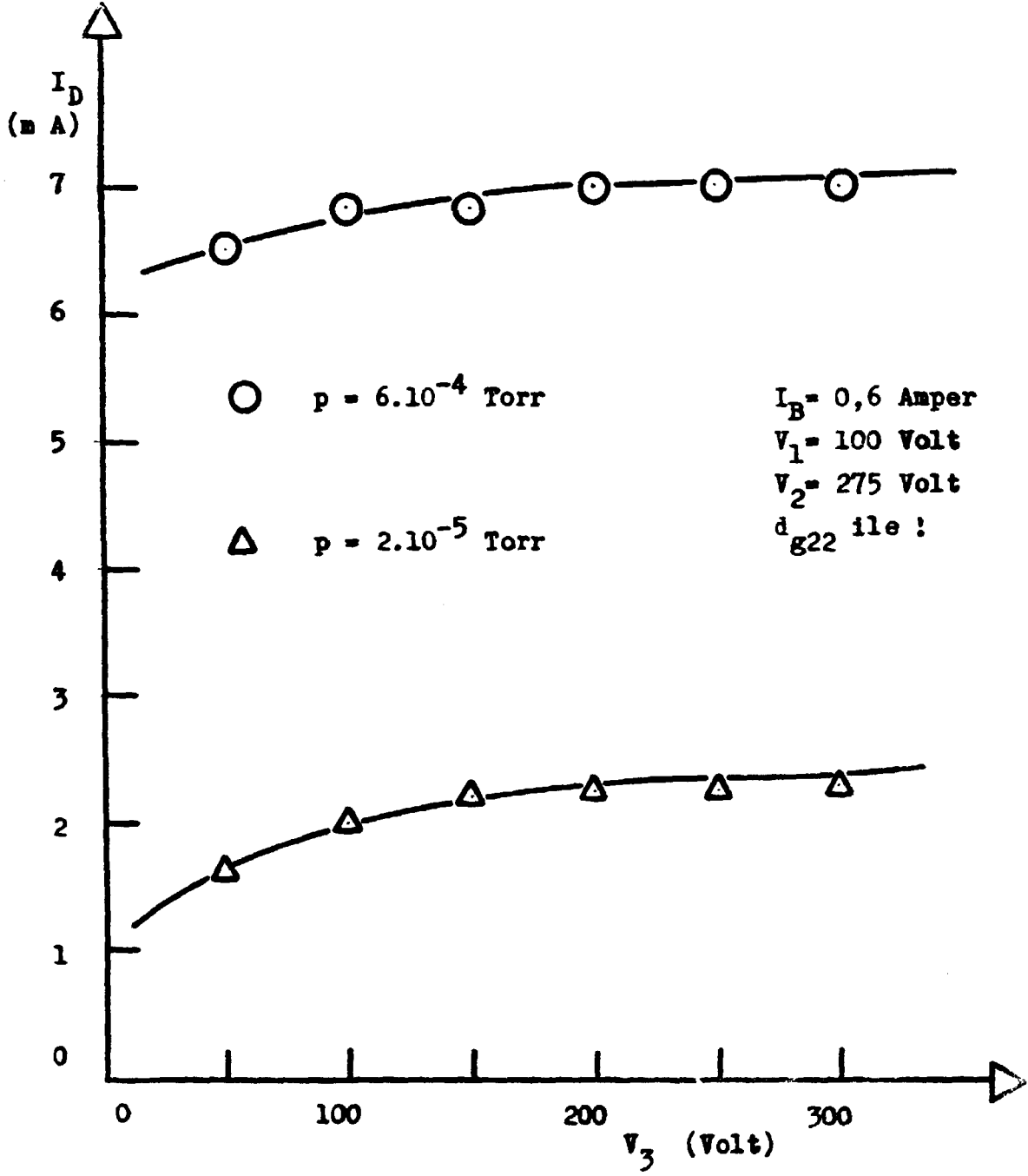


Şek. 1. Tetrod biçiminde MEET'nun şematik diyagramı.

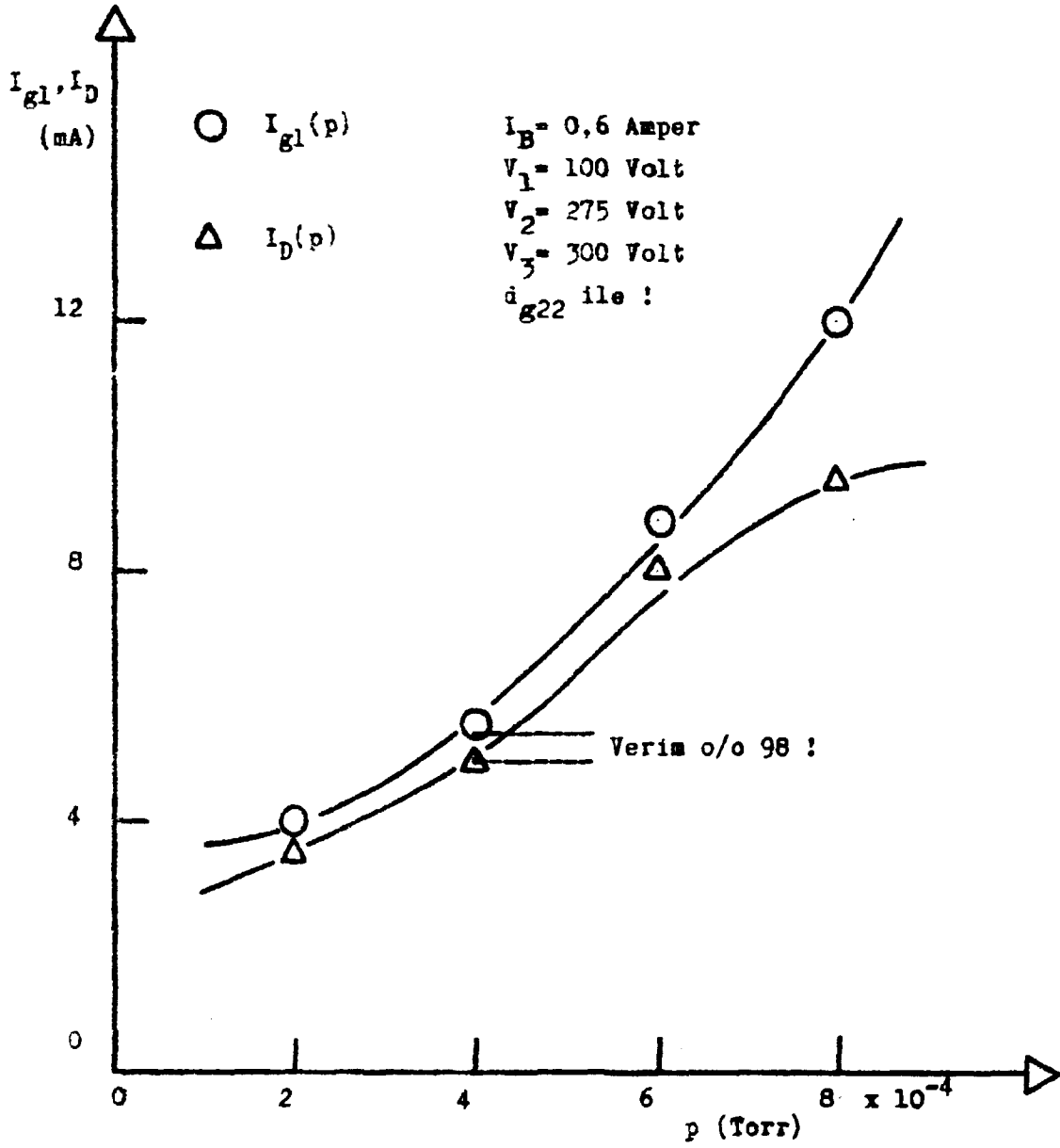


Şek. 2. İkinci ızgara akımının V_{g2} nin fonksiyonu olarak değişimi.

MAGNETRON ENJEKSİYONLU BİR ELEKTRON TOPUNDA DEMET-PLAZMA BOŞALMASI YARDIMIYLA
DEMET YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRILMASI

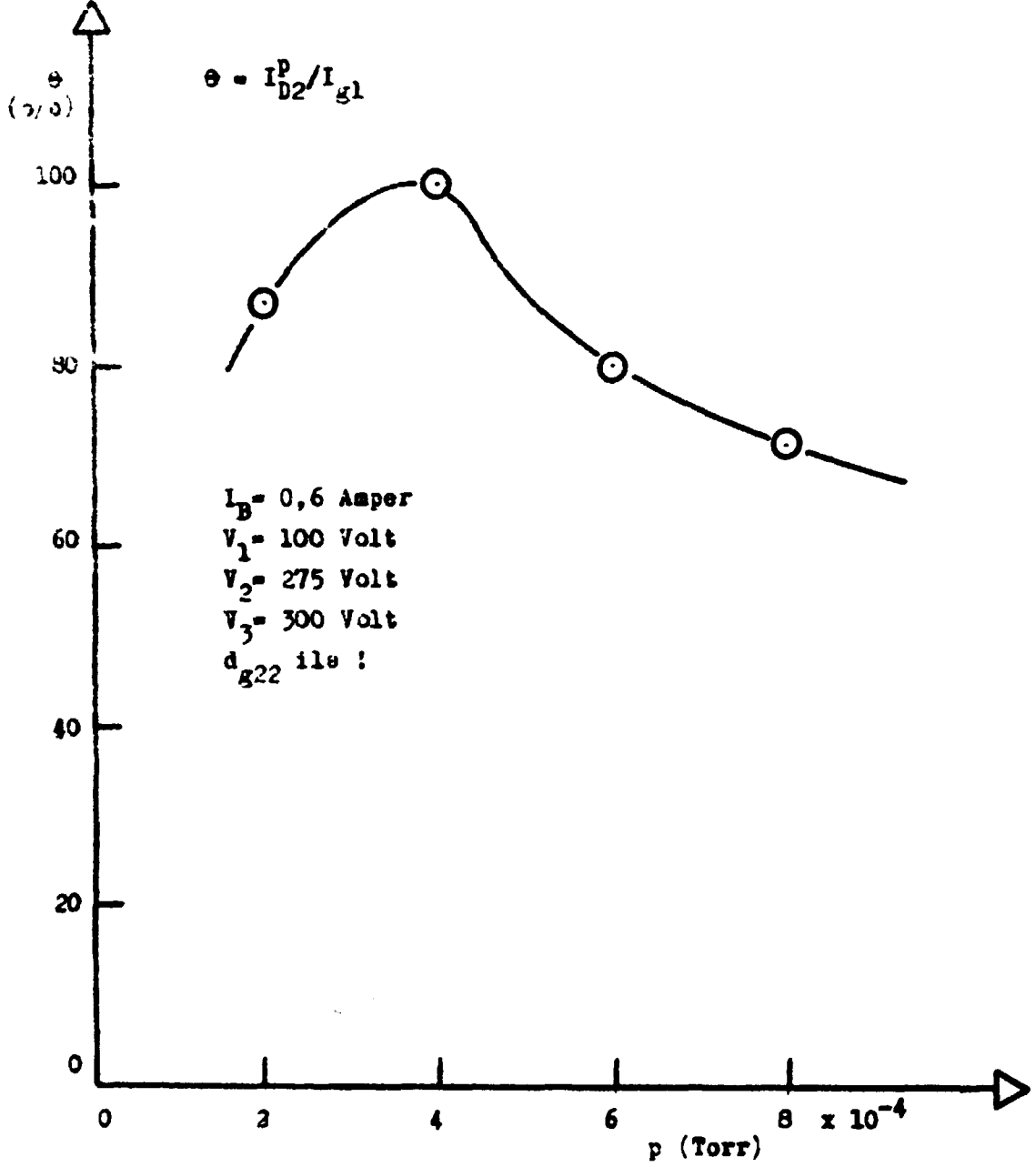


Şek. 3. Demet akımının V_3 ile değişimi.



Şek. 4. Lineer triyodun ızgara akımı ile demet akımının gaz baskısına göre değişimleri.

MAGNETRON ENJEKSİYONLU SİR ELEKTRON TOPUNDA DEMET-PLAZMA BOŞALMASI YARDIMIYLA
DEMİT YOĞUNLUĞUNUN ARTTIRILMASI



Şek. 5. Magnetron enjektörünün alçak baskılardaki verimi.