

D E U T S C H E S E L E K T R O N E N - S Y N C H R O T R O N
(DESY)

Hamburg-Gr.Flottbek 1, Flottbeker Drift 56

DESY-Bibliothek

DESY A 2.33

Hamburg, den 22.9.58

Ha/J

HF - Ringmodell

Bei dem Ringspeisesystem handelt es sich um ein System aus vielen Resonatoren, die stark miteinander gekoppelt sind. Es scheint wünschenswert, die Ergebnisse der theoretischen Untersuchung an einem Modell zu überprüfen, da viele Fragen auftreten, die nur durch eingehende Messungen zu beantworten sind.

Es ist nicht möglich, die Einflüsse des Strahles auf das Ringsystem im Modell zu untersuchen. Man kann jedoch ausreichende Informationen über die Verhältnisse im Ring bei fehlender Strahlbelastung gewinnen. Es interessieren die einzelnen Resonanzfrequenzen des Systems und die dazugehörigen Phasenbeziehungen zwischen den entsprechenden Feldgrößen der einzelnen Resonatoren einer Beschleunigungsgruppe. An dem Ringmodell kann man studieren, ob es möglich ist, Fünfer-Gruppen zu beherrschen, oder ob man sich auf drei Resonatoren pro Gruppe beschränken muß. Weiter kann man den Einfluß der Verstimmung einer Gruppe auf die anderen Gruppen feststellen; man wird den Einfluß mechanischer Toleranzen ermitteln und sehen, wie sich zusätzliche Störstellen im Rechteckhohlleiter auswirken. Gleichzeitig wird man einige Bauelemente entwickeln, die bei dem Speisesystem für 475 MHz übernommen werden können.

Für die Wahl der Frequenz, bei der das Modell betrieben werden soll, gibt es verschiedene Gesichtspunkte. Einmal sollte die Modellfrequenz so hoch wie möglich sein, damit die Ausmaße des Modells so klein wie möglich werden, andererseits dürfen natürlich die mechanischen Schwierigkeiten nicht zu groß werden.

Ein günstiger Kompromiß dürfte das X-Band (8,2 - 12,4 GHz) sein. Für dieses Band gibt es genügend Meßgeräte zu kaufen, und der mittlere Ringdurchmesser wird 5 m. Der Hohlleiter für das X-Band H 22 x 10 DIN 47302 hat die Innenabmessungen 22,86 mm x 10,16 mm bei einer Wandstärke von 1,3 mm. Da man bei dem Modell keinen Strahl hat, ist man nicht gezwungen, das Modell als Ring aufzubauen, man kann die benötigte Länge entsprechend falten, damit der Platzbedarf möglichst gering wird.

Benutzt man für das Modell einen Resonator mit der E_{01} -Welle, dann ist es unmöglich, bei dem Modell so hohe Güten zu bekommen, wie bei dem Resonator für 475 MHz.

$$\frac{Q_{E_{01}}(\lambda_0)}{Q_{E_{01}}(\lambda_M)} = \sqrt{\frac{\lambda_0}{\lambda_M}} = \eta \quad (1)$$

Wählt man die Modellfrequenz so, daß

$$\frac{\Lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\Lambda_M}{\lambda_M} = 1,38 \quad (2)$$

wird, dann ergibt sich die Modellfrequenz zu $f_M = 9,5$ GHz und $\lambda_M = 3,15$ cm. Aus (2) wird $\Lambda_M = 4,36$ cm. Mit diesen Werten wird aus (1) bei $\lambda_0 = 63$ cm $\eta = 4,47$.

Wünscht man jedoch für das Modell die gleiche Güte, die man bei $f_0 = 475$ MHz hat, kann man für die Resonatoren andere Schwingungsformen nehmen. Dies bedeutet keine Einschränkung der Informationsmöglichkeiten, denn wir haben ohnehin keinen Strahl.

Wählt man für die Resonatoren des Modells die H_{01} -Welle und weiter den Resonator für die H_{013} -Schwingung, so erreicht man für $f_M = 9,50$ GHz bei einem Verhältnis von Durchmesser D zu Länge L gleich 1 $\eta' = 1$.

$$\eta' = \frac{Q_{H_{013}}(f_M) \left(\frac{D}{L} - 1\right)}{Q_{E_{01}}(f_0) \left(\frac{D}{L} - 1,53\right)} \cdot \frac{1}{\eta} \quad (3)$$

f_M = Modellfrequenz
 f_0 = Originalfrequenz (0,475 GHz)
 $\frac{D}{L}$ = 1 für $f_M = 9,5$ GHz

Die Funktion $\eta \cdot \eta' \cdot f(\frac{D}{L})$ für $n = 1, 2$ und 3 ist in Abb. 1 dargestellt. Man könnte daran denken, das Modell in der Nähe der Linacfrequenz zu betreiben. Der entsprechende Hohlleiter wäre H 72 x 34 DIN 47302 mit den Abmessungen $a = 72,14$ mm, $b = 34,04$ mm und der Wandstärke $2,0$ mm. Bei dieser Modellfrequenz, die sich aus (2) zu 3 GHz ergibt, würde $\eta = 2,52$. Der mittlere Ringdurchmesser würde rund 17 m werden. Auch hier kann man entsprechend falten. Ebenso ist es möglich, für die Resonatoren die H_{01} -Welle zu nehmen, um $\eta' = 1$ zu machen.

Gegen $f_M = 3$ GHz wäre zu sagen, daß die Abmessungen dieses Modells wesentlich größer sind als bei $f_M = 9,5$ GHz. Die Preise für Meßgeräte sind durchweg höher, die mechanische Bearbeitung der Hohlleiterelemente dauert länger, und man hat größere Schwierigkeiten beim Messen, da das Modell einen größeren Platz einnimmt.

Für $f_M = 3$ GHz würde sprechen, daß man damit Meßgeräte für die Linacfrequenz hat. Bei den Meßgeräten für das Modell handelt es sich aber um Meßgeräte für den Hohlleiter H 72 x 34. Es ist mir nicht bekannt, welcher Rechteckhohlleiter für die Verbindung zwischen Klystron und Linac benutzt wird.

Nimmt man an, daß es sich bei den Messungen am Linac um Untersuchungen an der Verbindungsleitung zwischen Klystron und Linac handelt, dann würde man lediglich einen guten Richtkoppler, einen Detektorkopf und 2 gute Absorber benötigen, da die Richtkoppler für die Betriebsüberwachung eingebaut sein werden. Andere Messungen, die spezielle Hohlleiter benötigen, lassen sich mit den Geräten für das Modell ohnehin nicht durchführen.

Nun noch einige Umrechnungsfaktoren für die Übertragung der Modellmessung auf das Original:

1. Phasenfehler durch Längentoleranz

$$\frac{\Delta\varphi_0}{\Delta\varphi_M} = \frac{\Delta L_M}{\Delta L_0} \quad \Delta\varphi_0 = 2\pi \cdot \frac{\Delta L}{\Delta L_0}$$

2. Dämpfung im Hohlleiter

$$\frac{\alpha'_M}{\alpha'_0} = \frac{a_0}{a_M} \cdot \eta \cdot \frac{\Delta L_M}{\Delta L_0}$$

Dabei ist α' das auf die Hohlleiterwellenlänge bezogene Dämpfungsmaß.

In der anliegenden Preisübersicht sind die Meßgeräte für das X-Band und das S-Band zusammengestellt. Ein phasenreines Dämpfungsglied für das S-Band ist nicht lieferbar. Da wir diesen "Precision Attenuator" jedoch unbedingt benötigen, wären wir gezwungen, dieses Gerät selbst anzufertigen. Erfahrungsgemäß ist die Eigenfertigung solcher Geräte jedoch sehr teuer, so daß ein Preis von 400.00 Dollar pro Stück sicher nicht zu hoch eingesetzt ist. Damit erhöht sich der Preis der Geräte für das S-Band um etwa 3.400,-- DM.

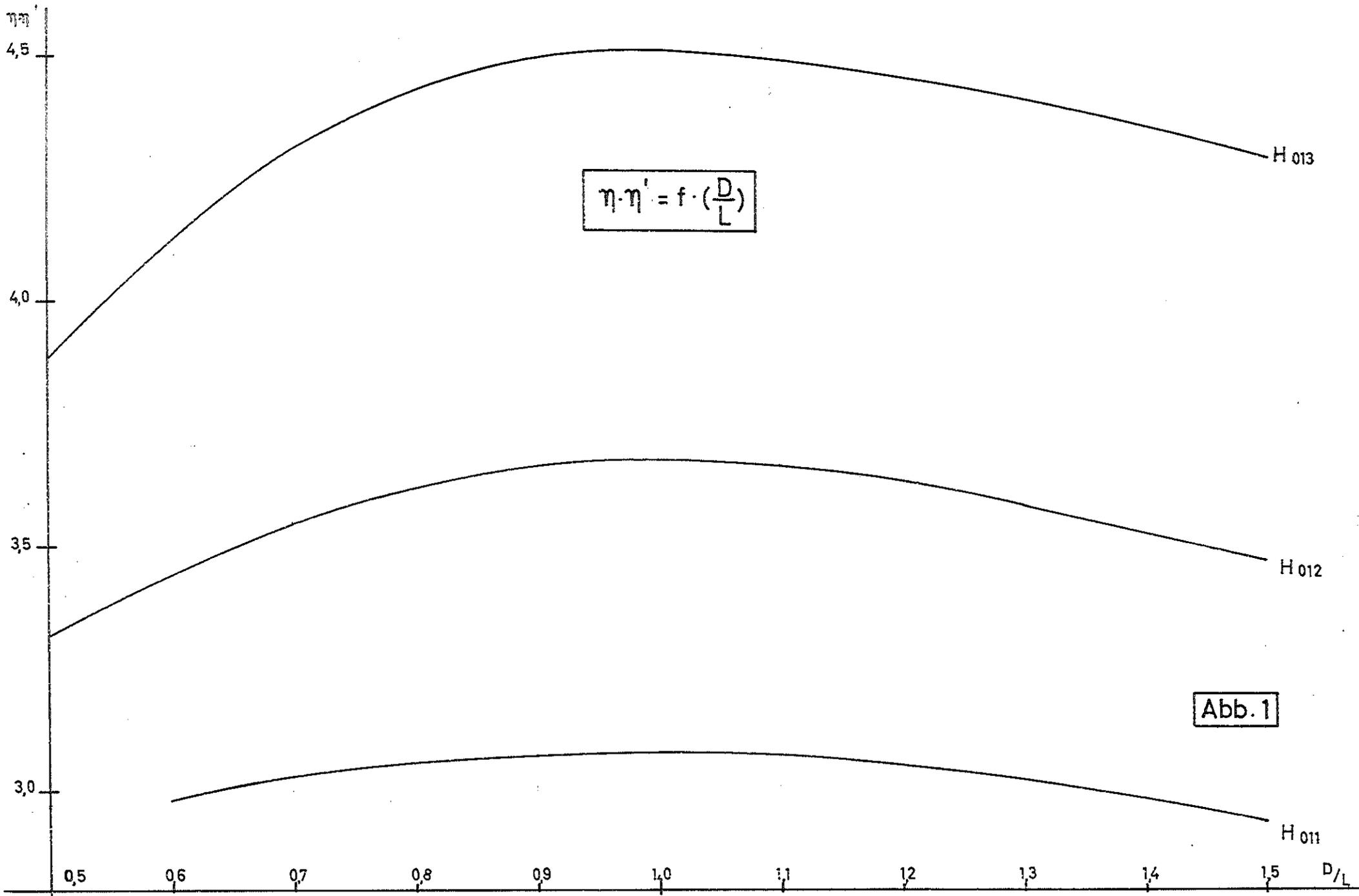
Der Gesamtpreis beläuft sich auf etwa 45.000,-- DM bei dem X-Band und auf etwa 53.000,-- DM bei dem S-Band-Modell.

Hassenpflug

Anzahl	Gerätebezeichnung	Lieferant	Preis Stück	X-Band	Preis Stück	S-Band	Ges. Preis X-Band	Ges. Preis S-Band
2	Standing Wave Indicator	Hewlett Packard	200.00 \$		200.00 \$		400.00 \$	400.00 \$
1	Messleitung	" "	335.00 \$		450.00 \$		335.00 \$	450.00 \$
4	20 db Cross Guide Coupler	" "	50.00 \$		130.00 \$		200.00 \$	520.00 \$
11	10 db Multi Hole Coupler	" "	75.00 \$		375.00 \$		75.00 \$	375.00 \$
1	b Multi Hole Coupler	" "	75.00 \$		375.00 \$		75.00 \$	375.00 \$
1	Slide-Serew-Tuner	" "	130.00 \$		225.00 \$		130.00 \$	225.00 \$
6	Low Power Termination	" "	20.00 \$		45.00 \$		120.00 \$	270.00 \$
2	Adjustable Short	" "	40.00 \$		90.00 \$		80.00 \$	180.00 \$
20	Waveguide Stand	" "	3.00 \$		3.00 \$		60.00 \$	60.00 \$
20	Waveguide Clamp	" "	2.50 \$		2.50 \$		50.00 \$	50.00 \$
2	Precision Attenuator	" "	250.00 \$		400.00 \$ *		500.00 \$	800.00 \$ *
4	Detector Mount	" "	75.00 \$		125.00 \$		300.00 \$	500.00 \$
							2.365.00 \$	4.205.00 \$
							9.950, -- DM **	17.661, -- DM ***
1	Meßsender	" "	2.250.00 \$				9.500, -- DM	
			9.500, -- DM					
1	Meßsender	Siemens				7.800, -- DM		7.800, -- DM
1	Frequenzmesser	Schomandel	17.550, -- DM		17.500, -- DM		17.500, -- DM	17.500, -- DM
1	Sichtgerät	Telefunken	7.380, -- DM		7.380, -- DM		7.380, -- DM	7.380, -- DM
50 kg	Hohlleiter H 22 x 10	Wieland					598, -- DM	
364 kg	Hohlleiter H 73 x 34	Wieland				498, -- DM (100 kg)		1.713, -- DM
							<u>44.978, -- DM</u>	<u>52.104, -- DM</u>

* Der "Precision Attenuator" ist f. das S-Band nicht lieferbar.
Der eingesetzte Preis ist ein Schätzpreis f.d.Selbstanfertigung

** 1 \$ = 4,20 DM



$$\eta \cdot \eta' = f \cdot \left(\frac{D}{L}\right)$$

Abb. 1