

## حساب بعض الدوال الخاصة بتصميم فجوة معجل خطي

ضياء عبد المنعم نصر الله

وزارة العلوم والتكنولوجيا

### الخلاصة

يتضمن البحث بناء قاعدة علمية وبرمجية في معجلات الجسيمات المشحونة وصولاً إلى الاستفادة منها في عمل تصاميم لأجزاء من المعجل. مجموعة قوانين فجوة المعجل الخطي حولت إلى برنامج (ACSK Code) وكتب بصورة خاصة بلغة الفورتران IV لأجل الحساب العددي للمجالات الكهرومغناطيسية في فجوات المعجل الخطي (Linac) بواسطة (LACC) Triangular Finite Element Method High-Order Polynomial. مدخلات البرنامج تحتوي بصورة رئيسة على هندسة الفجوة وحلول منطقة العناصر المثلثة المتناهية. أما المخرجات فتحتوي على المركبات الطولية والعرضية لشدة المجال الكهربائي وشدة المجال المغناطيسي المحيطي.

### المقدمة

يعد البرنامج (ACSK) حلاً لمشاكل المجال الكهرومغناطيسي في منطقة الفراغ ورنين محور التناظر مع جدران التوصيل و هذه المسألة تعد ذا أهمية رئيسة للمهتمين في تصميم فجوة المعجل الخطي التي نحتاج إليها لقياس بعض الكميات الفيزيائية مثل التوزيع المغناطيسي في الفجوة [1].

يعد البرنامج الرياضي (ACSK) ذا صيغة مزدوجة بين متعدد الحدود ذات الدرجة العالية (High-Order Polynomial) وطريقة التقسيم على مثلثات متناهية (Triangular Finite Element Method) لحساب المجال المغناطيسي وطرائق عددية أخرى متنوعة ذي بعد واحد أو اثنين مثل (Newton Cotes) التي تستعمل لإيجاد كميات فيزيائية مثل [2]:

- T-transit time factor
- Stored energy
- Power loss
- Shunt impedance per unit length
- Q-factor

### المفاهيم والمبادئ الأساسية لعمل المعجل الخطي

يبين المخطط التوضيحي رقم (1) للمعجل الخطي المكبر الذي بني بواسطة Alvarez في عام 1947 أن البروتونات القادمة من مصدر معين مثلًا معجل Vande Graaff تقذف بطاقة (2MeV) إلى المعجل الذي يتألف من سلسلة أنابيب معدنية محورية التراصف تدعى أنابيب الانسياب تكون ضمن وعاء اسطواني مفرغ يجهز بفولتية ذي تردد راديوي 200MHz Radio-frequency voltage تطبيق عبر أنابيب الانسياب المجاورة وهكذا إذا استمرت حزمة (فان دي كراف) بالدخول إلى النظام متى ما الأنبوب الأول يكون سالبًا بالنسبة إلى الأرض سوف تنجذب إلى الأنبوب الأول وسوف تقضي مدة قصيرة في أنبوب الانسياب الذي يكون بمثابة حجاب واق من القوى

الكهروستاتيكية، لذلك سوف يكون الريح بالسرعة ثابت حتى وصول الحزمة الى الفجوة بين الانبوين الاول والثاني . يصمم طور الفولتية المطبقة بالنسبة للزمن بصورة متغيرة ليتناسب مع طول انابيب الانسياب ، وكذلك الانبواب الاول هو موجب بالنسبة الى الانبواب الثاني .

الفولتية بين الانبوين تكون عندما  $V$  يكتسب الجسم طاقة مقدارها  $eV$  في حركته ضمن الفجوة. وحينئذ قبل الحركة على طول الانبواب الثاني فان الزمن يطابق او يماثل نصف دورة من فولتية التردد الراديوي المطبق ليقابل الفجوة الثانية لزم التصحیح الذي يظهر فولتية تعجيل ثابتة  $V$  مع كسب طاقة مقدارها  $eV$  . تتكرر هذه العملية في  $(n)$  من الأنابيب حتى يكسب الجسم طاقة مقدارها عدد  $[4,3] \text{ MeV}$  كما تشاهد في المخطط رقم (1) [5]. بما ان اطول انابيب الانسياب يجب ان تكون ذا علاقة مع فولتية التردد الراديوي المطبق فان طول انبواب الانسياب  $(L_n)$  يساوي سرعة الجسم في هذا الانبواب  $(v_n)$  مقسوما على 2 في التردد الراديوي [6](f).

$$L_n = \frac{v_n}{2f}$$

$$\frac{1}{2}mv_n^2 = neV_0$$

$$v_n^2 = \frac{2neV_0}{m} \quad = \quad v_n = \sqrt{\frac{2neV_0}{m}}$$

$$L_n = \sqrt{\frac{2neV_0}{m}} \cdot \frac{1}{2f}$$

$$L_n = \lambda \sqrt{\frac{neV_0}{2mc^2}}$$

هنا نلاحظ ان طول أنابيب الانسياب يزداد الى درجة مساوية الى  $\sqrt{n}$

$$L = \sum_{n=1}^N L_n \quad \approx \quad \lambda \sqrt{\frac{eV_0}{2mc^2}} \int_0^1 n^{1/2} dn$$

$$L = \frac{2}{3} \lambda \sqrt{\frac{eV_0}{2mc^2}} N^{3/2}$$

$$E = NeV_0$$

$$E = \left( \frac{3LeV_0}{2\lambda} \right)^{2/3} (2mc^2)^{1/3}$$

الكميات الاساسية والخاصة بتصميم فجوة معجل خطي (Linac) هي الاساس او القاعدة لتصميم فجوة معجل خطي مثالي ذي كفاية تشغيلية عالية والكفاية التشغيلية للفجوة تعتمد على عاملين :

1. الريح في الطاقة الحركية عندما يعبر الجسم خلال الفجوة.
2. القدرة المفقودة في جدران الفجوة.

لذلك على المصمم ان يحصل من حساب شدة المجال المغناطيسي على تنفيذ كميات قياسية تسمح له الاختيار بين تصاميم تنافسية.

الفيض الكلي  $\phi$  خلال المقطع العرضي الطولي للفجوة نحصل عليه من تكامل كثافة الفيض فوق السطح من المقطع العرضي .

$$\mathbf{B}_\theta = \mu_0 \mathbf{H}_\theta \quad \dots\dots\dots(1)$$

حينئذ وفقا لقانون فرايدي، القوة الدافعة الكهربائية V الناتجة عبر الفجوة بواسطة تغير المجال المغناطيسي في الفجوة. تعطى بالمعادلة الآتية:

$$V = -\frac{d\phi}{dt} = -j\omega\mu_0 \iint H_\theta drdz \quad \dots\dots\dots(2)$$

J تشير الى وجود فرق بالطور مقداره  $\left(\frac{\pi}{2}\right)$  بين  $H_\theta$  و V. كما من القوة الدافعة الكهربائية نستطيع ايجادها بواسطة حساب الشغل المبذول في حمل وحدة الشحنة حول حدود حلقة المقطع العرضي الطولي كما في الشكل رقم (2) [1].

$$V = \oint \vec{E} d\vec{l} = \int_C^B \vec{E}_z dz + 2 \int_B^A \vec{E}_r dr \quad \dots\dots\dots(3)$$

التكامل الخطي بين النقاط A & D على طول السطح المعدني يختفي بسبب E في كل مكان عمودية على dl. كذلك التكاملات من B الى A ومن D الى C تكون متساوية عندها يجتاز الجسم فرق جهد يعطى بالمعادلة الآتية:

$$V_{BC} = \int_C^B \vec{E}_z dz \quad \dots\dots\dots(4)$$

ويصبح الجسم يعمل بواسطة اقصى مجال كهربائي محوري والجسيم ينتقل بسرعة محددة وبأخذ زمن محدد للانتقال خلال الفجوة. على فرض ان السرعة ثابتة ويدخل الفجوة. ويبدأ بالدوران ويغادر بعد نصف دورة واحدة عندما الفجوة تشتغل في  $\pi$ -mode او بعد اكماله دورة عندما الفجوة تشتغل في  $2\pi$ -mode. وعندها يتحرك الجسم حركة مستعرضة بواسطة فرق الجهد الآتي:

$$V_{BC}^{(\pi)} = \int_C^B E_z \sin(\pi Z/L) dz, \quad (\pi - \text{mode } e) \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$V_{BC}^{(2\pi)} = -\int_C^B E_z \cos(2\pi Z/L) dz, \quad (2\pi - \text{mode } e) \quad \dots\dots\dots(6)$$

L : تمثل طول الفجوة (المسافة من B الى C) . كما موضح في الشكل رقم (2) .  
نسبة الفولتية المعطاة بواسطة المعادلة (5) او (6) الى المعادلة (4) تمثل عامل زمن الانتقال T (Transit time factor) [7]. T : تشير الى التأثير في الجسم عندما لا يخضع الى اقصى قيمة من المجال في كل مرة في اثناء عبوره خلال الفجوة .

الطاقة القصوى (U) المخزونة في الفجوة نستطيع ان نحصل عليها من المجال المغناطيسي بواسطة المعادلة الآتية:

$$U = \frac{1}{2} \int \vec{B} \cdot \vec{H} dv = \frac{1}{2} \mu_0 \int_0^{2\pi} \iint H_\theta^2 r dr dz d\theta \quad \dots\dots\dots(7)$$

اذ التكامل الحجمي يختزل الى التكامل فوق المقطع العرضي الطولي .

كثافة التيار المماس  $\vec{J}$  على جدران الفجوة يكون مساويا في سعته الى شدة المجال المغناطيسي المماس  $H_\theta$  ولكن

هذا التيار يمتلك اتجاهها مختلفا كما في الشكل رقم (2).

$$\vec{J} = \vec{n} \times \vec{H} = H_\theta \left( -\frac{dz}{dn} \vec{T}_r + \frac{dr}{dn} \vec{T}_z \right) = H_\theta d\vec{l} \quad \dots\dots\dots(8)$$

ان جدران الفجوة تمتلك توصيلية محددة. المجالات تخترق سطح الموصل وينتقل صافي القدرة الى جدران الفجوة.

حساب الخسارة في تيارات الجدران مشابه الى فقدان التيارات الحرة معدل فقدان القدرة الكلي يعطى بالمعادلة الاتية [8].

$$P = \frac{1}{2} R_s \int_0^{2\pi A} \int_D J^2 dl r d\theta = \frac{1}{2} R_s \int_0^{2\pi A} \int_D H_\theta^2 dl r d\theta = \pi R_s \int_D r H_\theta^2 dl \quad \dots\dots\dots (9)$$

اذ  $R_s = \sqrt{\omega_0 \mu_0 / 2\sigma}$  تمثل المقاومة النوعية السطحية .

$\omega_0$  = التردد الرنيني

$\sigma$  = التوصيلية للمعدن .

كما يمكن ان نعرف Shunt impedance في الفجوة بالمعادلة الاتية:

$$Z = V^2 / P \quad \dots\dots\dots(10)$$

نلاحظ من المعادلة (10) ان التناسب عكسي بين الـ Shunt impedance و الـ Power loss من هذه المعادلة يحاول

المصممين بناء فجوات معجل خطي ذي Shunt impedance عالية.

الكمية Q تعرف في فجوة المعجل الخطي بالمعادلة

$$Q = \omega_0 U / P \quad \dots\dots\dots(11)$$

اذ Q : يوصف حدة الرنين وقياس استمرار التذبذب.

## النتائج ومناقشتها

يمثل الجدول رقم (1) مدخلات البرنامج (ACSK) ويمثل الجدول رقم (2) مخرجات البرنامج . أما الشكل (3)

فانه يمثل احد مخرجات البرنامج الرئيسية ،اذ نشاهد مثلثات في النصف العلوي من المقطع العرضي للفجوة ، ونلاحظ فيه

مقاطع المنحني عند الحدود تكون تقريبا مستقيمة ورؤوس هذه المثلثات تمتلك أعدادا ذا تسلسل اعتباطي التي تعطي

إحداثيات  $r, z$  [1] .

## الاستنتاجات

1. وضع برنامج رياضي لحل مشاكل المجال الكهرومغناطيسي في منطقة الفراغ ورنين محور التناظر مع جدران التوصيل

2. تم حساب الكميات الفيزيائية أدناه

T- transit time factor , Stored energy , Power loss , Shunt impedance per unit length and Q-factor

1. Konrad, A. , (1978) Computer Physics Communication 13:349
2. Konrad,A. (1973).IEEE Trans. Nucl. Sci., NS – 20:802
3. HUNT, S. E. (1987). “Nuclear Physics For Engineers & Scientists”,
4. Gancoli,D. C. (1998). “Physics Principle with Application “, Fifth edition, Volume 2,
5. Umland J. B. & and Bellama,J. M. (1999). “General Chemistry”, Third edition,
6. Halliday,D. (1955). “Introductory Nuclear Physics”, 2<sup>nd</sup> edition,
7. Silvester ,P. and Konrad,A. (1973).Int. J. Numer. Meth. Eng, 5:481
8. Lapostolle ,P. M. and Septier,A. L. (1970). “Linear Accelerators”

جدول رقم (1) يمثل أنموذج مدخلات البرنامج (ACSK) .

*HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY	1.00	1.00									ACSK5680
6.05172	0.0				1						ACSK5681
12.10344	0.0				2						ACSK5682
12.10344	1.90000				3						ACSK5683
9.69074	1.90000				4						ACSK5684
9.40789	2.01715				5						ACSK5685
9.29074	2.30000				6						ACSK5686
9.49074	2.64641				7						ACSK5687
11.12719	3.59121				8						ACSK5688
11.49322	3.95724				9						ACSK5689
11.62719	4.45724				10						ACSK5690
11.62719	8.57903				11						ACSK5691
11.43723	10.02207				12						ACSK5692
10.88024	11.36676				13						ACSK5693
9.99419	12.52150				14						ACSK5694
8.83945	13.40755				15						ACSK5695
7.49476	13.96454				16						ACSK5696
6.05172	14.15450				17						ACSK5697
8.02295	13.33800				18						ACSK5698
10.81069	10.55026				19						ACSK5699
6.05172	7.50000				20						ACSK5700
10.55896	3.55182				21						ACSK5701
9.09074	2.27320				22						ACSK5702
8.69074	1.90000				23						ACSK5703
9.19074	1.90000				24						ACSK5704
9.07758	0.0				25						ACSK5705
6.05172	2.50000				26						ACSK5706
											ACSK5707
0	1	1		3	2	25	4	Z	E	*	ACSK5708
0	0	0		25	4	3	4	M	*	*	ACSK5709
*	*	*	0	0	0	23	4		25	4	ACSK5710
*	*	*	0	0	0	23	26		25	4	ACSK5711
المجلد 22 (4) 2009											
مجلة ابن الهيثم للعلوم الصرفة والتطبيقية											
0	0	1		26	1	25	4	Z	R	*	ACSK5712

*	*	*	0	0	0	26	7	23	4	ACSK5713
	*	*	0	0	0	20	7	26	4	R ACSK5714
*	*	*	0	0	0	20	7	11	4	ACSK5715
*	*		0	0	0	10	7	11	4	M ACSK5716
*		0	0	0	20	17	11	4	R	* ACSK5717
*	*	*	0	0	0	17	14	11	4	ACSK5718
	0	0	0	24	5	4	2	M	*	* ACSK5719
	0	0	0	24	6	5	2	M	*	* ACSK5720
	0	0	0	22	7	6	2	M	*	* ACSK5721
*	*	*	0	0	0	22	24	6	2	ACSK5722
*	*	*	0	0	0	22	24	23	2	ACSK5723
	0	0	0	21	8	7	2	M	*	* ACSK5724
*	*	*	0	0	0	21	8	10	2	ACSK5725
	0	0	0	10	9	8	2	M	M	* ACSK5726
	0	0	0	19	12	11	2	M	*	* ACSK5727
	0	0	0	19	13	12	2	M	*	* ACSK5728
	0	0	0	19	14	13	2	M	*	* ACSK5729
	0	0	0	18	15	14	2	M	*	* ACSK5730
	0	0	0	18	16	15	2	M	*	* ACSK5731
	0	0	0	18	17	16	2	M	*	* ACSK5732

ACSK5733

PC,XX, 1 1

ACSK5734

_____*	CYLINDRICAL CAVITY TEST PROBLEM_____	0.00	0.00	ACSK5735
0.50000	0.00000	1		ACSK5736
0.50000	1.50000	2		ACSK5737
0.50000	3.00000	3		ACSK5738
0.50000-	0.00000	4		ACSK5739
0.50000-	1.50000	5		ACSK5740
0.50000-	3.00000	6		ACSK5741

ACSK5742

1	0	0	4	2	1	5	M	Z	ACSK5743
		0	0	0	4	2	5	5	M ACSK5744
	0	0	0	3	2	5	5	M	ACSK5745
0	0	0	3	6	5	5	M	M	ACSK5746

ACSK5747

XX,XX, 1 3

ACSK5748

_____*	TOROIDAL CAVITY TEST PROBLEM_____	0.00	0.00	ACSK5749			
0.50000	2.00000	1		ACSK5750			
0.50000	5.00000	2		ACSK5751			
0.50000-	2.00000	3		ACSK5752			
0.50000-	5.00000	4		ACSK5753			
				ACSK5754			
	3	2	1	6	M	M	ACSK5755
	3	2	4		M	M	ACSK5756
							ACSK5757

جدول رقم (2) يمثل أنموذج مخرجات البرنامج (ACSK) .

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

SCALE = 1.00 HORIZONTAL

SCALE = 1.00 VERTICAL

\*\*\* INPUT POINT LIST \*\*\*

POINT NO.	HORIZONTAL COORDINATE (CENTIMETER)	VERTICAL COORDINATE (CENTIMETER)
--------------	--	--

6.05172	00000.	.1
12.10344	00000.	.2
12.10344	1.90000	.3
9.69074	1.90000	.4
9.40789	2.01715	.5
9.29074	2.30000	.6
9.49074	2.64641	.7
11.12719	3.59121	.8
11.49322	3.95724	.9
11.62719	4.45724	.10
11.62719	8.57903	.11
11.43723	10.02207	.12
10.88024	11.36676	.13
9.99419	12.52150	.14
8.83945	13.40755	.15
7.49476	13.96454	.16
6.05172	14.15450	.17
8.02295	13.33800	.18

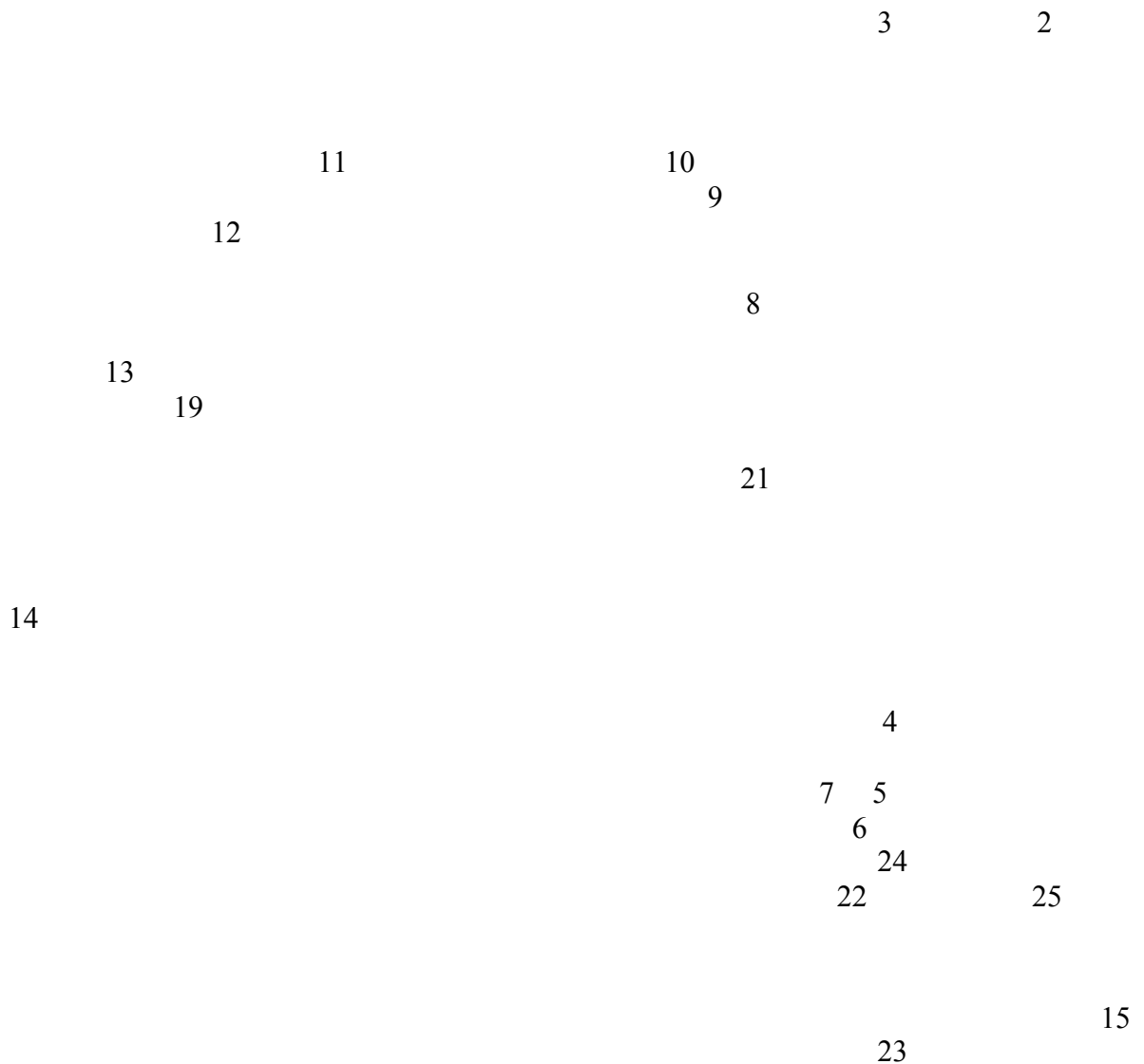
10.81069	10.55026	. 19
6.05172	7.50000	.20
10.55896	3.55182	.21
9.09074	2.27320	.22
8.69074	1.90000	.23
9.19074	1.90000	.24
9.07758	00000.	.25
6.05172	2.50000	.26

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC \*\*\*\*\*

1  
\*\*\*\*\* CAVITY

\*\*\* MAP OF THE INPUT POINTS \*\*\*

0





18

16

20

26

1

17

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*

\*\*\*\*

\*\*\* INPUT ELEMENT LIST \*\*\*

CONSTRAINTS	IDENTIFIERS	TRIANGLE	ORDER	VERTICES:	DIRICHLET	SEGMENT
NO.	N	A	B	C	A_B B_C A_C	A_B B_CA_C
*	Z	E	0	1	1	3 2 25 4 .1
*	*	M	0	0	0	25 4 3 4 .2
*	*	*	0	0	0	23 4 25 4 .3
*	*	*	0	0	0	23 26 25 4 .4
*	Z	R	0	0	1	26 1 25 4 .5
*	*	*	0	0	0	26 7 23 4 .6
R	*	*	0	0	0	20 7 26 4 .7

* * *	0 0 0	20 7 11 4	.8
M * *	0 0 0	10 7 11 4	.9
* R *	0 0 0	20 17 11 4	.10
* * *	0 0 0	17 14 11 4	.11
* * M	0 0 0	24 5 4 2	.12
* * M	0 0 0	24 6 5 2	.13
* * M	0 0 0	22 7 6 2	.14
* * *	0 0 0	22 24 6 2	.15
* * *	0 0 0	22 24 23 2	.16
* * M	0 0 0	21 8 7 2	.17
* * *	0 0 0	21 8 10 2	.18
* M M	0 0 0	10 9 8 2	.19
* * M	0 0 0	19 12 11 2	.20
* * M	0 0 0	19 13 12 2	.21
* * M	0 0 0	19 14 13 2	.22
* * M	0 0 0	18 15 14 2	.23
* * M	0 0 0	18 16 15 2	.24
* * M	0 0 0	18 17 16 2	.25

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\* ASSEMBLED POINT LIST \*\*\*

POINT NO.	HORIZONTAL COORDINATE	VERTICAL COORDINATE	POINT NO.	HORIZONTAL COORDINATE	VERTICAL COORDINATE
.99	7.46794	1.72500	.50	9.69074	1.90000
					7.44559
					11.09701
.100	8.12769	1.57500	.51	9.40789	2.01715
					7.44559
					9.43338

.101	6.71148	2.35000	.52	9.29074	2.30000	.3
					6.05172	12.49088
.102	7.37123	2.20000	.53	9.49074	2.64641	.4
					6.05172	10.82725
.103	8.03098	2.05000	.54	11.12719	3.59121	.5
					6.05172	9.16363
.104	7.56465	62500.	.55	11.49322	3.95724	.6
					11.21894	9.56465
.105	6.80819	62500.	.56	11.62719	4.45724	.7
					9.82507	10.95851
.106	6.80819	1.25000	.57	11.62719	8.57903	.8
					10.40244	11.53588
.107	6.05172	62500.	.58	11.43723	10.02207	.9
					9.41682	11.94413
.108	6.05172	1.25000	.59	10.88024	11.36676	.10
					8.43121	12.35238
.109	6.05172	1.87500	.60	9.99419	12.52150	.11
					9.00857	12.92975
.110	8.89074	2.08660	.61	8.83945	13.40755	.12
					7.03734	13.74625
.111	8.23098	2.23660	.62	7.49476	13.96454	.13
					9.54931	1.95857
.112	9.29074	2.45981	.63	6.05172	14.15450	.14
					9.29931	1.95857
.113	8.43098	2.42320	.64	8.02295	13.33800	.15
					9.34932	2.15857
.114	7.57123	2.38660	.65	10.81069	10.55026	.16
					9.24074	2.10000
.115	8.63098	2.60981	.66	6.05172	7.50000	.17
					9.39074	2.47320
.116	7.77123	2.57320	.67	10.55896	3.55182	.18
					9.19074	2.28660
.117	6.91148	2.53660	.68	9.09074	2.27320	.19
					9.14074	2.08660
.118	6.05172	3.75000	.69	8.69074	1.90000	.20
					10.30896	3.11881
.119	6.91148	3.78660	.70	9.19074	1.90000	.21
					10.84307	3.57151
.120	6.05172	5.00000	.71	6.05172	2.50000	.22
					11.37719	4.02422
.121	7.77123	3.82320	.72	9.83405	47500.	.23
					11.31020	3.77422

.122	6.91148	5.03660	.73	10.59051	47500.	.24
					11.56020	4.20724
.123	6.05172	6.25000	.74	10.59051	95000.	.25
					11.53221	9.30055
.124	8.63098	3.85981	.75	11.34698	47500.	.26
					11.12396	10.28616
.125	7.77123	5.07320	.76	11.34698	95000.	.27
					11.15874	10.69442
.126	6.91148	6.28660	.77	11.34698	1.42500	.28
					10.84547	10.95851
.127	11.09308	7.09588	.78	11.50027	1.90000	.29
					10.43722	11.94413
.128	10.23332	8.30927	.79	10.89709	1.90000	.30
					9.41682	12.96452
.129	10.55896	5.61272	.80	10.74380	1.42500	.31
					8.43120	13.37278
.130	9.69921	6.82612	.81	10.29391	1.90000	.32
					8.16710	13.68604
.131	8.83945	8.03952	.82	10.14063	1.42500	.33
					7.75886	13.65127
.132	10.02485	4.12957	.83	9.98734	95000.	.34
					6.77324	14.05952
.133	9.16510	5.34296	.84	9.53745	1.42500	.35
					6.05172	.00000
.134	8.30534	6.55636	.85	9.38416	95000.	.36
					12.10344	.00000
.135	7.44559	7.76976	.86	9.23087	47500.	.37
					12.10344	1.90000
.136	11.62719	7.54858	.87	8.98087	47500.	.38
					9.07758	.00000
.137	11.09308	6.06543	.88	9.13416	95000.	.39
					9.83405	.00000
.138	11.62719	6.51814	.89	8.88416	95000.	.40
					10.59051	.00000

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*

\*\*\*\*

\*\*\* ASSEMBLED POINT LIST \*\*\*

POINT NO.	HORIZONTAL COORDINATE	VERTICAL COORDINATE	POINT NO.	HORIZONTAL COORDINATE	VERTICAL COORDINATE
.139	10.55896	4.58227	.90	9.28745	1.42500
					11.34698
					.00000
.140	11.09308	5.03498	.91	9.03745	1.42500
					12.10344
					.47500
.141	11.62719	5.48769	.92	8.78745	1.42500
					12.10344
					.95000
.142	10.02485	3.09912	.93	9.44074	1.90000
					12.10344
					1.42500
.143	11.09308	4.00453	.94	8.94074	1.90000
					8.32112
					.00000
.144	10.23332	9.97290	.95	8.32112	62500.
					.46
					7.56465
					.00000
.145	8.83945	11.36677	.96	7.56465	1.25000
					6.80819
					.00000
	8.83945	9.70314	.97	8.22441	1.10000
					.48
	7.44559	12.76063	.98	6.80819	1.87500
					.49

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*

\*\*\*\*

\*\*\* ASSEMBLED ELEMENT LIST \*\*\*

TRIANGLE ORDER NO.	POINT N	POINT NO. 1	POINT NO. 2	POINT NO. 3	POINT NO. 4	POINT NO. 5	POINT NO. 6	POINT NO. 7	POINT NO. 8	POINT NO. 9	POINT NO. 10	POINT NO. 11	POINT NO. 12	POINT NO. 13	POINT NO. 14	POINT NO. 15
	OR 16	OR 17	OR 18	OR 19	OR 20	OR 21	OR 22	OR 23	OR 24	OR 25	OR 26	OR 27	OR 28			
*134	28	27	26	139	25	24	138	23	137	*136	4	.1	0			
										*135	142	141	140			
35	*1	23	34	33	32	25	31	30	28	29	*135	4	.2	0		
											*136	37	36			
44	*1	43	42	41	35	40	39	36	38	37	*136	4	.3	0		
											*20	45	21			
52	*22	43	51	50	49	40	48	47	38	46	*136	4	.4	0		
											*20	54	53			

58	*133	49	57	56	145	47	55	144	46	143	*136	4	.5	0
												*22	60	59
66	*4	52	65	64	63	53	62	19	54	61	*20	4	.6	0
												*22	68	67
75	*4	74	73	72	66	71	70	67	69	68	*22	4	.7	0
												*17	77	76
75	*4	86	85	84	83	82	81	80	79	78	*8	4	.8	0
												*17	77	76
93	*4	92	91	90	83	89	88	80	87	78	*8	4	.9	0
												*7	94	18
101	*14	86	100	99	98	82	97	96	79	95	*8	4	.10	0
												*17	103	102
109	*11	98	108	107	106	96	105	16	95	104	*8	4	.11	0
												*14	110	15
						*21	112	*2	44	111	*1	2	.12	0
						*21	114	*3	112	113	*2	2	.13	0
						*19	63	*4	116	115	*3	2	.14	0
						*19	117	*21	116	114	*3	2	.15	0
						*19	117	*21	61	45	*20	2	.16	0
						*18	119	*5	93	118	*4	2	.17	0
						*18	119	*5	94	120	*7	2	.18	0
						*7	122	*6	120	121	*5	2	.19	0
						*16	124	*9	104	123	*8	2	.20	0

N.B: POINT NUMBERS MARKED WITH AN) \*\*\*\*\*0

\*\*\*\*\* (.ASTERISK INDICATE VERTICES

1

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC CAVITY \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\* ASSEMBLED ELEMENT LIST \*\*\*

TRIANGLE ORDER POINT POINT POINT POINT POINT POINT POINT POINT  
 POINT POINT POINT POINT POINT POINT POINT  
 NO. N NO. 1 NO. 2 NO. 3 NO. 4 NO. 5 NO. 6 NO. 7 NO. 8 NO. 9 NO.10  
 NO.11 NO.12 NO.13 NO.14 NO.15  
 OR 16 OR 17 OR 18 OR 19 OR 20 OR 21 OR 22 OR 23 OR 24 OR 25  
 OR 26 OR 27 OR 28

*16	126	*10	124	125	*9	2	.21	0
*16	106	*11	126	127	*10	2	.22	0
*15	129	*12	109	128	*11	2	.23	0
*15	131	*13	129	130	*12	2	.24	0
*15	110	*14	131	132	*13	2	.25	0

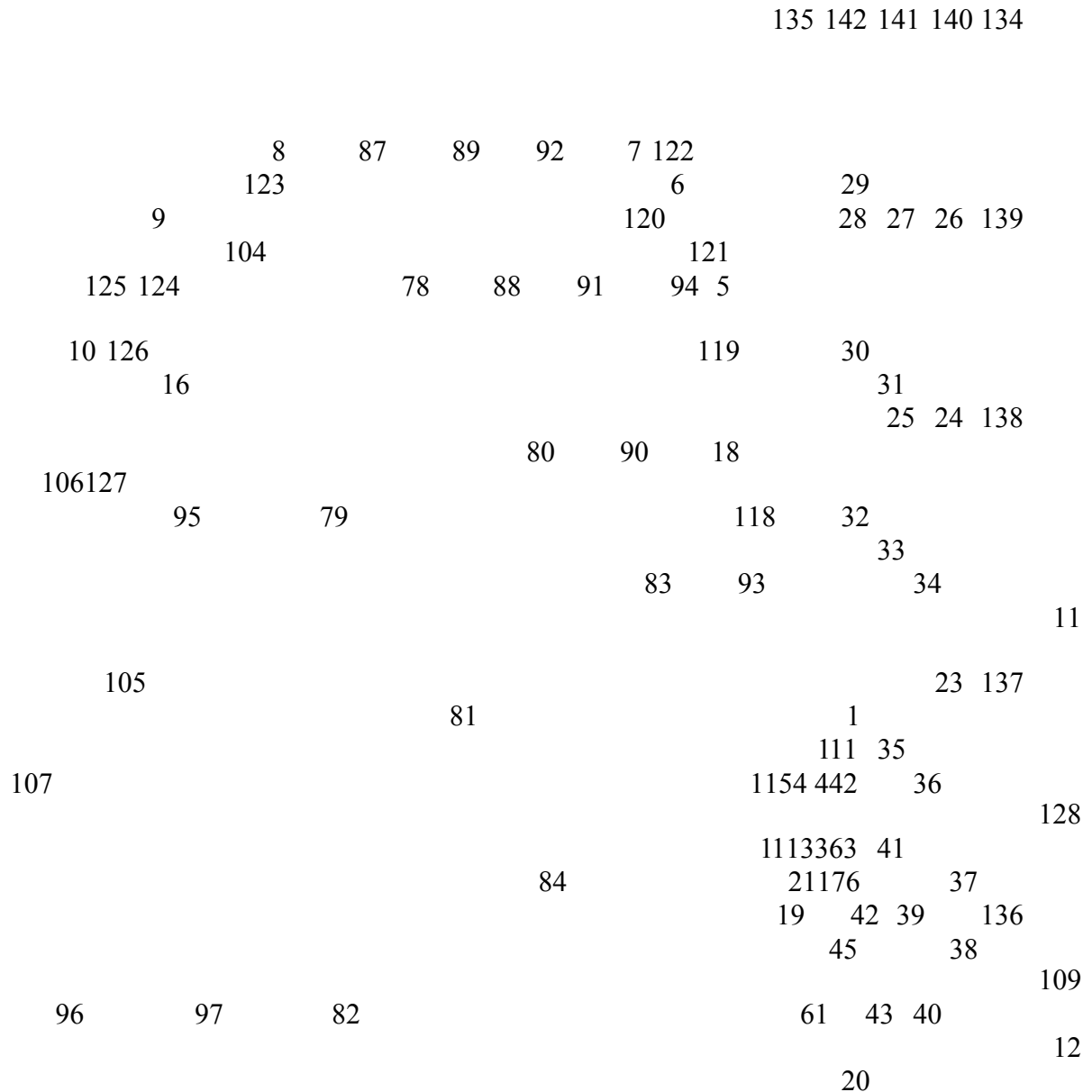
N.B: POINT NUMBERS MARKED WITH AN ) \*\*\*\*\*0

\*\*\*\*\* (. ASTERISK INDICATE VERTICES

HOYT'S 805MHZ SHAPED PROTON LINAC \*\*\*\*\* 1

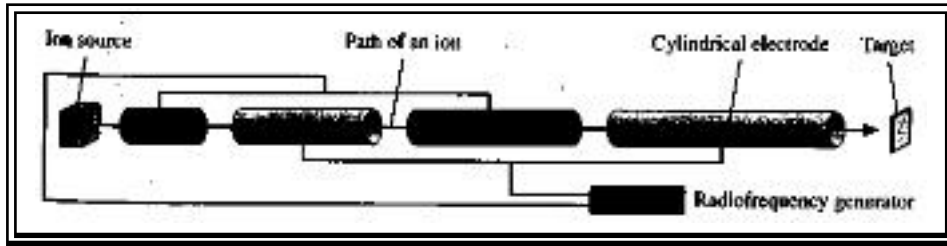
\*\*\*\*\* CAVITY

\*\*\* MAP OF THE ASSEMBLED POINTS \*\*\* 0

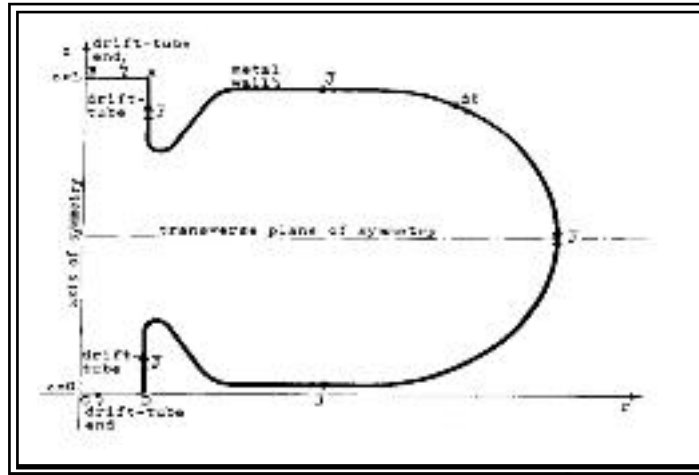




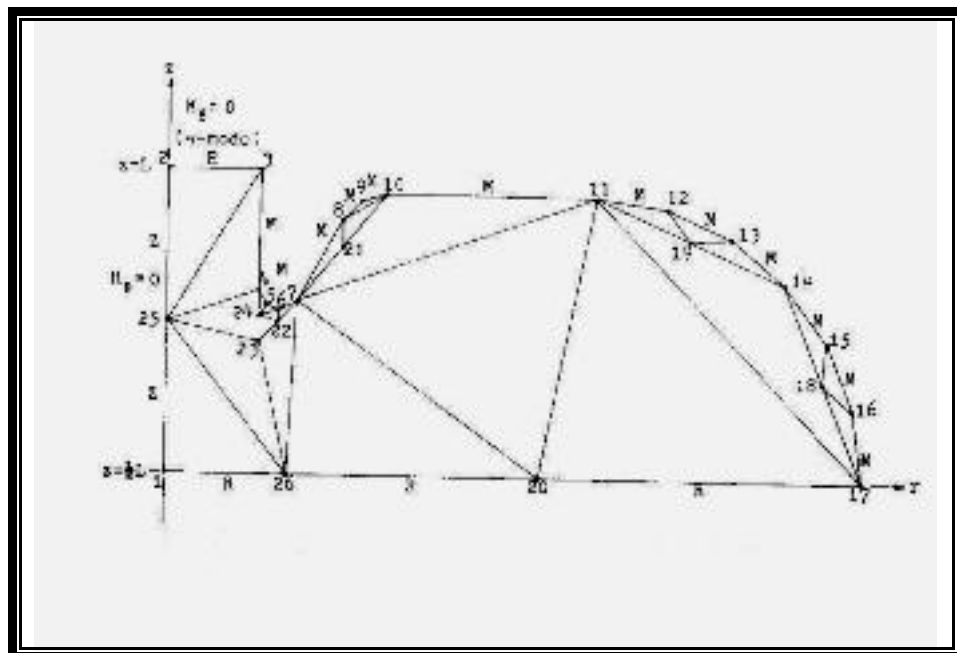




شكل (1) : مخطط توضيحي للمعجل الخطي



شكل (2) يمثل فجوة معجل خطي نموذجي



شكل (3) يمثل رؤوس المثلثات في الجزء العلوي لفجوة معجل خطي

# **Calculate Some Special Function For The Design of Cavity Linear Accelerator**

**D. A. Nassrullah**

**Ministry of Sciences and Technology**

## **Abstract**

The purpose of this project is to build a scientific base and computational programs in an accelerator design work. The transfer of group of laws in a linear accelerator cavity to computer codes written in Fortran power station language is in order to get a numerical calculation of an electromagnetic field generated in the cavities of the linear accelerator. The program in put contains mainly the following, the geometrical cavity constant, and the triangular finite element method high – order polynomial. The out put contains vertical and horizontal components of the electrical field together with the electrical and the magnetic field intensity.