

伊方発電所第1，2号機
送電線保護リレー装置の不具合について

平成23年11月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第1, 2号機 送電線保護リレー装置の不具合について

2. 事象発生の日時

平成23年7月28日 10時54分

3. 事象発生の設備

伊方北幹線2号線 主保護継電装置A装置

4. 事象発生時の運転状況

1号機通常運転中 (569MW)

2号機通常運転中 (572MW)

5. 事象発生の状況

伊方発電所第1, 2号機は、通常運転中のところ、7月28日10時54分、中央制御室に伊方北幹線2号線主保護継電装置（以下、「主保護リレー*1」という。）A装置の故障を示す警報が発信したため、現場調査を行った結果、主保護リレーA装置の故障が確認された。

点検の結果、当該装置内のサイリスタユニット*2の不良であることが判明したため、当該サイリスタユニットを取り替え、8月1日13時30分、正常であることを確認し、通常状態に復旧した。

なお、伊方北幹線2号線保護継電装置は、主保護リレー2系統と後備リレー1系統とで多重化されており、伊方北幹線2号線の保護機能に問題はなかった。

また、本事象によるプラントの運転への影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1)

*1 主保護リレー : 送電線事故（雷撃等）時に送電線を電力系統より切り離す指令を出力する装置。主保護リレーのバックアップとして後備リレーがあり、主保護リレー2系統と後備リレー1系統とで多重化されている。

*2 サイリスタユニット : 送電線事故を検出した際にしゃ断器へ開指令を発信する主保護リレー内の出力ユニット

6. 事象の時系列

7月28日

- 10時54分 中央制御室に伊方北幹線2号線主保護リレーA装置の故障を示す警報が発信
- 11時頃 保修員が現地状況を確認し、主保護リレーA装置の故障を示す表示を確認。また、主保護リレーB装置および後備リレーが正常であることを確認
主保護リレーA装置の故障箇所調査開始

7月29日

サイリスタユニットが故障していることを確認

7月30日

サイリスタユニットの取替

8月1日

- 13時30分 サイリスタユニット取替後、主保護リレーA装置が正常であることを確認し、通常状態に復旧

7. 調査結果

(1) 現地調査

a. 事象発生時の状況確認

主保護リレーA装置は、自動監視として毎週木曜日10時50分頃に当該リレー装置の入出力回路等を自動点検することとなっており、事象発生日の自動点検において当該リレー装置の出力回路の点検不良が検出され、「点検不良箇所 出力回路」表示灯*³が点灯していることを確認した。

(添付資料-2)

*3 「点検不良箇所 出力回路」表示灯

: サイリスタの動作を確認できないことを示す表示灯。

主保護リレーの出力回路については、設定された日時(1週間毎)に、しゃ断器に開指令を出力するための模擬信号をサイリスタに入力し、動作状況を自動で点検している。

なお、自動点検のほか、点検開始ボタンを押しても点検できる。

b. 自動点検状況確認

主保護リレーA装置において点検開始ボタンを押して点検を行ったところ、「点検不良箇所 出力回路」表示灯が点灯し、本事象が再現した。このため、サイリスタの動作状況を詳細に確認したところ、サイリスタ動作指令は発信しているがサイリスタ動作信号が出力されていないことを確認した。

(添付資料-3)

このため、サイリスタユニットの故障と考えられることから、サイリスタユニットを予備品に取り替えた。取替後に、点検開始ボタンを押して点検を実施したところ、本事象は発生せず正常状態に復帰したことを確認した。

(2) 工場調査

取り替えを行ったサイリスタユニットをメーカー工場に送付し、詳細調査を実施した。

a. 外観点検

外観目視点検の結果、基板、部品等に破損、変色等の異常は認められなかった。

b. 動作確認試験

工場調査において、サイリスタユニットが取り付けられている主保護リレー装置の回路構成を模擬し、サイリスタユニットの動作試験を実施したところ、現地と同様の事象が再現した。このため、サイリスタユニットに取り付けられている器具ごとの動作確認を行った結果、サイリスタの動作指令を出力するための信号変換回路を構成するコンデンサが故障していることを確認した。

(添付資料－4)

c. コンデンサの使用実績調査

メーカーにおける同種コンデンサの使用実績を調査した結果、同種コンデンサは同種保護継電装置にこれまで約10万個使用しており、そのうちこれまで不良に至ったのは32個であることを確認した。

(3) 保守状況の調査

当該リレー装置は、定期的に取り替えるものではないが、メーカーにおいて当該装置の製造を中止したため、保守性・信頼性の観点から伊方2号機第11回定検(平成8年)に設備更新を行っている。

サイリスタユニットについては、1週間ごとに自動点検を実施しており、これまで異常は認められていない。また、4定検ごとにしゃ断器トリップ試験(主保護リレー動作によるしゃ断器開放試験)を実施しており、至近の伊方2号機第19回定検(平成18年)時のトリップ試験では、異常は認められなかった。

(4) その他送電線保護リレーの確認

サイリスタユニットは、四国中央西幹線1号線および2号線、伊方南幹線1号線および2号線、ならびに伊方北幹線1号線保護継電装置においても使用している。サイリスタユニットについては、1週間ごとに自動点検を実施しており、これまで異常は認められていない。また、4定検ごとにしゃ断器トリップ試験（主保護リレー動作によるしゃ断器開放試験）を実施することとしており、至近の点検では、異常は認められていない。

なお、平瀨支線を保護する66kV送電線保護継電装置は伊方北幹線2号線送電線保護継電装置と保護方式が異なり、サイリスタユニットは組み込まれていない。

8. 推定原因

本事象は、主保護リレーA装置のサイリスタユニットの故障により、当該リレー装置の故障を示す警報が発信したものと推定される。

また、サイリスタユニットの故障はコンデンサの故障によるものであり、当該コンデンサの故障はメーカーにおける使用実績から偶発故障*4と推定される。

*4 偶発故障：一般的な部品故障モードのうちの一つ。製造段階での欠陥に起因する初期故障の期間を過ぎた後に発生する故障で、長期間に亘りほぼ一定率で発生する。発生率は初期故障や寿命による摩耗故障に比べ低い。

9. 対 策

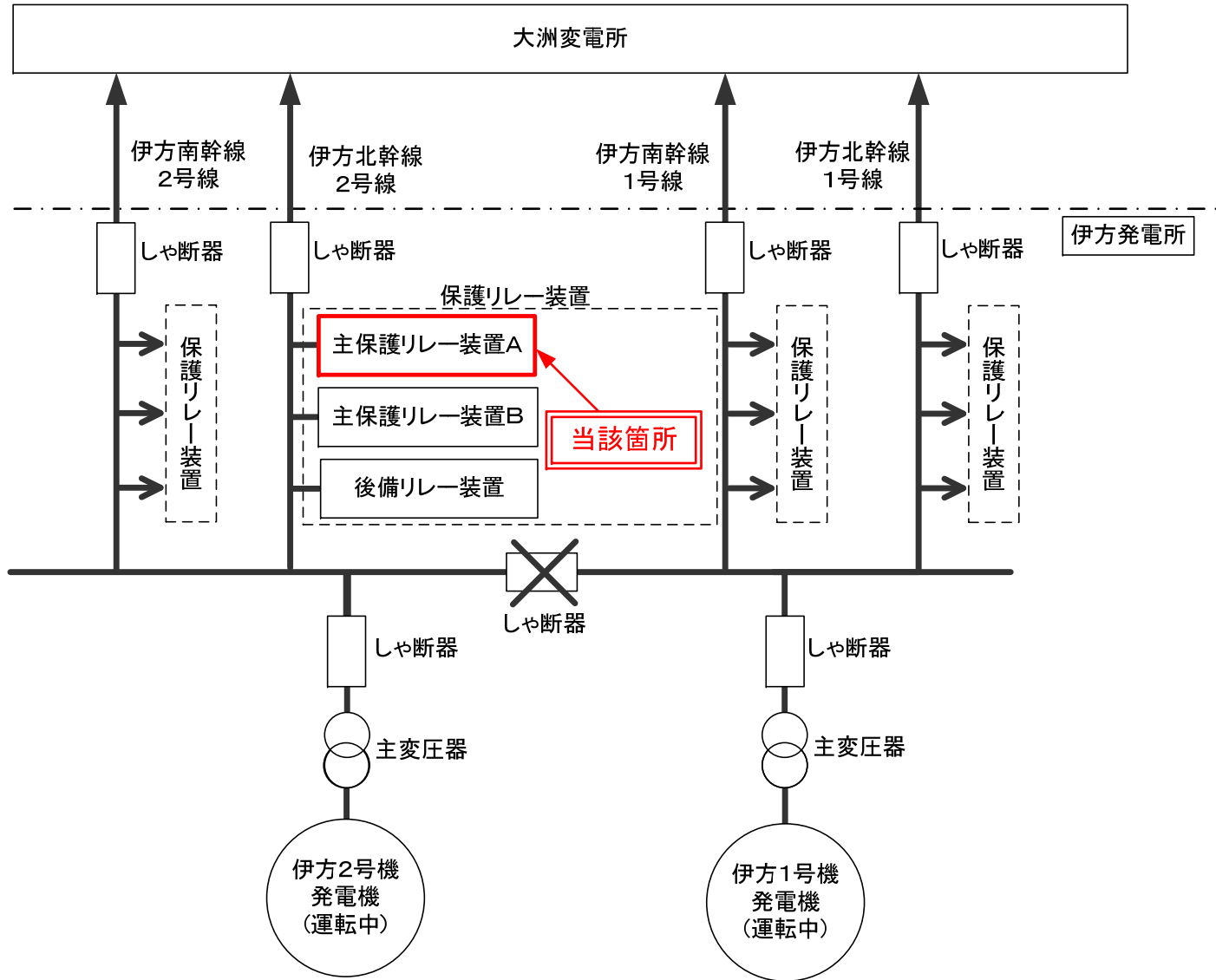
- (1) 当該サイリスタユニットの取替を行い、健全性を確認のうえ復旧した。
- (2) これまでと同様に定期的な点検（1回/週の自動点検および1回/4定検のしゃ断器トリップ試験）を継続していく。
- (3) 運転中の設備故障に対応するため、これまでと同様に予備品を保有しておく。

以 上

添 付 資 料

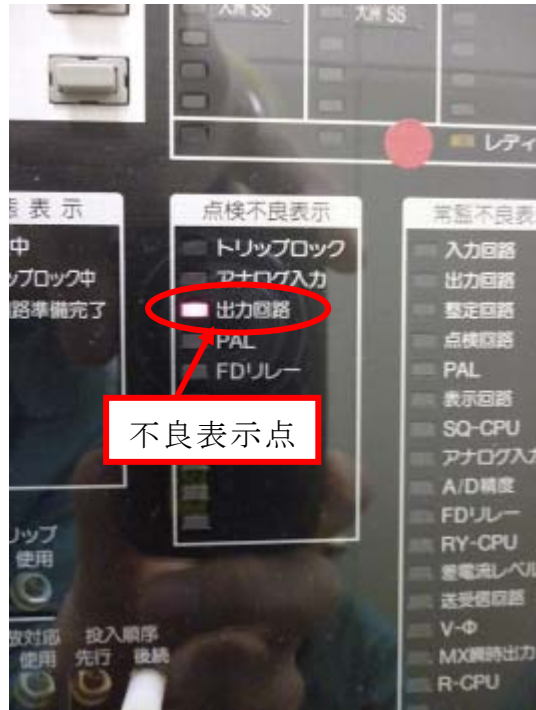
- 添付資料－1 伊方1，2号機 187kV送電線概略系統図
- 添付資料－2 主保護リレーA装置 外観写真
- 添付資料－3 主保護リレーA装置 自動点検状況確認結果（現地調査）および動作状況確認結果（工場調査）
- 添付資料－4 主保護リレーA装置 サイリスタユニット 外観

伊方1, 2号機 187kV送電線概略系統図



主保護リレーA装置 外観写真

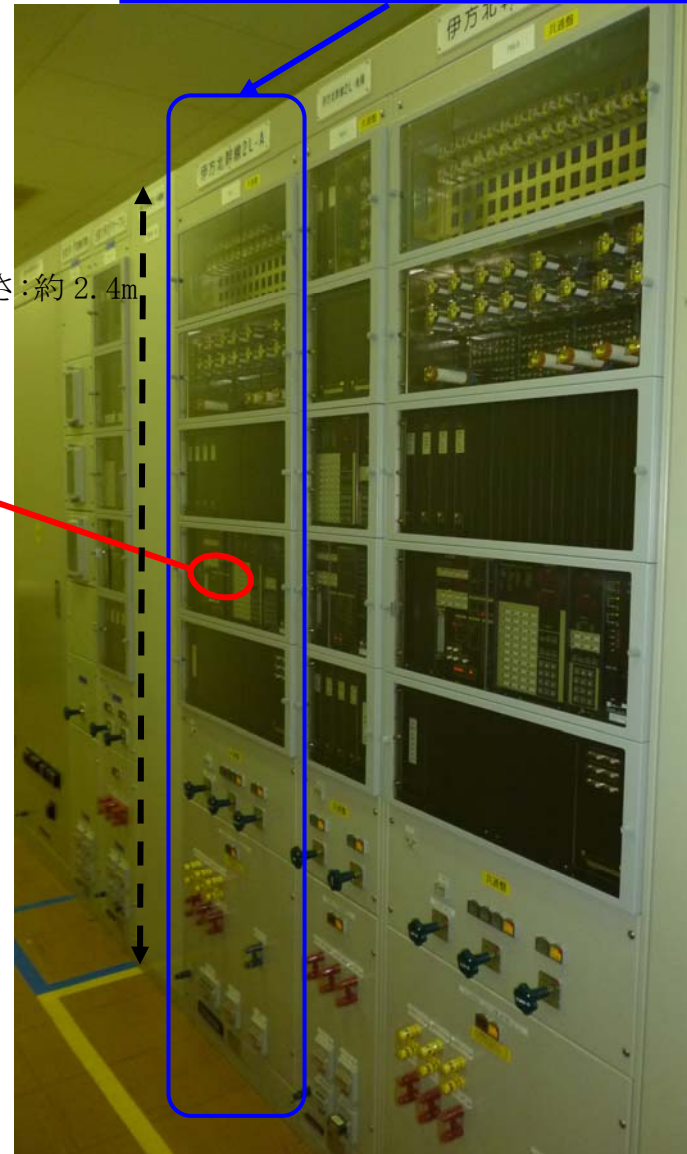
伊方北幹線2号線 主保護リレーA装置



事象発生時の状況写真

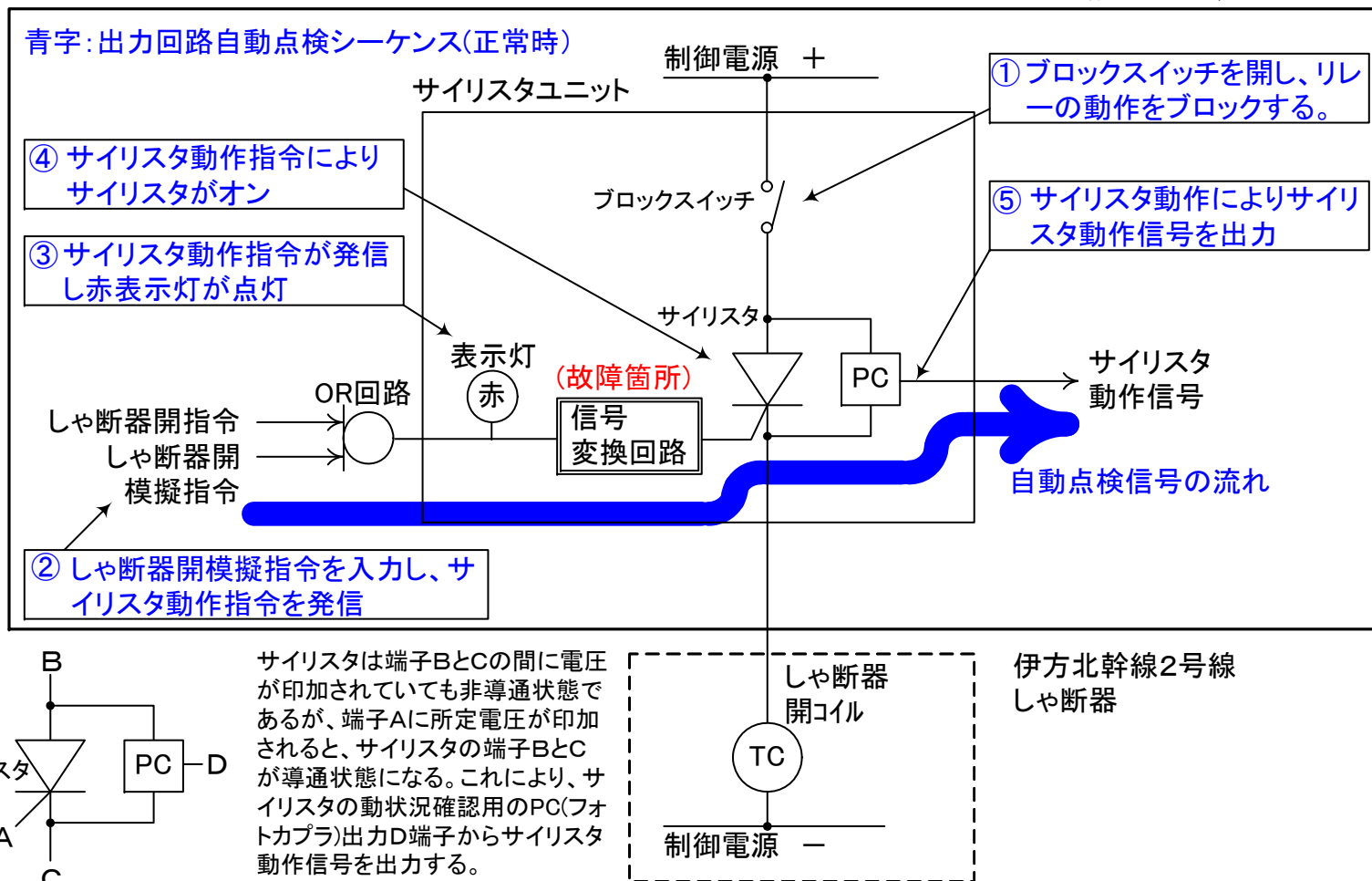
拡大写真

高さ:約2.4m



主保護リレーA装置 自動点検状況確認結果（現地調査）および動作状況確認結果（工場調査）

伊方北幹線2号線主保護リレーA装置



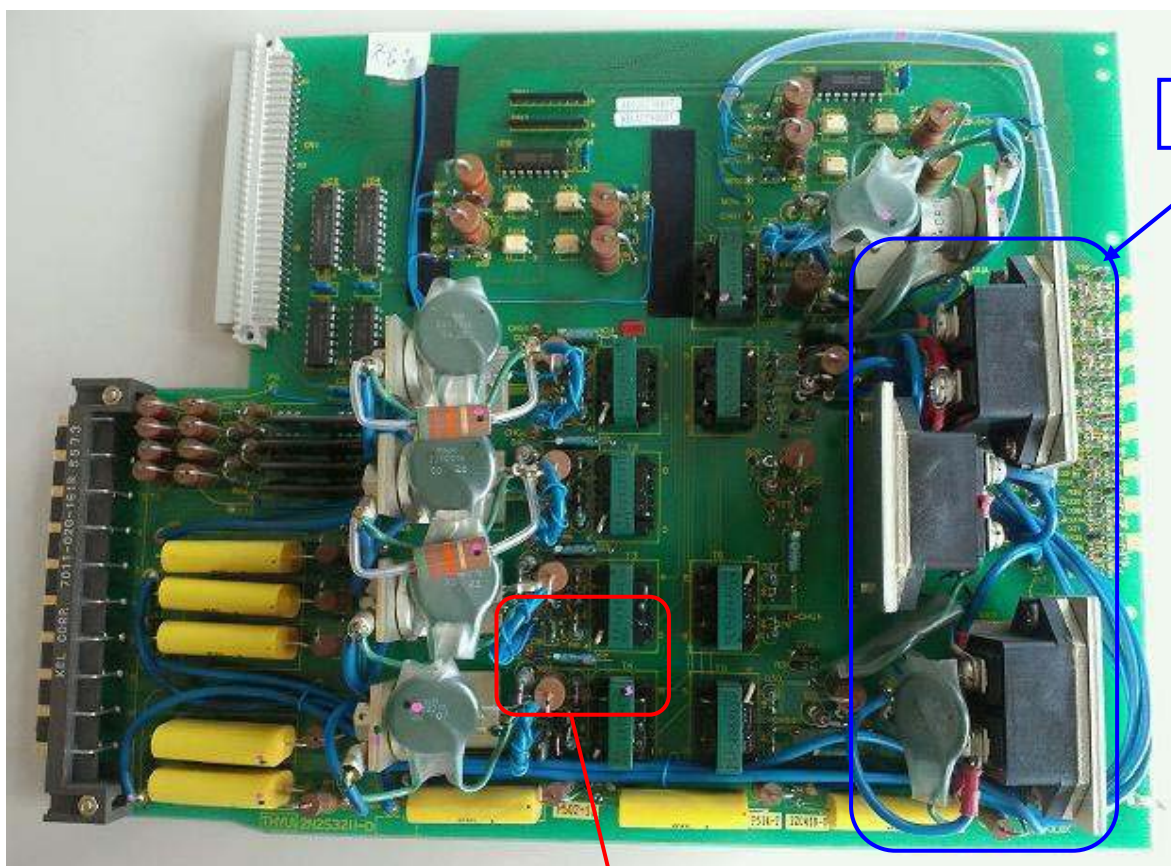
【現地調査 自動点検状況確認結果】

- (1) 上記「出力回路自動点検シーケンス③」を確認し、サイリスタ動作指令が発信していることを確認。
- (2) 上記「出力回路自動点検シーケンス⑤」の確認において、サイリスタ動作信号が出力されていないことを計測器を接続して確認。

【工場調査 動作確認試験結果】

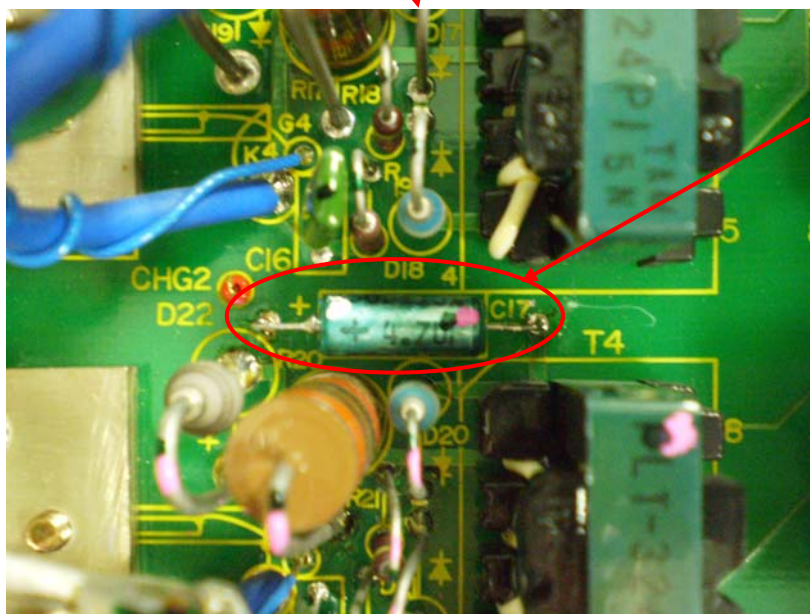
- (1) 工場調査における動作確認試験において、サイリスタへの動作指令を出力するための信号変換回路を構成するコンデンサが故障していることを確認。

主保護リレーA装置 サイリスタユニット 外観



サイリスタ

拡大写真



不具合箇所
(コンデンサ)