

002 UTR のペリオド計に於けるノイズ防止に関する研究

田 中 浩 史

A study of noise prevention in period meter of UTR-Kinki.

By Hiroshi TANAKA

UTR-Kinki, installed in Kinki University, reached critical at November 1961. Afterwards, the reactor often came to period scram with unknown reason. At first, since the electric power supply system of the control system had some uncompleteness, it was thought that the voltage fluctuation of this electric power supply was the reason of the period scram. However, after renewal the electric power supply, period scram came yet. Then the search of the point of the scram coming from was performed.

It was appeared that the period scram had being unknown reason came from the fluctuation of heater voltage of the log diode 9004. By stabilizing of the heater voltage, the noise level was clearly down without large pulsed noise that should be bring the reactor to scram, and the reasonless period scram disappeared.

I 緒 言

近畿大学原子炉 UTR-B は昭和36年11月に臨界になり、その後今日まで運転を行って来たが、その間にたびたび原因不明のペリオドスクラムが起っていた。当初より制御系統の電源設備に不調があって、これにより起る電源電圧変動がスクラム原因と考えられていたが、電源設備を交換するに至ってもなおその後もスクラムを起すので、そのスクラム原因と考えられるノイズの混入箇所の探索を行い合わせてノイズの混入防止のため回路の改良を行った。その結果スクラムを起すパルス状の大きなノイズのほか、全般的なノイズレベルをいちじるしく減少させることができたので報告する。

II ノイズ混入箇所の推測

Fig. 1 はログNペリオド計の回路図である。図よりノイズの混入場所として一般につきのような箇所が考えられる。

1) AC電源よりパワートランスの巻線間容量を通じて二次側にうつり、誘起され、配線の浮遊容量により信号入力端子に混入する。

- 2) 1)と同様に二次側にあらわれたノイズがB電源安定化部が不完全なためB回路に影響を及ぼす。
- 3) スクラムバス (bus) アナウンシェーター回線が、直接 AC電源ラインに接続されているために、それよりリレーの極間容量を経て混入する。しかしこの場合この配線間の浮遊容量によりインピーダンスの高い部分の信号配線にうることは、ここにシールド線が使われている関係上考えられない。
- 4) CIC のケーブル (制御用モーターの ACラインと平行している) にて拾う。
- 5) CIC ケーブルの高圧に変動がある。
- 6) ログ特性真空管 9004 のヒーター・カソード間容量より AC電源ラインからのノイズが混入する。あるいはヒーター・カソード間エミッションのためヒーター電源からノイズが入る。
- 7) ログ特性真空管 9004 のヒーター電圧がわずかに変動し従ってエミッションが変動する。その極く微小の変動が増巾される。

III ノイズ防止の方策

前記のノイズが混入すると思われる箇所に対してそれぞれ次のような比較的簡単である方法が考えられ

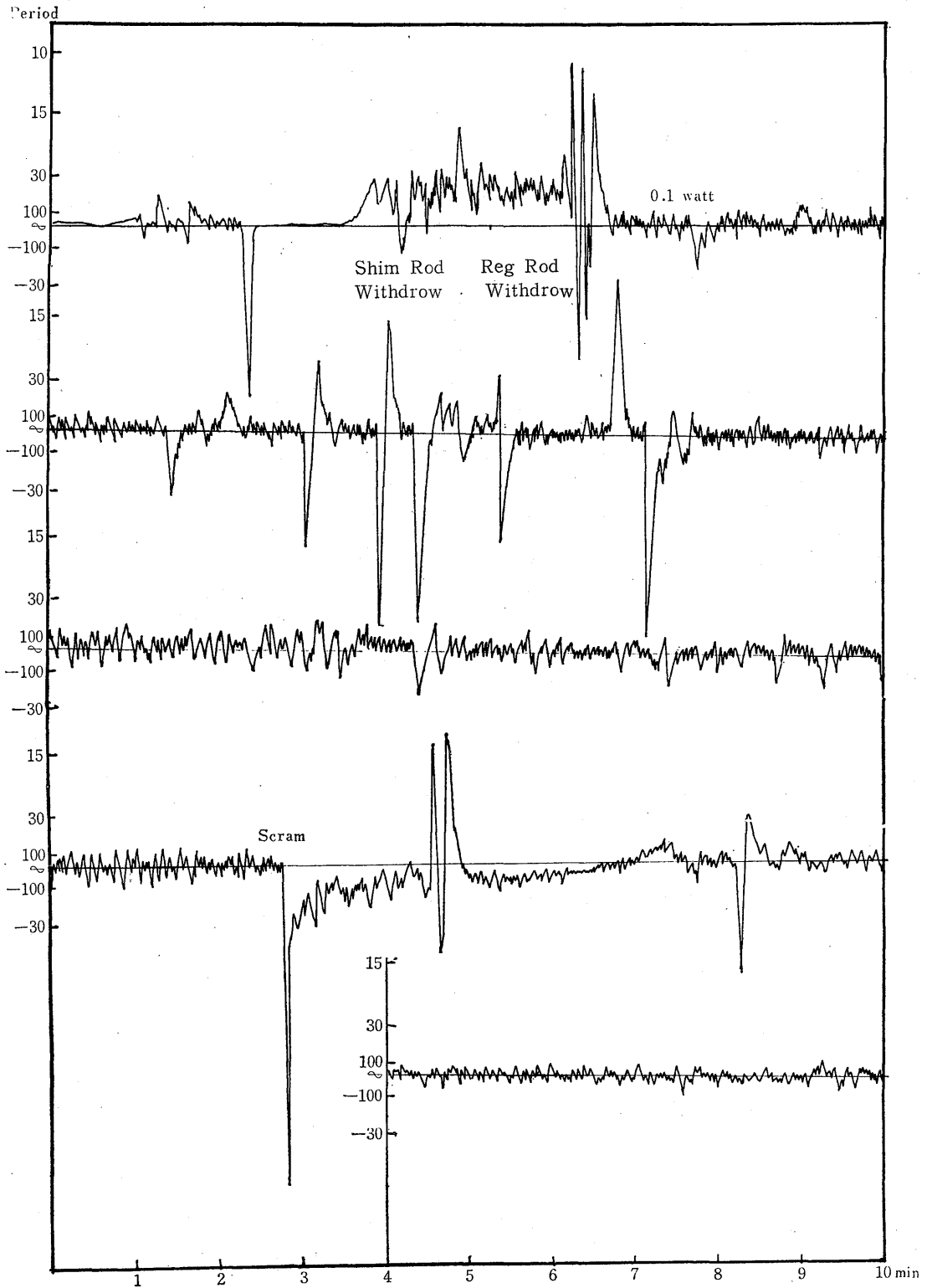


Fig. 2 A record of the reactor period on the Log N & Period Amplifier with no improve.

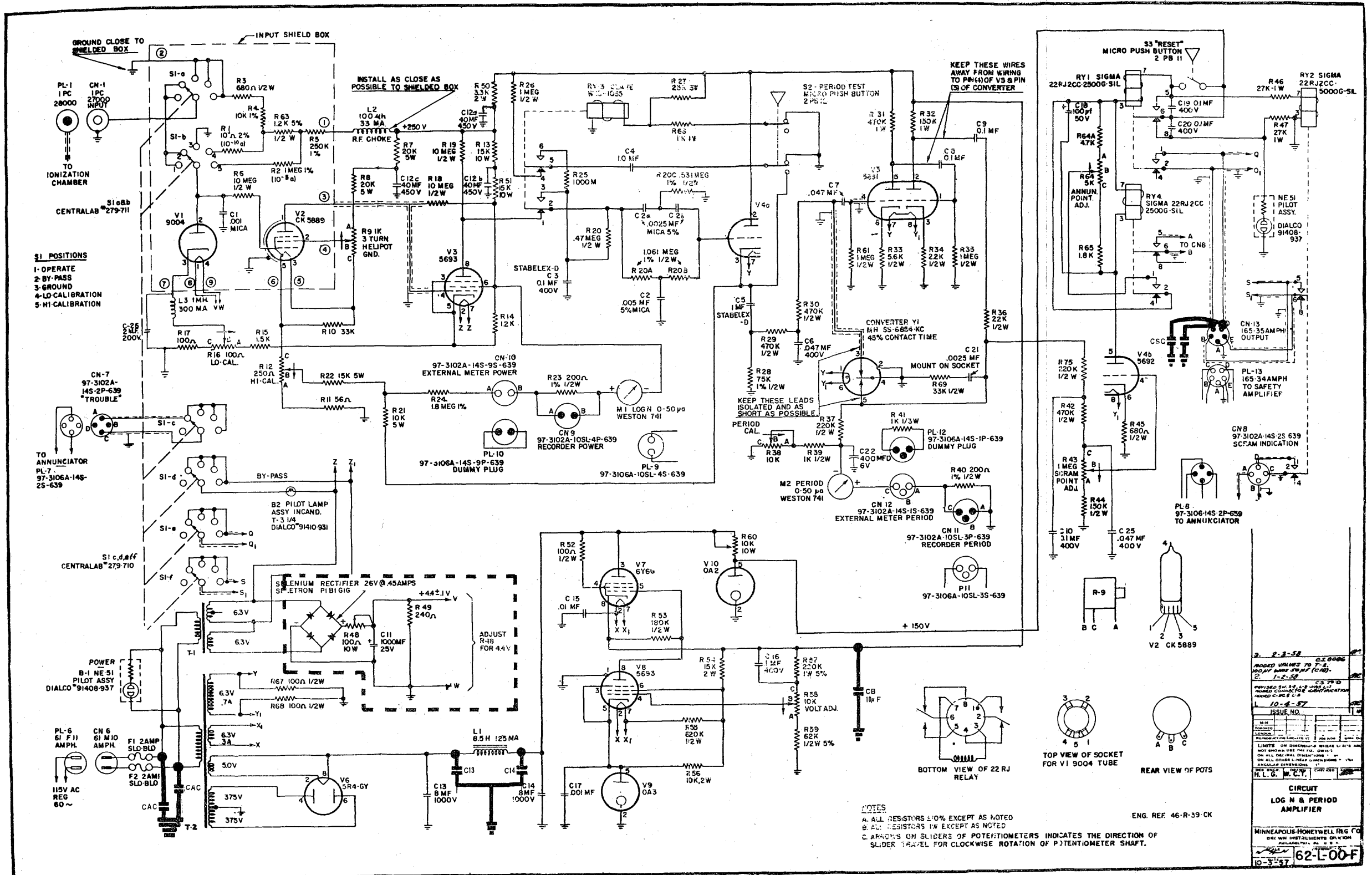


Fig. 1 Schematic Diagram of Log N & Period Amplifier

る。

- 1), に対しては AC の入力端子の裏面に, Fig.1 には C_{AC} で示す, バイパスコンデンサーを挿入する。
- 2), に対しては, 安定化電源の平調コンデンサー C_{13} C_{14} を増量 (目安として $40\mu F$ を夫々追加) すると共に, その出力側には新たに $C_B(10\mu F)$ を追加する。
- 3), に対しては, スクラムバス・アナウンシエーターのコネクター端子裏面にバイパスコンデンサー (Fig. 1-Csc) を附加する。
- 4), には, これは信号線であるのでコンデンサーの挿入等の処置は応答速度に悪影響を及ぼすから一応無処置とする。
- 5), は十分に可能性はあるが, 取敢えず高圧電源の出力端子に大容量コンデンサーを追加するにとどめ他の処置の結果により再考することとする。
- 6), はオーディオアンプによく見られるノイズ又はハムの原因であって, もしこれが原因とすればヒーターカソード間に直流バイアス (ヒーターカソードに対して正) をかけることにより止まるはずである。

7), は整流後のフィルターコンデンサーの容量を増量し安定化電源とすればよい。

IV 結 果

前述の方策により処置を行う以前のペリオド変化の状態を Fig. 2 に示す。図中幾つかの高いピークを記録しているが, これらは実際はスクラムレベルを越えるノイズである。(ペリオドスクラムの周期は5秒に設定されている) 記録上ではスクラムレベル (5 sec. 以下) を越していないように見えるが, 回路図 (Fig. 1) を見ればわかるように, ペリオド計回路の時定数がやや大きく取られており, レコーダーの応答速度も遅いので, パルスの高さは低く記録されているのである。

1), 2) の方策に対する処置の結果を Fig. 3 に示す。図中④の部分は何の処置もしない状態である。即ち Fig. 2 と同じである。そこで C_{AC} を挿入した処③の部分に示すようにノイズは減少した。又 C_{AC} を取りさり C_{13} C_{14} C_B を挿入した処④で示すように, これもノイズが減少するのがみられた。そこで C_{AC}

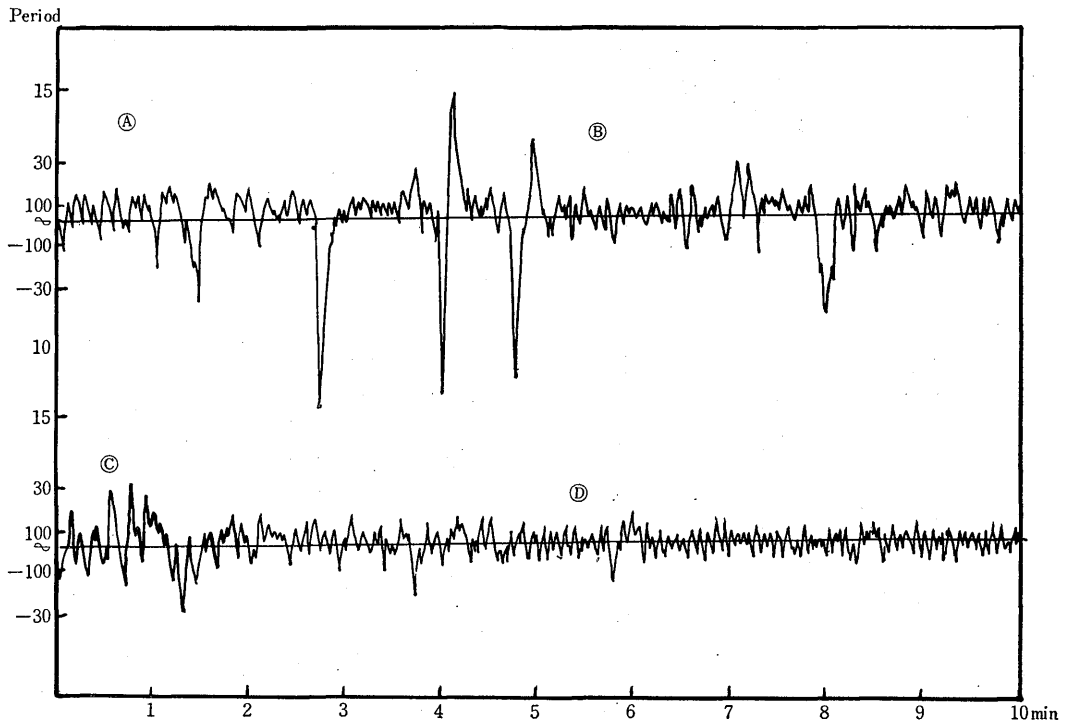


Fig. 3 A record of the output of the Log N & Period Amplifier.
 ①: no improve, ②: added C_{AC} , ③: added C_{13}, C_{14} & C_B ,
 ④: added C_{AC}, C_{13}, C_{14} & C_B

C₁₃ C₁₄ C_B を同時に挿入してみた処 ⑩ の部分で示すように、⑨と比較すると約 15 db 程ノイズが減少したことがわかる。

3) の方法の処置を行ったのが Fig. 4 である。これは前記の C_{AC} C₁₃ C₁₄ C_B を挿入した上に新たに C_{SC} を追加したものである。この図に現われている高いピークは、シム安全棒制御スイッチ、アナウンシエ

ーターリセットスイッチ、およびその他の計器類の電源スイッチ等交流電源に直接つながっているスイッチの操作により混入したものである。したがってこの C_{SC} コンデンサーの挿入は不適當という結論を得た。

4), 5) には前記のとおり、前者には無処置、後者には 4 μ F のコンデンサーを附加しただけで、これにたいする記録はとっていない。

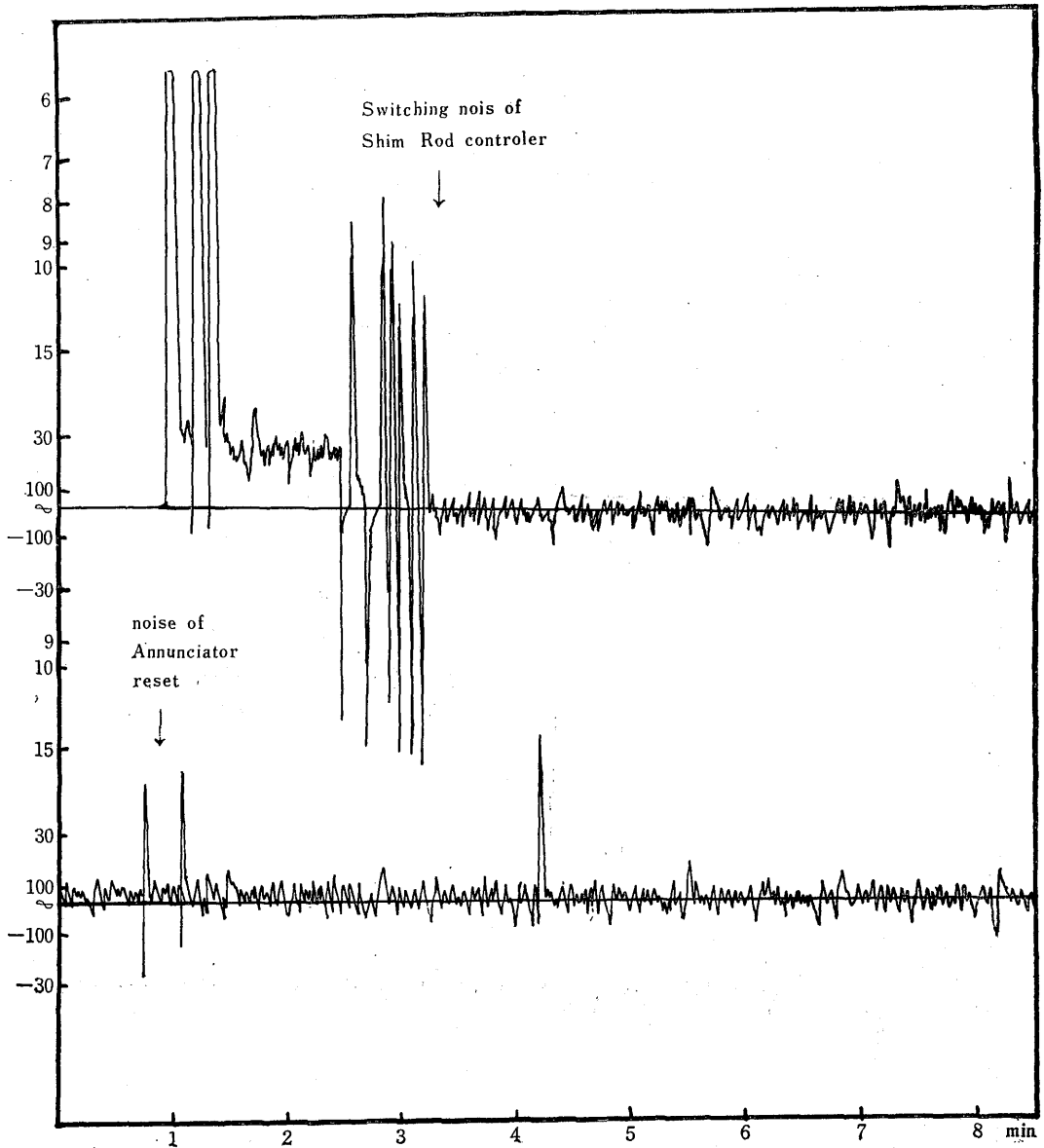


Fig. 4 A record of the output brought from some noisy inputs on the Log N & Period Amp. which added C_{SC}, C_{AC}, C₁₃, C₁₄ and C_B.

6)の方法には、Fig. 1の9004のヒーター電源をアースから浮かしてバイアスをかけることが構造上の理由から行なえず、電池により9004のヒーターを点火し、バイアスをトランジスター式定電圧電源を用いてかけたところ、Fig. 5のような非常に良い結果を得た。ヒーター電圧4.4V、バイアス電圧はヒーターがアースに対して正の10V、電池は1.5Ahのニッケルカドミウム電池である。このFig. 5ではノイズが減少した原因がバイアスにあるのか、電池電源にあるのか不明であるので、バイアス電源を取りはずし電池の極性を入換え、⊕接地と⊖接地の状態にて記録をとったところ、Fig. 6のような結果が得られた。図に於て中央点線より左半分がC_{AC}の無い状態で右半分がC_{AC}の有る状態、上から一番目と三番目が⊖接地で二番目と四番目が⊕接地、上二つがC₁₃ C₁₄ C_Bの無い状態で下二つがそれらの有る状態である。Fig. 5とノイズの状態を比較してみるとほとんど同じ程度である。したがってノイズの混入はバイアスの有無に関係はなく、接地電線にも関係が無い、そしてC_{AC}

C₁₃ C₁₄ C_Bの五点の処置よりもヒーターの電源電圧に関係が深いことが予想される。

そこで7)の方法、すなわちヒーター電源の安定化をおこない、電池電源の場合と比較した。Fig. 7は安定化電源の回路図であり、最も簡単なツェナーダイオードによる並列型安定回路である、この安定化電源を用いた場合の結果をFig. 8に示す。左半分がC_{AC}無し、右半分がC_{AC}有り、上がC₁₃ C₁₄ C_B有り、下が無しの状態である。Fig. 5と比較してみれば、これは電池点火の場合とほとんど差が無いことがわかる。

9004の電池点火の時の電源電圧変動、バイアス電圧変動及び9004ヒーター電圧変動の影響をしらべてみた。Fig. 9がその結果である。①の部分が電源電圧変動を起こさせるために用いた500Wの電熱器負荷をオンオフした時の状態、②の部分はバイアス用の定電圧電源の電圧調整器を手動で動かした時の状態、③は同じくバイアス用電源の交流電源スイッチをオンオフした時の状態、最後に9004のヒーター電圧を0.2V変化(可変抵抗器を手で廻した)させた時の状態であ

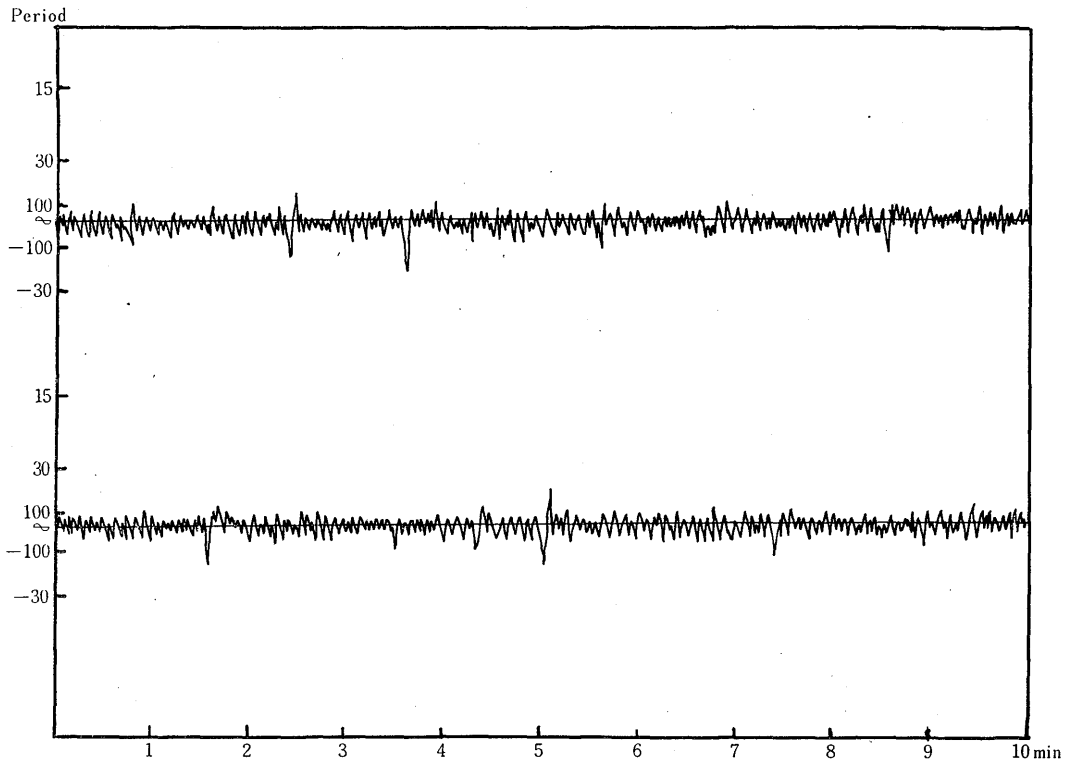


Fig. 5 A record of the output of improved Log N & Period Amp.
(9004 heater heated by a battery and biased on 10V.)

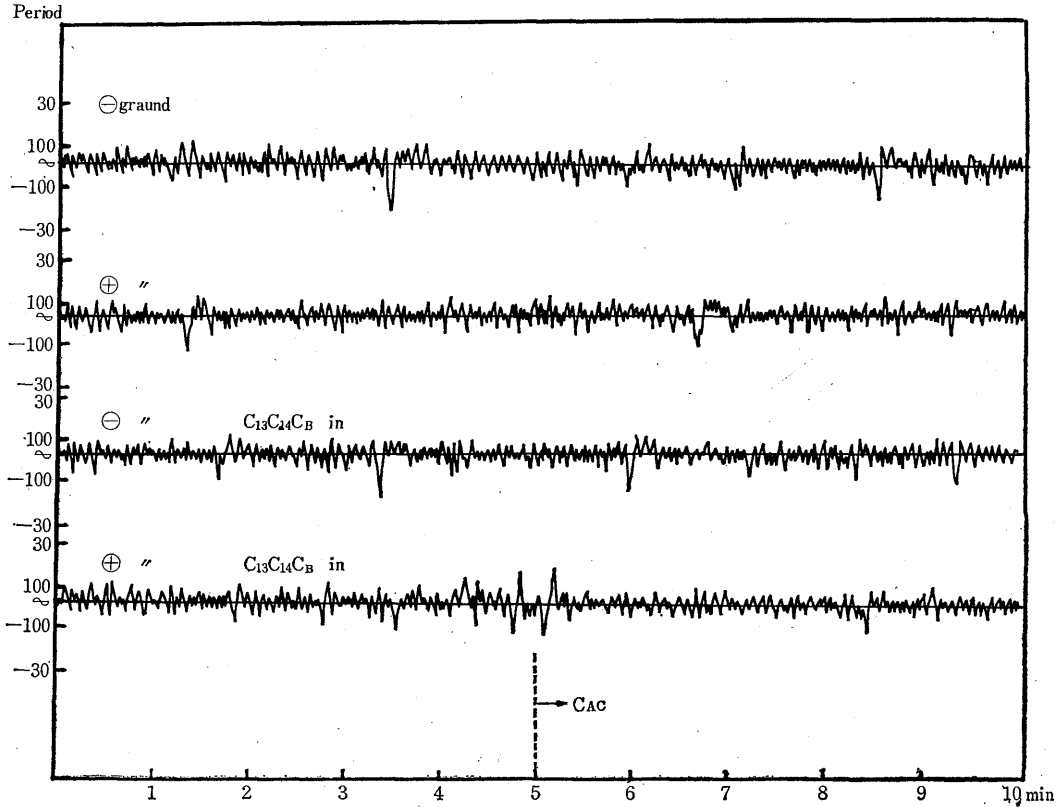


Fig. 6 A record of the output of improved Log N & Period Amp. (9004 heater heated by a battery and not biased.)

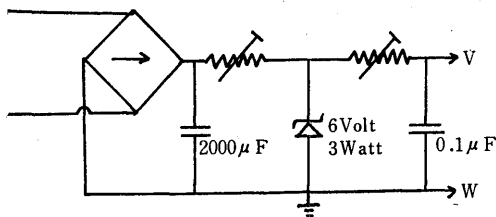


Fig. 7 Heater Voltage Regulator for 9004

る。①の状態では電源電圧の変動による影響が全くないことがわかる。②③の状態では、変動があらわれてはいるが、非常に特殊な条件を人為的に加えたものであるから、バイアス電圧をかけない時には問題は無いし、またかけたとしてもこのような極端な変動は起り得ない。④は手で二、三秒かかって電圧計を眼で見ながら電圧を動かした時に起った変動で、ゆっくりとした変化であるにも拘わらず図の様に大きく変動している。もしパルス状の速い変化があれば、変化電圧は小さくとも同等以上の変動があると思われる。

V 結 論

以上のような結果から UTR の原因不明のペリオドスクラムは、交流電源の電圧変動によるログ特性管 9004 のヒーター電圧変動によるものと断定した。行った処置としては 9004 のヒーター電源の安定化および Fig. 3 の結果から C_{Ac} C_{13} C_{14} C_B を挿入した。

Fig. 10 は最終の原子炉運転時のペリオド変化の記録である。処置前のもの (Fig. 2) と比較していちじるしく改善され、好結果を得た。

VII 考 察

通常放射線測定に於てノイズは統計的に分離することが可能であって、ノイズが皆無であることにしたことはないが少々のノイズは問題にならない。しかるに、このペリオド計は出力変化率を測定する計器であるから散発的なパルス状ノイズには、コンデンサーを挿入して信号を平均化することも許されない。また傍

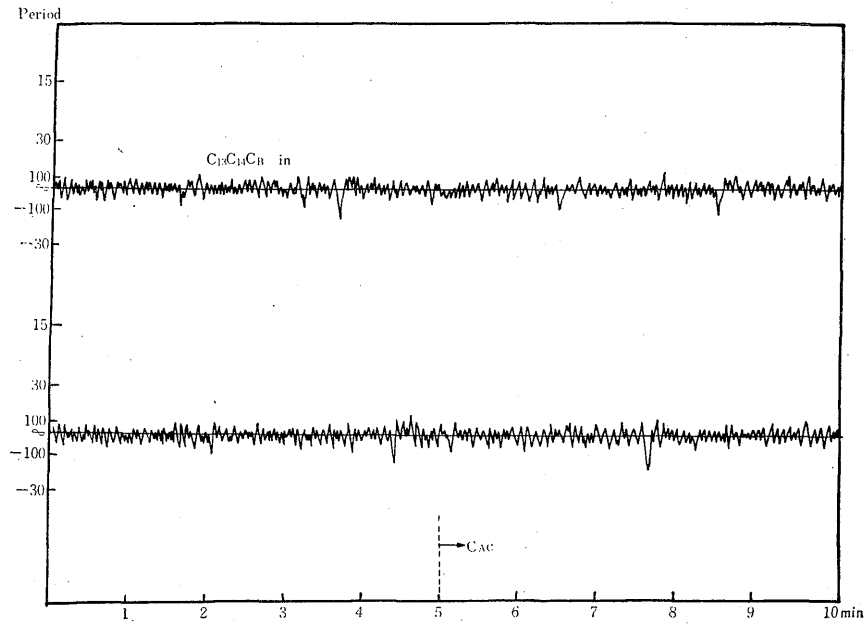


Fig. 8 A record of the output of improved Log N & Period Amp. (which used a transistor voltage regulator.)

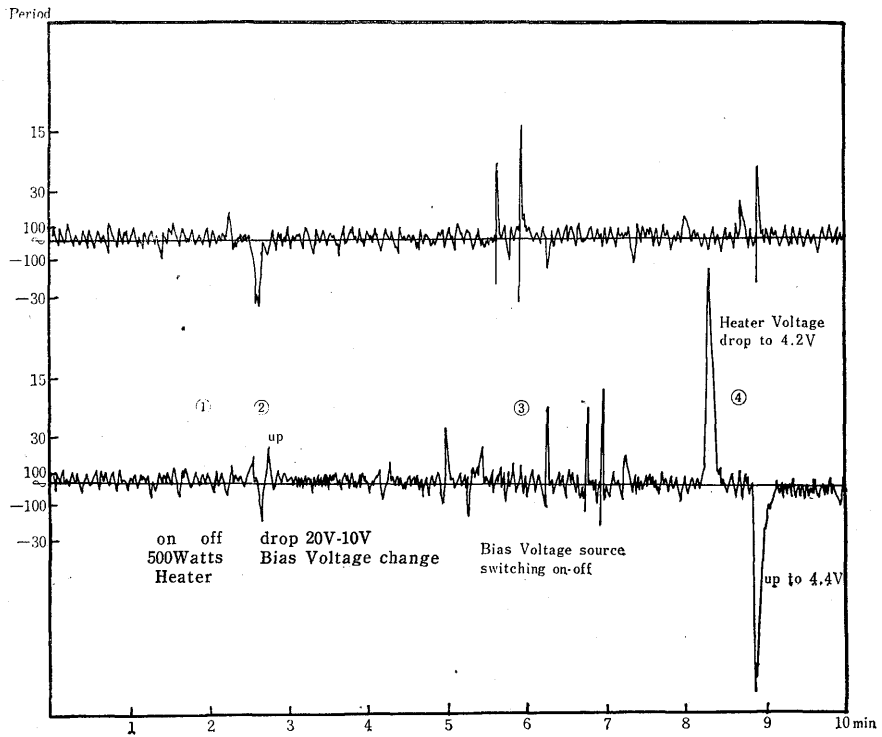


Fig. 9 A record of the output brought from some noisy inputs on the Log N & Period Amp. which 9004 heated by a battery.

熱型真空管は熱慣性が大きいから少々のヒーター電圧変動があっても増巾度には影響がないのが通常で、今の場合には直流点火でありさらに大容量コンデンサーを付け、三割ほど電圧を低く使っているから、この部分よりノイズが進入していることは常識では考えられず、これらがノイズの進入個処の発見を阻んでいたわ

けである。

この方法はペリオド計以外の計器、たとえばローバックグラウンド測定機等信号の少ないもの、小さいものの測定機にも応用が可能で、SN 比の改善に役立てられるものと思われる。

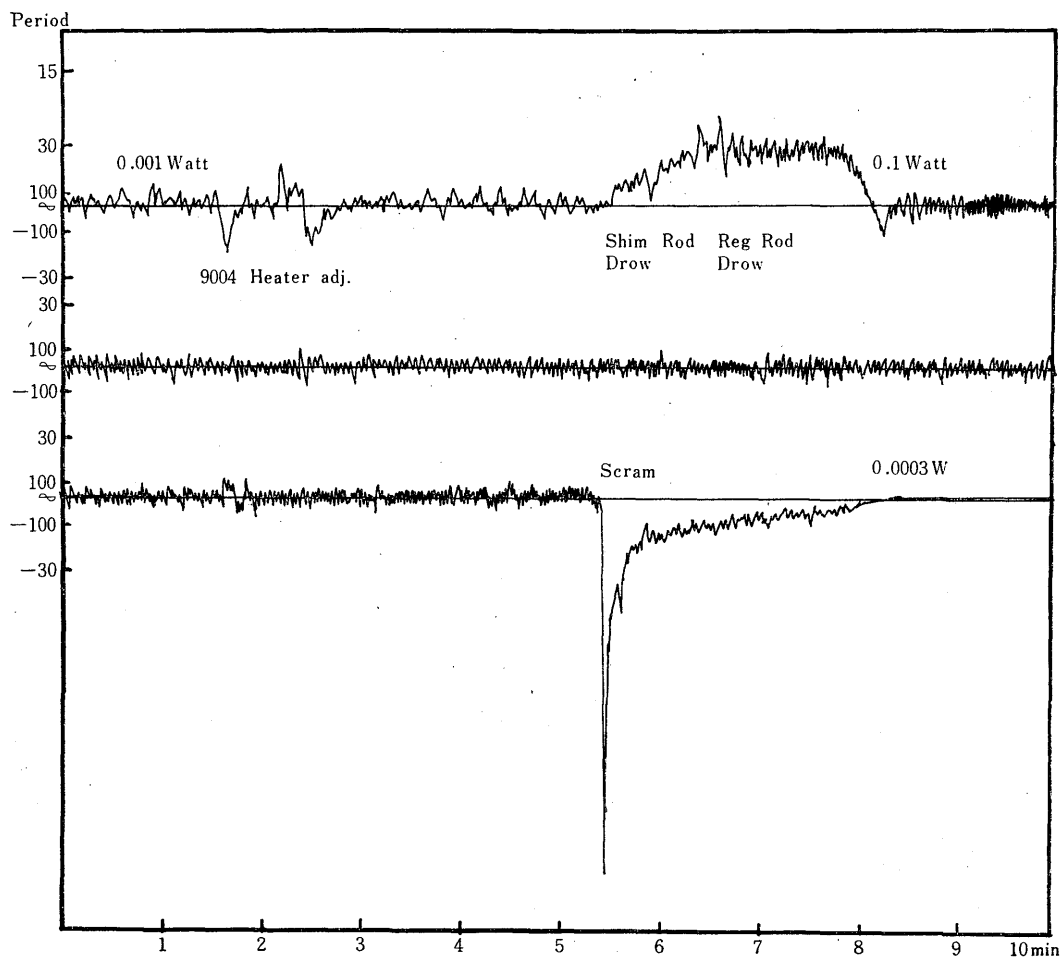


Fig. 10 A record of the reactor period on the improved Log N & Period Amp.

正 誤 表

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
9	左 4	調	滑	50	左 14	2 0	2 1
"	右 5	態	態	50	Table 2	Particles	particles
11	左 11	"	"	"	写真	photo 18 5th	photo 18. 5th
"	左 13	"	"	"	"	exp. No. 27	exp. No. 26
"	左 14	"	"	53	Table 4	No 3. 1,255	1.255
"	左 16	"	"	54	文献 1)	4, 15, (1966)	4, 5, 39, (1965,6)
"	左 17	"	"	"	文献 10)	Nature Lond.,	Nature, Lond.,
"	右 9	"	"	96	四	保安規定改良後	保安規定改正後
"	右 15	"	"	97	8	沈泥	沈泥,
"	右 16	"	"	108	第 15 表	乾燥土	乾燥沈泥
"	右 18	"	"	113	右 9	これの	これらの
"	右 19	"	"	117	Fig 1	platinum	platinum
12	左 1	"	"	118	左 19	(4)	(2)
"	左 2	"	"	119	左 2	5.0V, とした	5.0v とした
42	Fig10-1	7 days	7 days	"	左 5	して	し
43	右 13	原子力研究学所	原子力研究所	"	Fig 4	G M counting	β counting
47	Fig 6-1	$^{97}\text{Zr} + ^{97}\text{Nb}$	$^{97}\text{Zr} + ^{97}\text{Nb}$	121	左 5	電解開始圧	電解開始電圧
		\downarrow ^{143}Ce	^{143}Ce	"	左 7	pH 7.0	7.0
		\downarrow ^{132}I	^{132}I	"	Table 5	Recovery	Recovery (%)
"	"	132	^{132}I	"	Fig 16	Uranium	Uranium in sol- ution
48	Table 1	1 4	1. 4				
49	中の 12	Ru	^{103}Ru	122	左 1	蓚酸アンモニウ溶液	蓚酸アンモニウム溶液
"	Fig 9	^{99}Mo	^{99}Mo	"	右 2)	1149	1149-
"	"	$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	$^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$	"	" 4)	project	Project