

레이다 導波管의 作動狀態點檢法에 관한 研究

柳 大 根

A Study on the Waveguide Running Condition Inspection of Radar

Dae keun Ryu

目 次

- | | |
|--------------|-----------|
| 1. 序 論 | 4. 샘플의 測定 |
| 2. 時間領域測定原理 | 5. 結 論 |
| 3. 測定시스템의 構成 | |

Abstract

Many new radar techniques have appeared on the electronic scene in recent years, such as a variety of automatic computer processing. However, even with the advent of these sophisticated radar techniques, an old problem continues to plague all radars: the problem of transmission line losses.

With the higher performance required today, the Waveguide testing and trouble-shooting techniques remain essentially unchanged in principle.

This paper dealt with the rf pulse "Time-domain Reflectometry" to inspect radar wave-guide system and compared with the conventional methods.

During the investigation, it was verified that the pulsed TDR for wave-guide is superior to the conventional methods; 1. Disassembling is not needed to locate the discontinuity points and measure the reflections of troubled points. 2. The results of the data are more precise. 3. The condition of individual component is able to be photographed and recorded permanently. 4. Since rf pulse TDR is based on the well-known basic radar principle, such a test set requires the minimum of training to operate.

with the level of transmission line problems, the prospect of increasing complexity of equipment, and no relief in sight, the benefits must be emphasized to adopt such a testing procedure.

1. 序 論

最近 電子工學에서 레이더分野는 影像部의 컴퓨터自動處理技術의 發展으로 부터 操作의 簡略化에 이르기까지 많은 새로운 技術이 開發되어 왔다. 이와 같이, 보다 나은 레이더시스템設計를 爲한 不漸한 研究와 開發이 있었으나 給電線의 損失問題를 改良하는 研究에는 別로 눈부신 進前은 없었다.

高度의 信賴性을 가지고 作動되어야 할 레이더시스템에 있어서 給電部의 測定이나 故障의 修理方式은 基本레이더原理를 利用한 在來式方法을 使用하고 있다.

現在 船舶에 設置되어 있는 矩形導波管은 老朽로 因한 緣과 振動에 依한 漏泄, 非整合等의 故障으로 레이더感度를 低下시키거나 作動不能狀態로 만든다.

이러한 導波管을 測定하는 在來式의 方法은 導波管시스템의 VSWR(電壓定在波比)와 후렌지, 灣曲部, 回轉部等의 各部分에 供給되는 VSWR을 評價하는데는 未洽한 點이 있다. 導波管의 各部分을 分解하여 故障部位를 찾아 내어야 하는바, 이는 海上의 船舶에 있어서는 번거롭고 組合後 航行中의 作動狀態를 點檢하기에 時日을 要하고 確認方法이 힘드는 일이다. 導波管을 分解함이 없이 시스템의 全周波數帶幅에 걸쳐 導波管各部損失의 크기와 位置를 測定하고 記錄할 수 있는 것이 바람직한 方法인 것이다. 이와 같은 點 以外에도 在來式方法은 正確도가 떨어지는 短點도 있다.

從來의 方法으로는 導波管시스템의 VSWR을 測定하는 細極線法(Slotted line method)이 있다. 또 한 入射 및 反射電力比較法이 있는 바, 이는 掃引周波數發振器를 連結하여 反射損失과 시스템周波數帶幅의 VSWR를 測定하는 方法으로 周波數領域反射測定法(Frequency-domain reflectometry)이라 불리운다. 以上の 方法들은 全導波管시스템의 給電效率를 評價하는 方法인데, 시스템의 許用偏差를 벗어 나면 故障位置를 찾아 낼 수가 없다. 이때에는 疑心나는 部分을 차례로 分解하여 찾아 나아가야 한다.

이러한 缺點을 補完한 測定方法으로 時間領域反射測定法(Time-domain reflectometry)이 있다.

2. 時間領域測定原理

導波管의 全區間에 걸친 作動狀態를 點檢하는 方法은 레이더의 基本原理에 依한 것으로 RF 펄스 에코의 反射에 따른 經過時間을 測定하여 各部位의 位置와 反射量을 記錄하는 것이다.

이 原理는 펄스幅을 microseconds에서 nanoseconds로 줄임으로서 不連續部位의 位置와 狀態를 檢知하는 것이다. 펄스幅을 調節하면 몇십센티미터에서 부터 몇백센티미터의 位置에 있는 灣曲部, 連結部, 故障部位의 狀態를 오실로스코우프에 나타낼 수 있다.

測定技術로서 이 方法은 時間領域反射測定法(TDR)의 範疇에 屬하는 바, 펄스에너지를 導波管內에 보내어 不連續部位를 時間分割方式으로 오실로스코우프에 나타내게 하는 것이다.

TDR方式은 同軸케이블을 測定할 目的으로 1940년에 紹介되었고, A.C. Peck가 이 方法을 利用하여 導波管의 緣과 非整合의 測定을 試圖하였다.

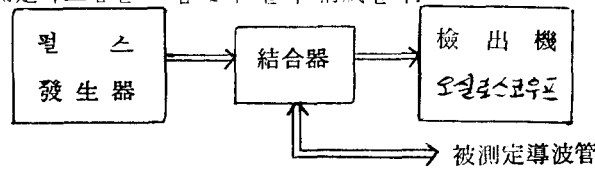
現在 商用 TDR 測定器가 紹介되어 있는 바, 數 picoseconds의 上昇時間으로 作動하나 發生信號가

導波管의 通過周波數帶範圍에 들지 못하므로 同軸케이블의 測定用으로 쓰인다.

理想的인 測定信號는 導波管의 通過周波數帶스펙트럼內의 中央의 位置에 있어야 한다. 即, 시스템의 作動節圍中間에 RF搬送波펄스가 있어야 하는 것이다. 그러므로 狹帶域의 RF 펄스를 發振시켜야 하며, 上昇, 下降時間이 極히 짧아야 한다. 이 測定信號의 檢出은 從來의 導波管檢出器나 檢波器를 連結하여 通常오실로스코우프에 實行할 수 있는 것이다.

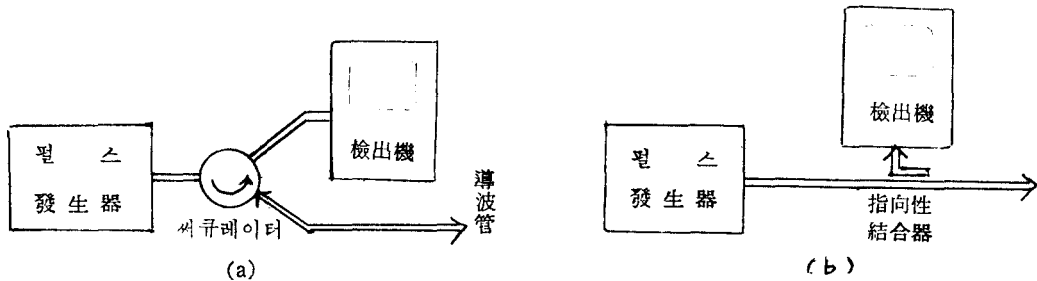
3. 測定시스템의 構成

導波管의 펄스反射測定시스템은 그림 1과 같이 構成한다.



「그림. 1」 RF펄스를 使用한 導波管測定裝置

이는 RF펄스發生器, 檢出部, 給電部와 結合裝置로 構成된다. 結合方式은 그림 2와 같이 두가지 方法으로 構成할 수 있다.



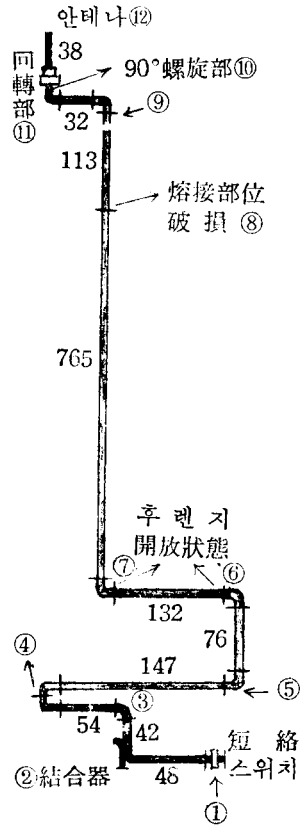
「그림. 2」 TDR 結合方式

被測定導波管시스템은 그림 3과 같이 構成하였으며 反射量은 그림 4와 같이 短絡스위치와 精密減衰器를 넣어 測定하였다.

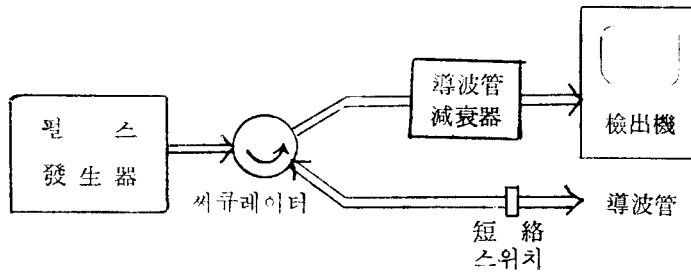
導波管의 不連續部位는 一連番號로 ㉔까지 表示하였다. 펄스發生器는 遷移時間이 15ns이고, 써큐레이터는 Faraday 方式, 減衰器는 X-band用, 短絡스위치는 銅板, 檢出機는 샘플링오실로스코우프로 構成되어있다.

各位置에서의 反射量은 短絡導波管으로 부터 反射되는 基準電力을 相對的으로 測定한 바, 減衰器를 調整하여 短絡스위치의 基準反射와 不連續部位의 反射量을 같게 하였다. 이 測定值를 또한, 入力和 被測定區間內에 있는 다른 部位에서의 反射와 損失의 指示値와 같게 되도록 雙方減衰를 시켜 修正을 하였다.

修正後의 數値는 그 部位 VSWR의 實際反射損失, 또는 故障임을 나타낸다. 이를 數式으로 表現하면 式 (1)과 같다.



「그림. 3」 X band 導波管
(區間길이의 單位는 cm임)



「그림. 4」 測定裝置의 構成

$$L_{Ax} = L_{Rx} + 2a_x + 2 \sum_{k=1}^{x-1} L_{Tk} \dots \dots \dots (1)$$

- x : 不連續部位의 番號
- L_{Ax} : 導波管入力側에서 測定한 不連續部位 x 의 反射損失
[$10 \log$ (入射電力/反射電力)]
- L_{Bx} : 不連續部位에서 測定한 x 의 反射損失
- $2a_x$: 不連續部位에서의 雙方減衰
- $\sum_{k=1}^{x-1} L_{Tk}$: 入力과 不連續部位 x 간의 傳送損失

導波管시스템에서 큰 故障이 없을 때에는 最終項은 結果에 큰 影響이 없으므로 省略될 수 있다.

不連續이 큰 部位가 있을 경우에는 이를 修理한 後 작은 不連續部位를 測定하여야 할 것이다. 또한 各反射의 測定值를 修正하기 前에 導波管의 減衰量과 傳播速度도 알아야 할 必要가 있다. 이는 反射될스電力과 導波管 始作點에 插入한 短絡用銅板으로 부터의 時間을 測定함으로써 求한다.

4. 샘플의 測定

表 1은 9,375MHz 의 경우에서 入力側의 損失 L_{Ax} 의 測定值와 双方減衰에 依한 修正值를 計算한 것이다. 또한 修正된 測定值를 VSWR 로 表示하였고 傳送損失도 記錄하였다. 不連續部位損失의 總합은 約 0.07db이다.

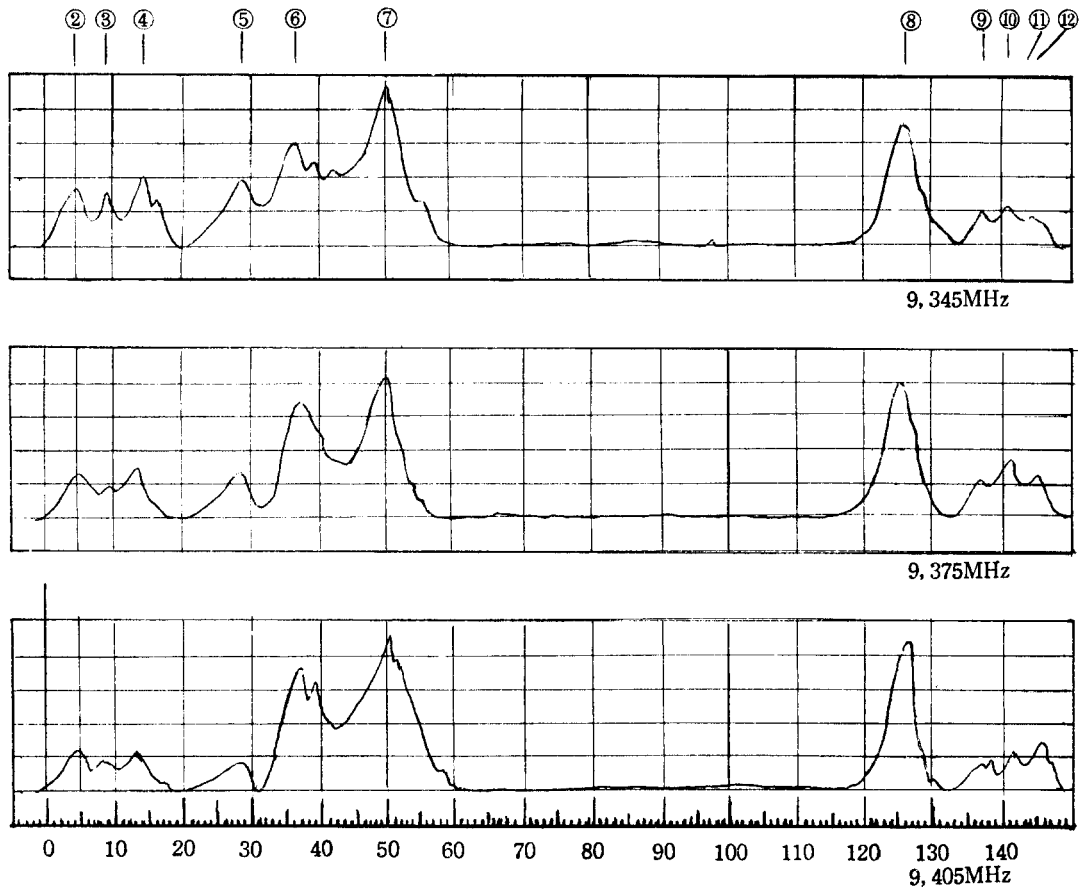
〈表 1〉 各部位에서의 損失量

x	d(cm)	t(ns)	L_{Ax} (db)	$2a_x$	L_{Rx} (db)	VSWR	L_T (db)
1		遮斷					
2	48	6	30.35	0.13	30.22	1.064	0.0042
3	90	8	25.40	0.22	25.18	1.116	0.0130
4	144	12	25.77	0.35	25.42	1.113	0.0120
5	291	26	37.24	0.81	33.43	1.033	0.0013
6	367	32	29.95	1.28	28.67	1.078	0.0062
7	499	44	29.90	1.30	28.60	1.078	0.0062
8	1,264	111	32.12	2.92	29.20	1.072	0.0053
9	1,377	120	41.10	3.15	37.95	1.029	0.0010
10	1,409	124	29.70	3.58	26.12	1.104	0.0110
11	1,439	127	31.23	3.72	27.51	1.087	0.0080
12	1,447	127	38.32	3.76	34.56	1.040	0.0017

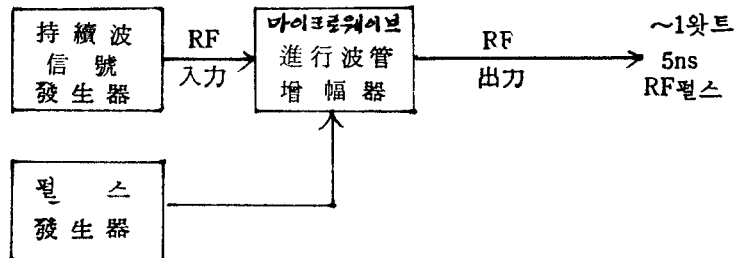
이 0.07db를 全시스템 VSWR로 換算하면 1.18이며, 이는 Slotted line 測定法에 依한 1.06과 差異를 보여 주고 있다. 이 差異는 給電線에서의 減衰에 依한 것으로 從來의 方法에 誤差가 있음을 보여주고 있다. 이 差異는 給電線의 距離에 따른 損失과 比例하는 것이며 損失이 클수록 誤差가 크게 된다.

測定周波數에 따른 導波管의 各不連續部位에 依한 反射波形은 오실로스코우프에서 그림 5와 같이 나타난다. 후렌지에 漏泄이 있는 6, 7番部位, 熔接部位가 破損된 8番部位等 導波管의 모든 部位의 反射波形을 한눈에 알 수 있다.

狹帶域高周波펄스는 그림 6의 構成으로 쉽게 發生시킬 수 있다. 여기서 持續波信號發生器와 TWT 增幅器는 X-band用이다. 이 狹帶域펄스發生裝置는 段階的으로 周波數를 바꿈으로써 X-band內의 어느 周波數든지 發生시켜 導波管의 點檢에 使用될 수 있다.



「그림. 5」 周波數別 導波管의 反射波形
스케일 : 水平—20ns, 水直—50mV



「그림. 6」 X-band用 高周波펄스發生裝置

5. 結 論

從來의 導波管 測定法은 誤差가 있는 缺點과 시스템을 分解하는 번거러움이 있다. 船舶에서 搖動이 심한 곳에 設置된 導波管은 分解하지 않고 作動狀態下에서 点檢하는 것이 바람직한 方法인 것이

다. 이러한 要求를 充足시켜 주는 高周波펄스 TDR은 다음과 같은 長點이 있음을 알 수 있다.

가. Slotted line測定法, 指向性結合器 및 FDR에 依한 結果를 正確히 確認할 수 있다.

나. 導波管을 分解하지 않고 故障個所를 찾아 낼 수 있으며 各 部位의 狀態를 한몫에 測定할 수 있다.

다. 導波管 新設時, 故障操査, 結合部分 및 屈伸部分의 狀態를 確認하여 寫眞 및 記錄으로 남길 수 있다.

以上에서 본 바와 같이 高周波펄스 TDR 測定法은 高價이고 容積이 큰 네트워크·애나라이저 같은 裝置를 動員하지 않고도 精密한 給電線測定을 行할수 있는 것이다.

參 考 文 獻

1. Beck, A. C., "Waveguide Investigations with Millimicroseconds Pulses," Bell System Technical Journal, Jan. 1956.
2. Shoemaker, Jr., W. B., "Nanosecond R-F Pulses for Waveguide Fault-Finding," Journal of the U. S. Naval Postgraduate School, Sept. 1968.
3. Steinberg, Bernard D. : In R. S. Berkowitz(ed.), "Modern Radar : Analysis, Evaluation and System Design," John Wiley & Sons, Inc., New York, 1966.
4. Barton, D. K., and H. R. Ward : "Handbook of Radar Measurement," Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1969.
5. Merril I. Skolnik, "Radar Handbook" McGraw-Hill Book Co., New York, 1977.