

行政院原子能委員會核能研究所
委託研究計畫研究報告

變壓器大數據監測與智慧診斷技術研究

Research of Big Data Monitoring for Transformer and Diagnosis Using
Artificial Intelligence

計畫編號：110A014

受委託機關(構)：國立臺灣科技大學電機工程系

計畫主持人：郭政謙

聯絡電話：0920881490

E-mail address：cckuo@mail.ntust.edu.tw

核研所聯絡人員：沈勁鈞

報告日期：110 年 12 月 20 日

目 錄

目 錄.....	1
中文摘要.....	1
英文摘要.....	2
壹、計畫緣起與目的.....	4
一、計畫背景.....	4
二、計畫目的及重要性.....	4
三、國內外有關本計畫之執行情況.....	5
貳、研究方法與過程.....	6
一、採用之方法與原因.....	6
二、預計可能遭遇之困難及解決途徑.....	8
三、重要儀器之配合使用情形.....	9
參、主要發現與結論.....	13
一、計畫目標.....	13
二、工作項目/內容.....	13
肆、參考文獻.....	34

中文摘要

高壓設備一旦故障即損失極大的經濟效益，所以預防更勝於治療，高壓絕緣劣化檢測的有效方法之一就是觀察設備局部放電的現象，且為最初期的特徵，即早發現設備問題就可以提前做預防，而趨勢性觀察更優於週期性的檢查，長時間的觀察有效降低誤判的機率。

本計畫符合 IEC62478 建議，使用 HFCT 及 UHF 感測器監控高壓設備局部放電狀態，盡量避免誤判放電情況，增加判斷準確性，並可由伺服器連線至任一部電腦、平板、手機，即時觀測案場情況，不用特地安排人力去做過多的定期勘查來確保設備狀態。

可即時顯示放電時之電源象限及 PRPD 圖對於放電次數、放電最大值及放電平均值的狀態，此部分可以進一步利用智慧診斷是否為真實內部放電或雜訊，避免誤判成警報。依據對案場設備需求，自行智慧性的設定警報條件，並隨著長時間的觀察，逐步調整改變設定條件，以更符合案場需求，減少產生錯誤警報。

abstract

If high-voltage equipment fails, great economic benefits will be lost. So prevention is better than cure. One of the effective methods of high-voltage insulation degradation detection is to monitor partial discharge of the equipment, that is initial characteristic. Early detection of equipment problems can prevent them in advance, and trend observation is better than periodic inspection. Long-term monitoring effectively reduces the probability of misjudgment.

This plan compliance to IEC62478. Use HFCT and UHF sensors to monitor the partial discharge status of high-voltage equipment. Try to avoid misjudgment of the discharge situation and increase the accuracy of diagnosis. The server can be connected to any computer, tablet, or mobile phone to monitor the situation of the case in real time. No need to often do regular surveys to ensure the status of the equipment.

Real-time display the status of the power quadrant and PRPD diagram during partial discharge for the number of discharges, the maximum discharge value, and the average discharge value. Use AI to diagnose whether it is real partial discharge or noise to avoid false alarms. Set the alarm conditions intelligently according to the different equipment in the field. With long-term monitoring, gradually adjust and

change the setting conditions to More in line with the needs of the case
and reduce false alarms.

壹、計畫緣起與目的：

一、計畫背景：

高壓設備發生短路事故大多是絕緣劣化的原因，而絕緣劣化通常是經由電應力、熱應力或機械應力造成的老化現象，這些老化現象會再因為局部放電的關係加速劣化導致嚴重的事故發生，為避免造成重大事故，即時了解設備狀況就成了必備條件。

二、計畫目的及重要性：

高壓設備部分放電訊號，除了有低頻成分也有高頻成分，但低頻信號所受到的環境干擾較高頻信號多，故本計畫以高頻成分信號進行局部放電分析。藉由安裝 HFCT 和 UHF 感測器，並進行全時長期線上量測，則可達到趨勢性的定量檢測，並記錄放電次數、放電最大值、放電平均值及畫出 PRPD 圖做放電檢測判斷。

本系統的檢測改善了過去許多檢測方式的缺點，像是過去使用直流耐壓或電力因數的絕緣品質測試都只能測出高壓設備整體的劣化情形，但本系統透過檢測到的局部放電信號，利用 PRPD 圖的分析診斷出高壓設備的瑕疵放電，而且舊有的檢查方法需要透過斷電才能進行檢查，設備停電的時間將會

帶來經濟成本損失，因此本計畫運用高頻電磁波間接量測法，不需要再擔心靠近高壓設備的風險，高壓設備也不需要停電就能做即時傳輸資訊的監控。

三、 國內外有關本計畫之執行情況：

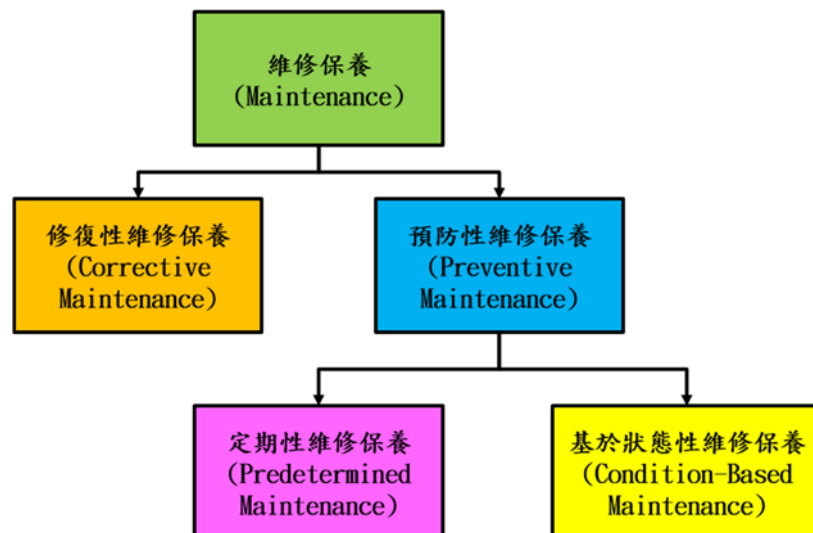
關於高壓設備局部放電的研究國內外皆有各種報告、論文可以參考，PRPD 圖的分析一直都是此類項目很重要的判斷依據，因此在參考的報告中有提供利用試片盤模擬的放電測試[1]，模擬了電暈放電、外部放電及內部放電，此報告中相關的放電頻段、放電數值、PRPD 圖都成為本系統相關數據的依據。

有關局部放電的雜訊處理也參考了相關的各項研究，時頻分析法利用放電訊號的時間長短可以有效地分析出雜訊和實際局部放電值[2]，另外也有參考人工智能分類 PRPD 圖的報告、論文，使用卷積神經網路(CNN)做圖像分析的學習[3]。

貳、 研究方法與過程：

一、 採用之方法與原因

如圖一設備維修示意圖，以往通常都會等到設備出現故障時才會進行修理，所消耗的時間成本通常都不符合經濟效益，為避免消耗掉可節省的時間成本，本計畫案提出了預防性維修保養的概念，使其可以有效地節省時間進行即時的維修、替換工作。

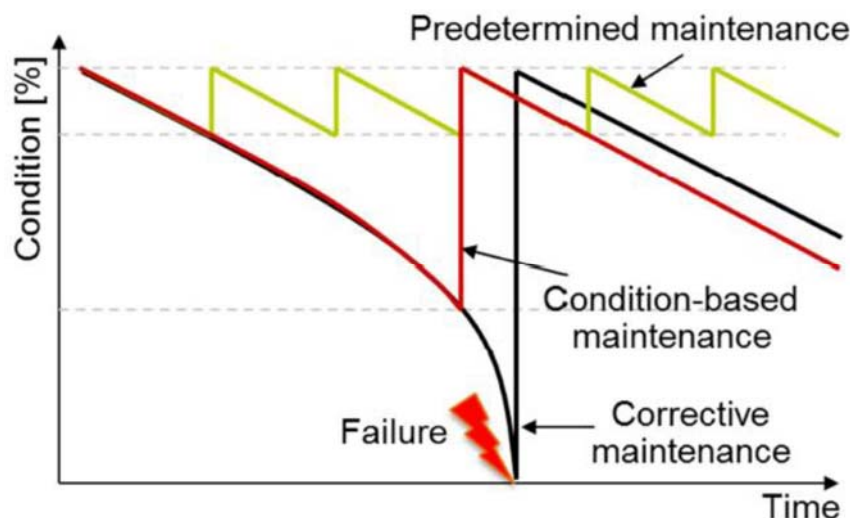


圖一、設備維修示意圖

傳統“定期性維修保養”可能會對設備過量的檢測消耗多餘的人力及物力，也有可能在排定的檢測時程尚未到之前設備先行發生故障，這都會造成成本不必要的浪費。

本系統提出“基於狀態性維修保養”概念則能夠有效預防事故的發生又能充分利用設備的使用壽命，如圖二設備狀態與時間關係示意圖，也因為全時監控的緣故，我們可以避免在無損壞

的情況下進行停電檢修，又可以在發生問題時即時針對問題點去做修正。

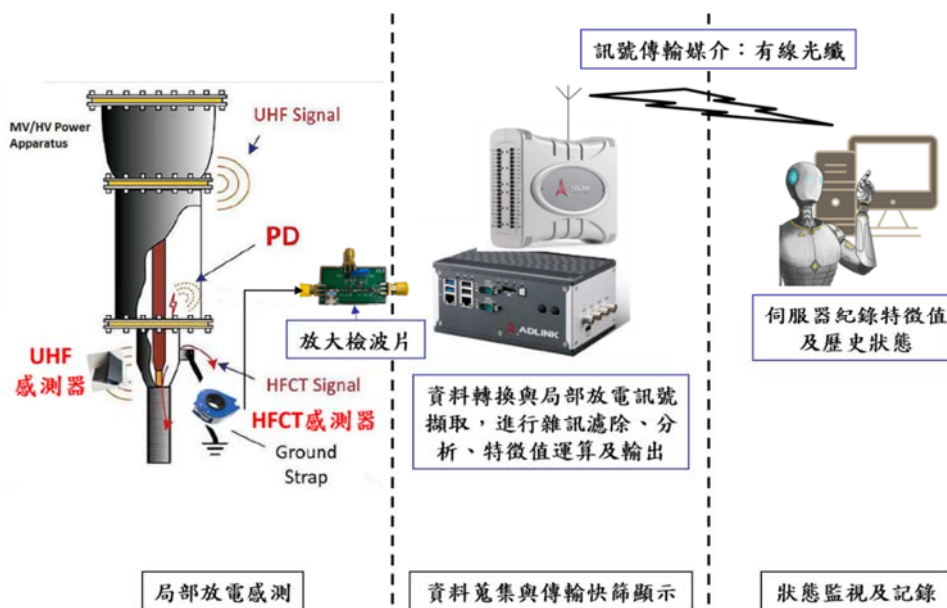


圖二、設備狀態與時間關係示意圖

如圖三系統架構圖，本系統的架構可以分為三個部分：局部放電感測、資料與傳輸快篩顯示、狀態監視及紀錄。

第一部分利用高壓設備局部放電時流經接地線所產生的脈衝電流，透過耦合裝置(HFCT、UHF)轉化成脈衝電壓信號，再經由放大器將訊號放大；檢波器篩檢波形傳入 Adlink 擷取卡中。

第二部分利用 Adlink 撰寫 C#程式達到訊號快篩處理，並圖像化讓觀測者可以直觀的觀察是否有局部放電信號，透過簡單的操作可以知道目前一週波內的放電次數、最大值及平均值，也可以配合現場狀況做參數的調整，以達到最符合案場需觀測目標的需求。



圖三、系統架構圖

第三部分是將 Adlink 處理好的訊號透過光纖網路線傳入伺服器，即可透過網頁的方式輕易的操作想要了解的內容，資訊透過計算可以得出方便判讀的 PRPD 圖，此圖可以更清晰的判定所發生的放電現象是何種原因所造成的，伺服器同時也會保存過去的歷史資訊，隨時可以調閱過去高壓設備所產生的局部放電情形，並設置警報系統，若是放電電壓超過所設置的警報參數，會立即發出通知讓使用者掌握設備情況。

二、 預計可能遭遇之困難及解決途徑

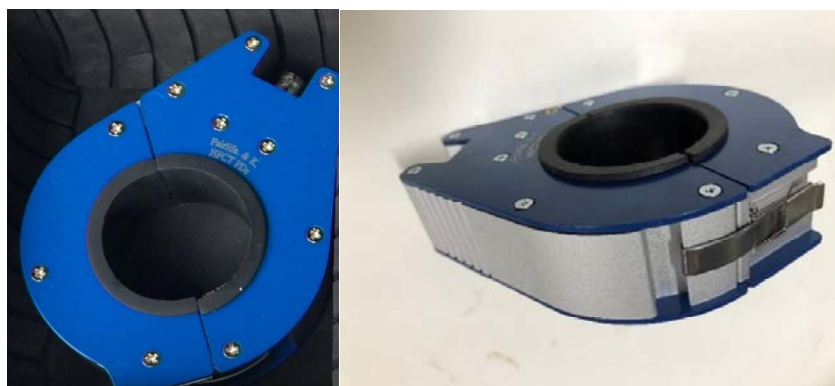
資料擷取、數值計算、PRPD 圖繪製這些方面的計數已經相當成熟，但使用介面與警報也需要經過時間監測不停的修正與改善

才能使系統更符合案場需求，故前期可能會出現參數設定數值不當或是誤判局部放電的情形出現。

預計會遭遇的困難為每一案場各有不同的雜訊干擾，故解決方法可能為利用時頻分析法來區分雜訊與真正的放電訊號。另一方面需要解決的困難為人工智能的訓練，因目前所能作為訓練判斷的 PRPD 圖數量不夠，可能會導致訓練效果不好而判斷錯誤，須利用長時間的監測及模擬局部放電情形來改善此狀況。

三、 重要儀器之配合使用情形

(一) HFCT（高頻 CT）



圖四、HFCT 俯視圖(左) HFCT 側面圖(右)

頻寬	1M~50MHz
廠牌	Fairlife & k.
耐候等級	-10~65 華氏度，室內型
介面	輸出為 BNC 接頭
電源	被動式元件不需電源

以 IEC62478 部份放電線上量測建議方法 HF/VHF 量測法(感

測器)為 3MHz 至 300MHz，此 UHF 使用的 HFCT 頻寬為 1M~50MHz，採用鎳鋅高頻磁粉鐵心繞置之開合電感式比流器，可監測接地線之部份放電訊號。

(二) UHF（超高頻可繞式天線）



圖五、UHF 俯視圖(左) UHF 側面圖(右)

頻寬	300M~1.2GHz
廠牌	Fairlife & k.
耐候等級	-40~90 華氏度，室外型
介面	輸出為 N-Type 高頻接頭
電源	被動式元件不需電源

以 IEC62478 部份放電線上量測建議方法 UHF 量測法(感測器)為 300MHz 至 3GHz，此 UHF 頻寬範圍為 300MHz~1.2GHz，工作環境的干擾頻率通常在 300MHz 以下，雜訊相對很少，不需太複雜的雜訊消除技術。

可量測距離小，適合於變壓器之高壓電纜端或套管端，電力電纜中間與終端接頭，高壓開關盤內。

(三) 放大檢波片



圖六、自製的放大檢波片

放大倍率	30dB
廠牌	自製
耐候等級	-50~150 攝氏度
介面	皆為 SMA 接頭
電源	12V 直流電源，靜態電流約 40mA

訊號輸入後先經過放大，再透過檢波電路使訊號變為包絡訊號，包絡訊號較能輕易地觀察出一次放電訊號的起始點與結束點，不需要再透過計算去判斷。

電路晶片損壞可在遠端由訊號輸出得知，預設為晶片損壞時有 5V 直流輸出，可依據數位系統准位調整。

(四) 資料擷取器規格

資料處理的部分主要是交由 Adlink 的 MCM-100 處理器去做運算，並透過 USB 接孔連接 Adlink 的 USB-1210 最多可擴充成 16 個通道。

透過上一小節的流程圖判斷分析，從 HFCT、UHF 擷取到的局部放訊號，再將經過處理的信號透過光纖網路線傳輸至伺服器，即使不在案場也可以透過網路監測高壓設備的狀態。



圖七、Adlink MCM-100



圖八、Adlink USB-1210

中央處理器	Intel® Atom x7-E3950
記憶體	4 GB DDR3L 1600 MHz SODIMM module (Up to 8 GB support)
儲存裝置	128 GB mSATA SSD
有線網路介面	2 個 GbE ports (2 個 Intel I210IT)
通道數	4 個同步通道(可擴充成 16 通道)
解析度	16 it

參、 主要發現與結論：

一、 計畫目標

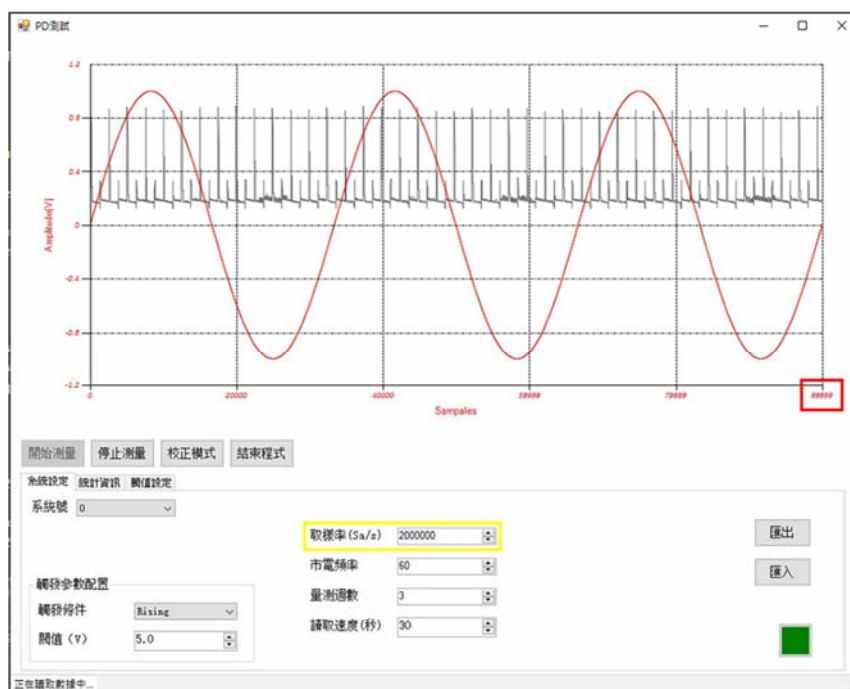
為執行「大數據監測與智慧診斷技術」計畫，擬進行「變壓器大數據監測與智慧診斷技術研究」，包含建置油浸式變壓器之線上局部放電檢測系統、軟體功能規劃、人機介面設計以及整合預警系統與後端大數據分析資料庫，以掌握變壓器運轉狀態，進而可針對變壓器之健康狀態進行智慧診斷技術之開發研究。

二、 工作項目/內容

本研究計畫預計完成電力變壓器之局部放電監測預警系統建置，工作項目如下：

(一) 蒐集數據：線上監測油浸式變壓器局部放電情形

1. 於核研所指定之場域進行電力變壓器之局部放電預警監測。
2. 資料擷取即轉換速率可達到 1MHz 以上的取樣頻率，如圖九所示。



圖九、市電 60Hz 三週期測得的波形

3. 局部放電檢測可達到每分鐘回傳局部放電檢測數據至少一筆，如圖十所示。

頻道	訊息
28ad06	["L_DischargeData", {"DataTime": "2021-05-19 11:51:08", "SerialNo": "cdaq16816880", "Channel": "ad06"}]
28ad05	["L_DischargeData", {"DataTime": "2021-05-19 11:51:08", "SerialNo": "cdaq16816880", "Channel": "ad05"}]
28ad04	["L_DischargeData", [{"angle": 11, "disrun": 1, "dismax": 0.845947265625, "disavg": 0.845947265625}, {"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.852966...}], [{"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.852966...}]]
28ad03	["L_DischargeData", [{"angle": 11, "disrun": 1, "dismax": 0.81207275390625, "disavg": 0.81207275390625}, {"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.78...}], [{"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.78...}]]
28ad02	["L_DischargeData", [{"angle": 25, "disrun": 1, "dismax": 0.82427978515625, "disavg": 0.82427978515625}, {"angle": 52, "disrun": 1, "dismax": 0.81...}], [{"angle": 52, "disrun": 1, "dismax": 0.81...}]]
28ad01	["L_DischargeData", [{"angle": 11, "disrun": 1, "dismax": 0.83221435546875, "disavg": 0.83221435546875}, {"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.82...}], [{"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.82...}]]
28ad00	["L_DischargeData", [{"angle": 11, "disrun": 1, "dismax": 0.87677001953125, "disavg": 0.87677001953125}, {"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.86...}], [{"angle": 38, "disrun": 1, "dismax": 0.86...}]]
28ad07	["L_DischargeData", {"DataTime": "2021-05-19 11:50:38", "SerialNo": "cdaq16816880", "Channel": "ad07"}]
28ad06	["L_DischargeData", {"DataTime": "2021-05-19 11:50:38", "SerialNo": "cdaq16816880", "Channel": "ad06"}]

圖十、資料傳輸的截圖

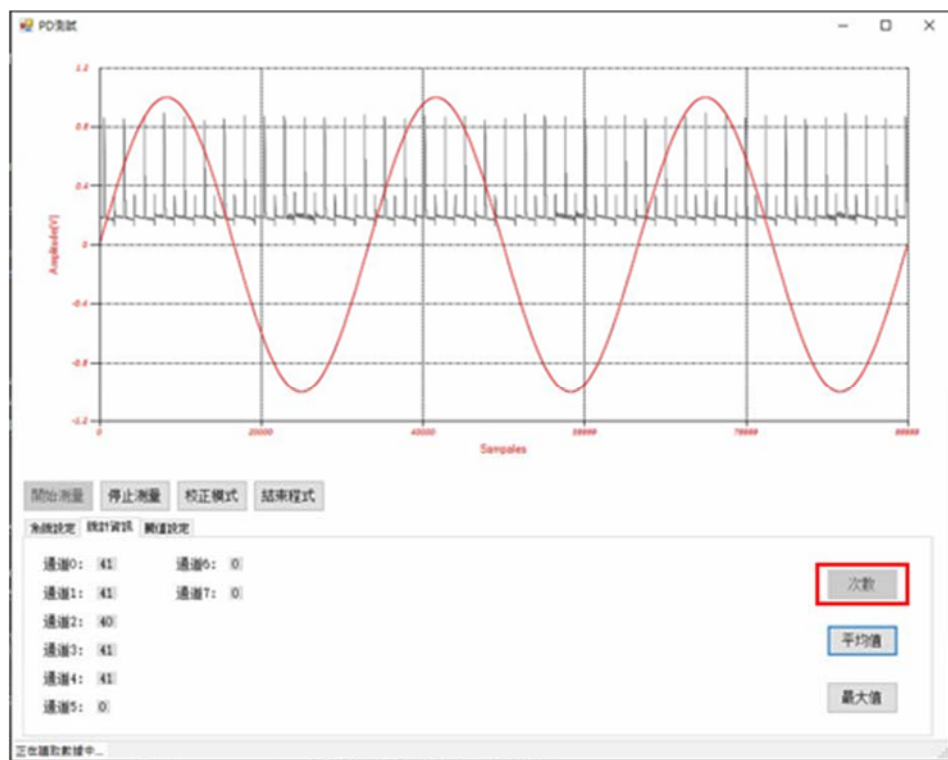
4. 放電檢測數據至少包含：

即時局部放電次數、放電最大值以及放電平均值等，如圖十一 三週期所測得的放電次數、圖十二 三週期所測得的放電平均值和圖十三 三週期所測得的放電最大值，視窗中會顯示出各通道的放電次數、放電平均值和放電最大值。

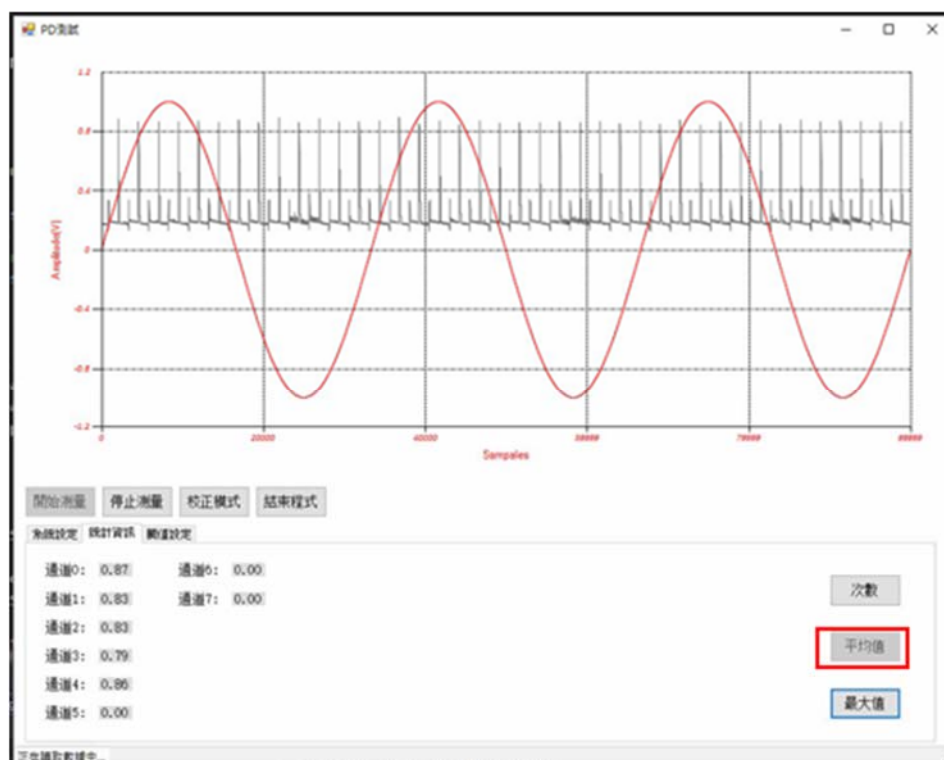
以下文字為實際傳輸給資料庫的資訊作範例參考，其中“angle”為放電角度、“disum”為放電次數、“dismax”為放電最大值、“disavg”為放電平均值：

```
{ "L_DischargeDatas": [{"angle":6,"disum":"1","dismax":"0.86090087890625","disavg":"0.86090087890625"}, {"angle":33,"disum":"1","dismax":"0.87921142578125","disavg":"0.87921142578125"}, {"angle":59,"disum":"1","dismax":"0.8502197265625","disavg":"0.8502197265625"}, {"angle":86,"disum":"1","dismax":"0.8203125","disavg":"0.8203125"}, {"angle":113,"disum":"1","dismax":"0.8660888671875","disavg":"0.8660888671875"}, {"angle":140,"disum":"1","dismax":"0.90667724609375","disavg":"0.90667724609375"}, {"angle":193,"disum":"1","dismax":"0.826416015625","disavg":"0.826416015625"}, {"angle":220,"disum":"1","dismax":"0.83923
```

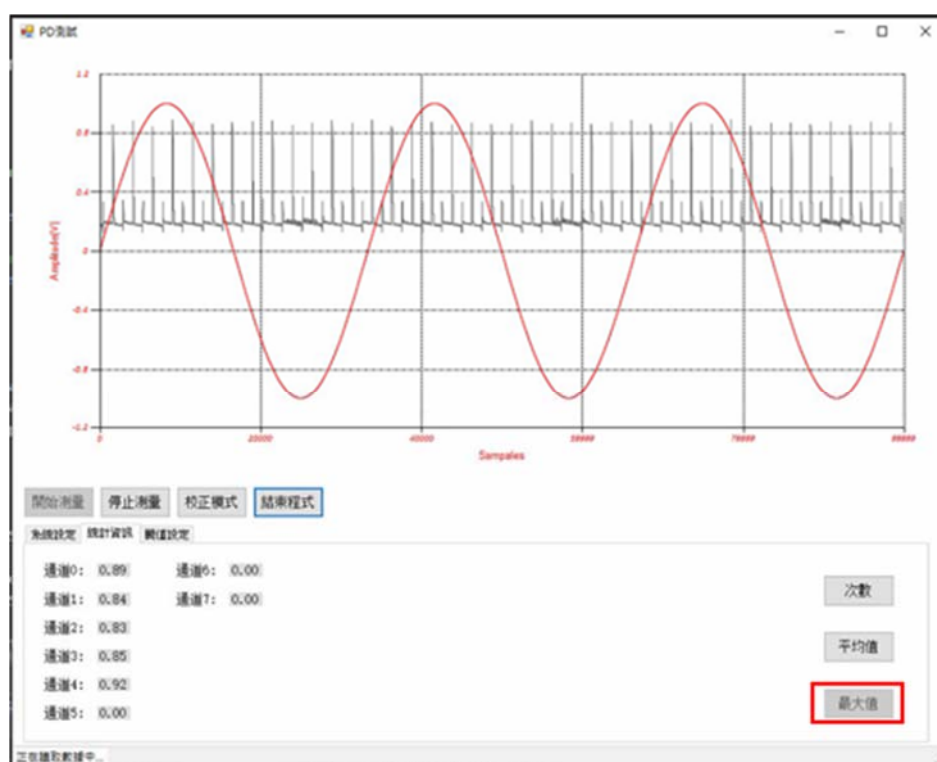
33984375","disavg":"0.8392333984375"},{"angle":247,"dissum":"1","dismax":"0.84930419921875","disavg":"0.84930419921875"},{"angle":327,"dissum":"1","dismax":"0.86334228515625","disavg":"0.86334228515625"}],"DataTime":"2021-05-19 11:52:38","SerialNo":"cdaq16816880","Channel":"ai04"}"



圖十一、三週期所測得的放電次數

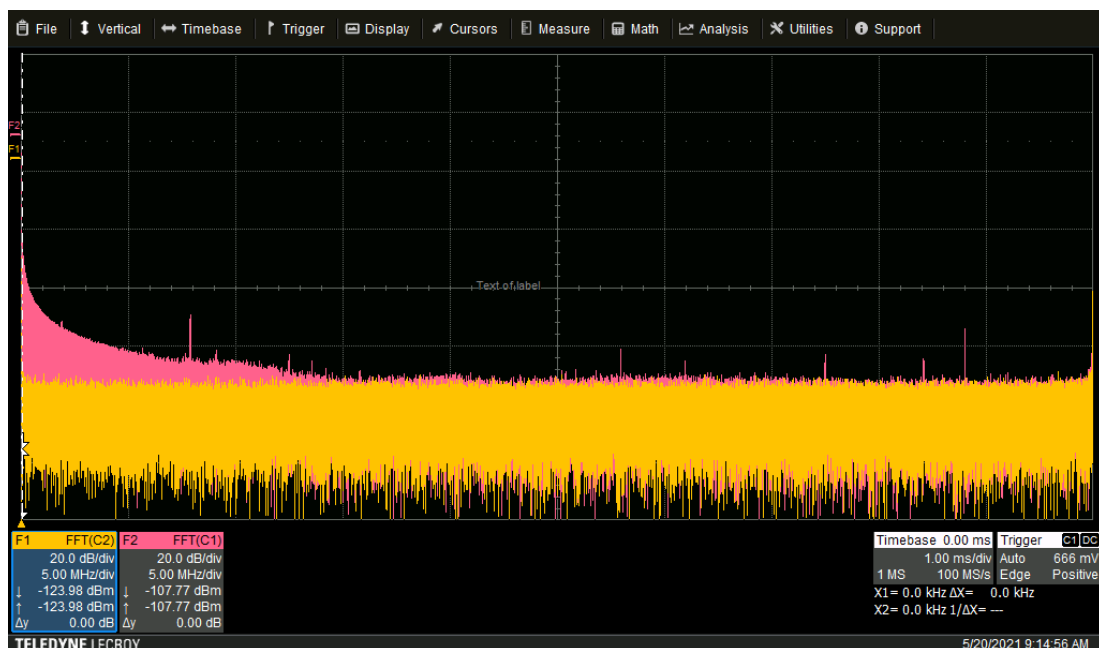


圖十二、三週期所測得的放電平均值



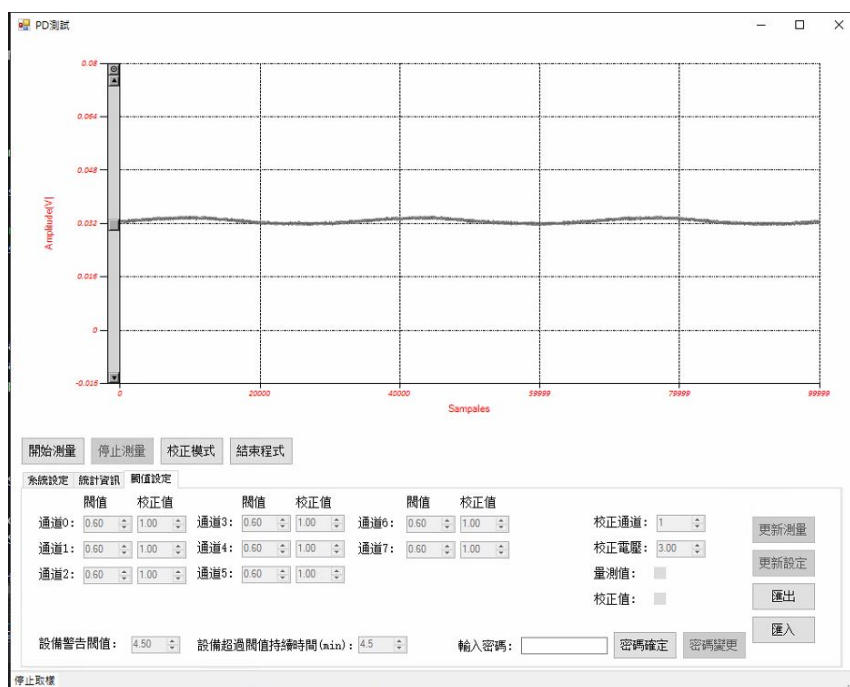
圖十三、三週期所測得的放電最大值

5. 提供局部放電訊號之頻譜分析、雜訊分離、以及特徵擷取之訊號處理結果，如圖十四局部放電的頻譜中黃色為背景雜訊的頻譜、粉紅色為局部放電的頻譜，這樣可以知道頻率高起的訊號是雜訊還是局部放電的訊號，可以做一個區別判斷。



圖十四、局部放電的頻譜

在檢測設備之前會先測量背景雜訊的值為何，如圖十五背景雜訊可知背景雜訊的值約為 0.033 左右，可設定閾值避開雜訊的干擾波動，準確地利用閾值將雜訊分離，而我們也知道雜訊的頻段通常都在 300MHz 以下，而 UHF 的頻寬在 300MHz~1.2GHz 所以基本上是測不到雜訊。



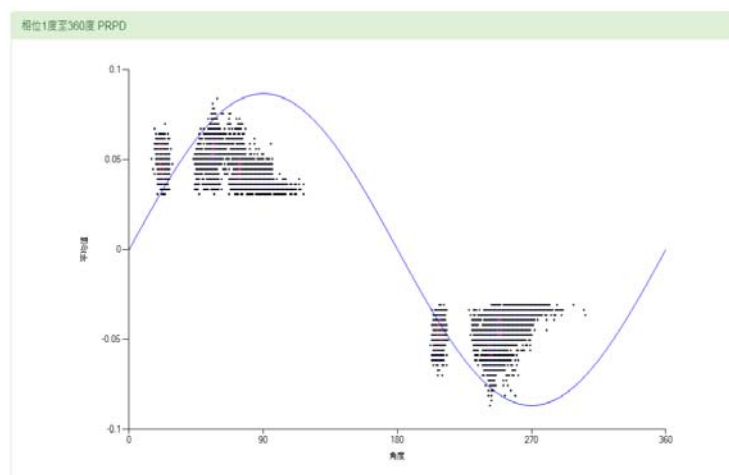
圖十五、背景雜訊

關於局部放電的特徵通常需先畫出局部放電相位分布圖 (PRPD 圖)較利於做出特徵判斷，利用所測得到的放電角度、放電次數、放電最大值及放電平均值畫出 PRPD 圖。

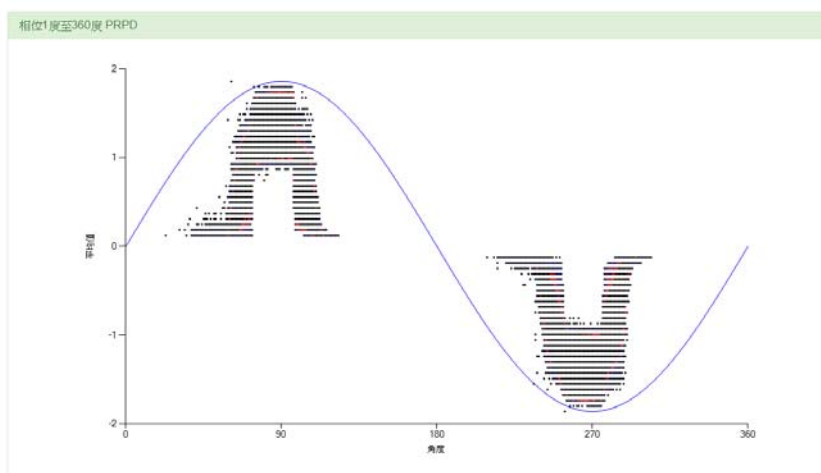
(1) 雜訊的特徵：

從以下這些圖中如圖十六 PRPD 圖雜訊範例 1、圖十七 PRPD 圖雜訊範例 2 和圖十八 PRPD 圖雜訊範例 3，可發現雜訊的特徵為：

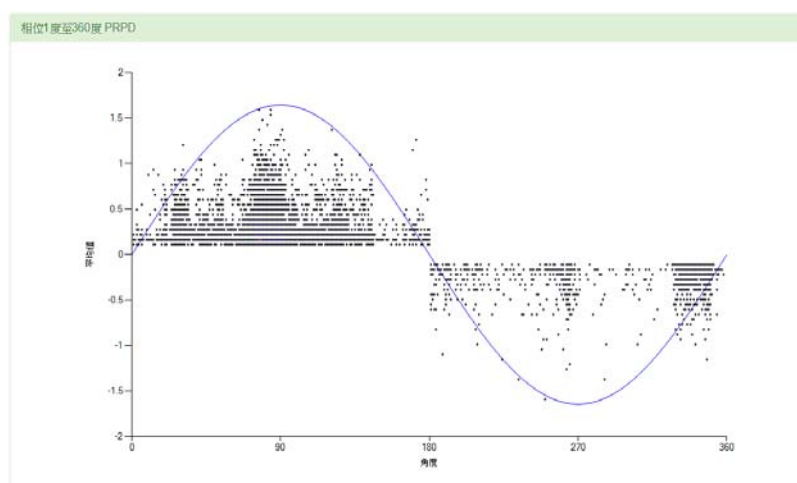
- A. 全象限都有訊號
- B. 有規律性
- C. 上下半波波形相似



圖十六、PRPD 圖雜訊範例 1



圖十七、PRPD 圖雜訊範例 2



圖十八、PRPD 圖雜訊範例 3

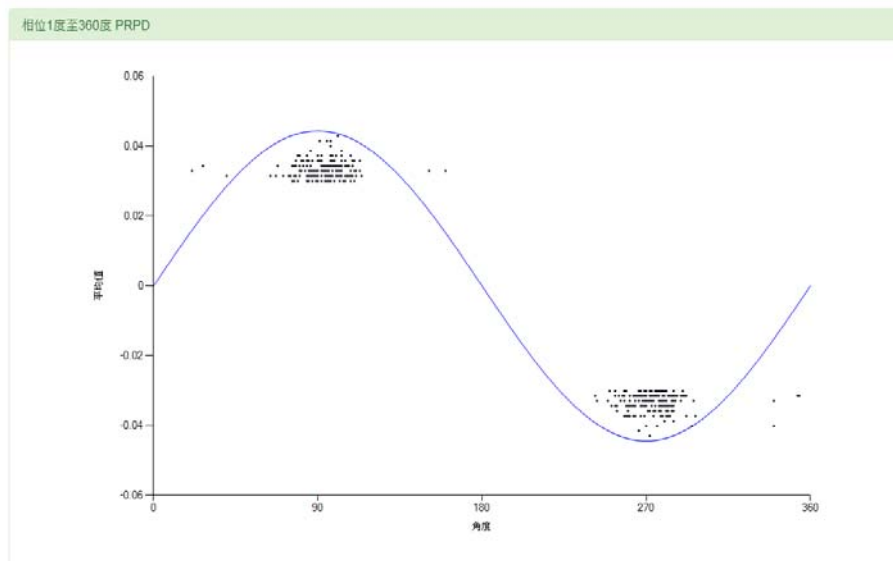
(2) 電暈的特徵：

如圖十九 PRPD 圖電暈範例 1 和圖二十 PRPD 圖電暈

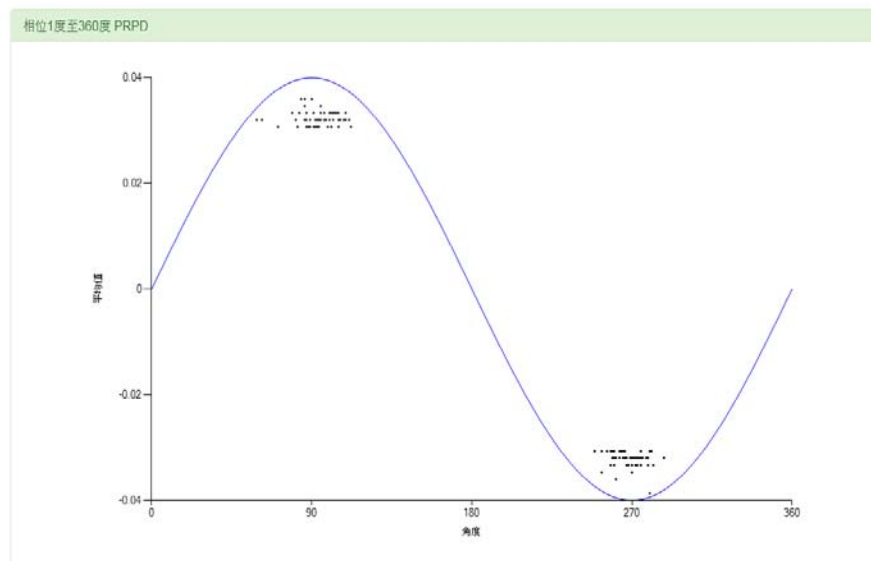
範例 2，從這些圖中可發現電暈的特徵為：

A. 通常會從 270°和 90°開始放電

B. 放電電壓越高放電角度越廣



圖十九、PRPD 圖電暈範例 1



圖二十、PRPD 圖電暈範例 2

(3) 內部放電的特徵：如圖二十一 PRPD 圖內部放電範例 1

和圖二十二 PRPD 圖內部放電範例 2，從這些圖中可發

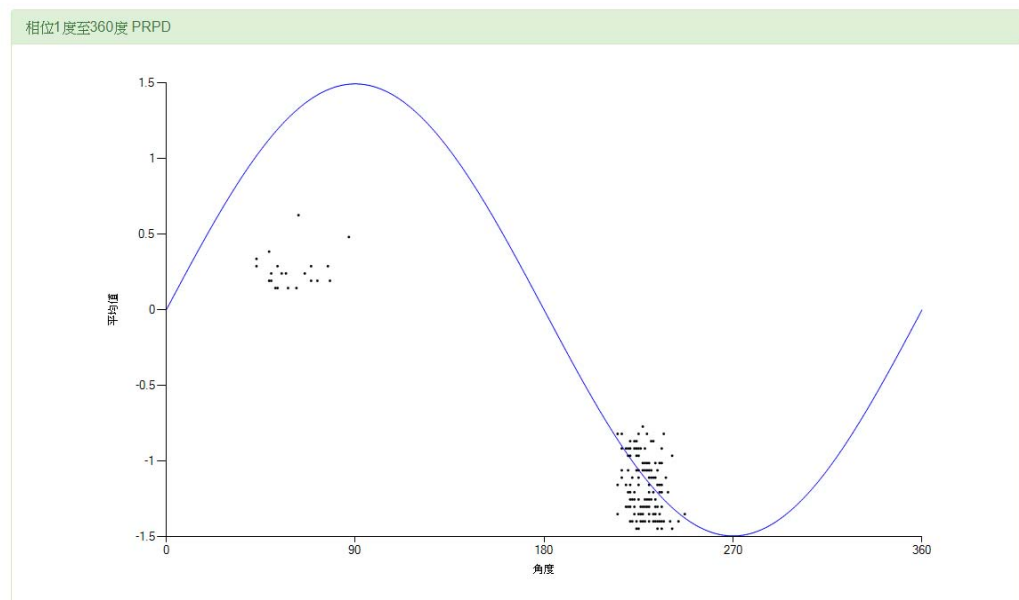
現內部的特徵為：

A. 大致發生於間隔 180 度的象限，上下半波放電大小不

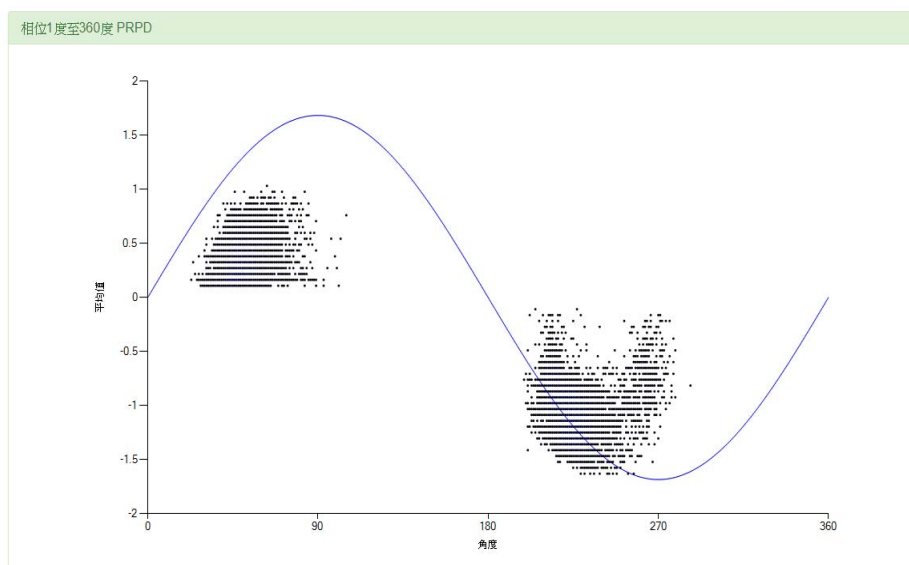
會一致

B. 當電壓持續上升時，放電次數變多，放電有越嚴重的

趨勢



圖二十一、PRPD 圖內部放電範例 1

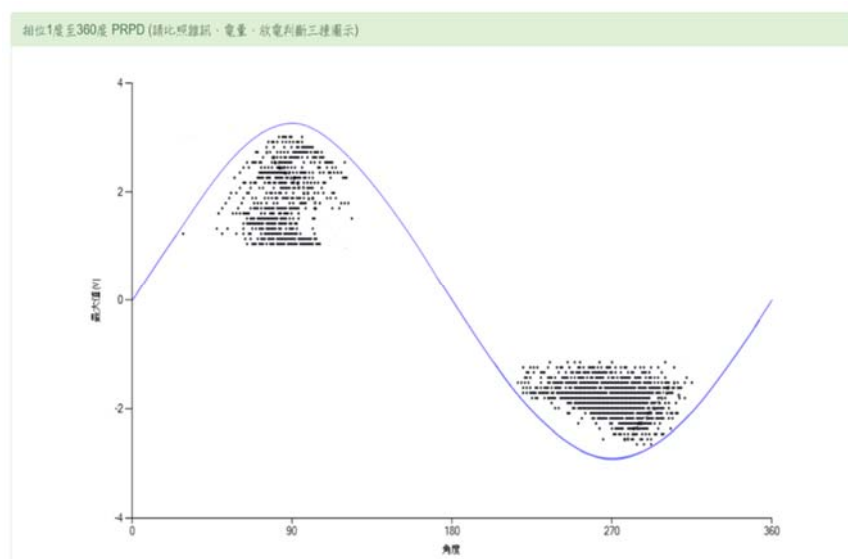


圖二十二、PRPD 圖內部放電範例 2

(4) 外部放電的特徵如圖二十三 PRPD 圖外部放電範例 1，

從這些圖中可發現外部的特徵為：

- A. 放電訊號同時在正負半週出現
- B. 電壓持續上升，放電量變大



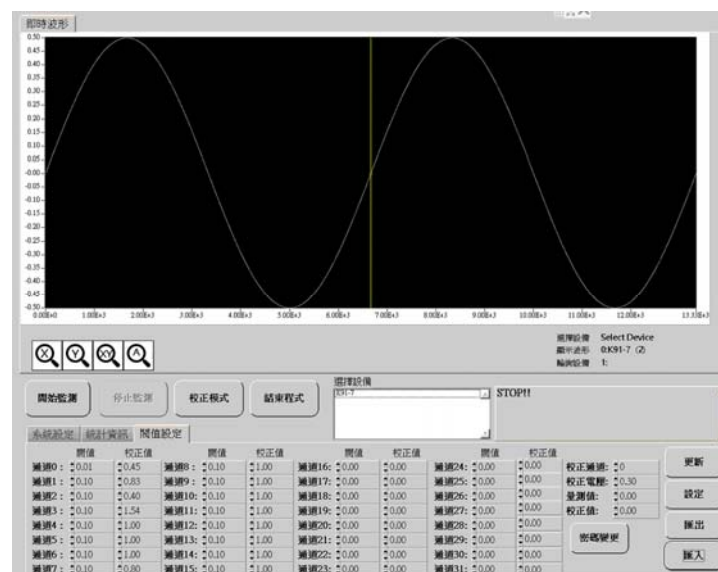
圖二十三、PRPD 圖外部放電範例 1

6. 提供以相位解析為基礎之局部放電圖譜，即 PRPD 圖。

本案利用蒐集來的資料做進一步的運算來判斷事是否為放電訊號，此運算為看訊號有無超過罰值，若連續三點皆超過就判定為一個放電訊號，再看訊號下降時也是否連續三點小於閾值，則代表放電訊號結束。

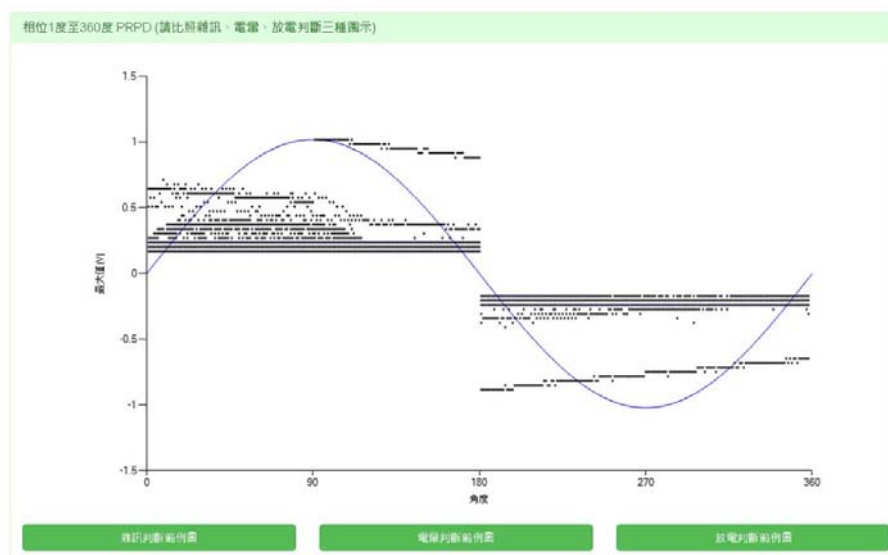
由上述判斷放電訊號並記錄一次放電訊號的最大值或平均值，並計算出他的相位，以此相位作為局部放電圖譜的 X 軸，所記錄的最大值或平均值為 Y 軸，並記錄一段時間後就可以畫出 PRPD 圖，提供一種判斷放電種類的依據。

故若雜訊以全象限出現時有可能需要調整閾值大小以利分析出是否為有效的放電訊號，因為雜訊可能因外在環境變化而增強。



圖二十四、更改閾值介面

以下提供實際所測到的局部放電圖譜，因環境變化改變故所測得的數據分析出的圖譜為全象限雜訊。



圖二十五、實際局部放電圖譜

在圖二十五的紀錄中發現有全象限的雜訊故調大了閾值以避免雜訊影響判斷，在調大後至今都沒有在有局部放電的現象發生，因為沒有數據故 PRPD 圖為空白。

7. 提供第三方串皆知資料庫介面，資料庫內容至少包含上述第 4 項檢測數據。

此案選用的資料庫為 SQL 資料庫，圖二十六中的紅框處可以看到他所存取的資料包含系統接收到資料的時間 (sysDataTime)、放電資料擷取時間(divDataTime)、放電角度 (angle)、放電次數(dissum)、放電最大值(dismax)及放電平均值(disavg)，即達到包含上述第 4 項檢測數據。

```

/***** SSMS 中 SelectTopNRows 命令的指令碼 *****/
SELECT * from [Discharge_DB].[dbo].[DC_tb_01BDE9B0_ai05]
WHERE divDateTime>='2021-09-08 02:03:24.000' AND divDateTime<'2021-09-08 02:03:35.000';

```

100 % <

結果 欄目

	P_key	sysDateTime	divDateTime	mode	angle	dissum	dismax	disavg
1	55169586	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	1	4	0.181999996304512	0.180999994277954
2	55169587	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	2	4	0.187999993562698	0.18299999833107
3	55169588	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	3	5	0.188999995589256	0.180999994277954
4	55169589	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	4	4	0.19099999642372	0.180000007152557
5	55169590	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	5	5	0.184000000357628	0.179000005125999
6	55169591	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	6	5	0.179000005125999	0.174999997019768
7	55169592	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	7	5	0.178000003099442	0.175999999046326
8	55169593	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	8	4	0.187999993562698	0.180000007152557
9	55169594	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	9	5	0.180999994277954	0.175999999046326
10	55169595	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	10	4	0.18299999833107	0.177000001072884
11	55169596	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	11	5	0.180999994277954	0.179000005125999
12	55169597	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	12	4	0.18299999833107	0.179000005125999
13	55169598	2021-09-08 02:03:24.000	2021-09-08 02:03:24.000	Auto	13	5	0.185000002384186	0.178000003099442

圖二十六、實際資料庫存放的數據

```

SELECT * from [Discharge_DB].[dbo].[DC_tb_01BDE9B0_ai05]
WHERE divDateTime>='2021-09-08 02:03:24.000' AND
divDateTime<'2021-09-18 02:03:35.000';

```

若要在 SQL 直接用時間查詢歷史資料可以引用上兩行的文字，更改時間為想選擇的區間段即可。

另外也可以將資料匯出資料到 excel 做更多元的計算紀錄。

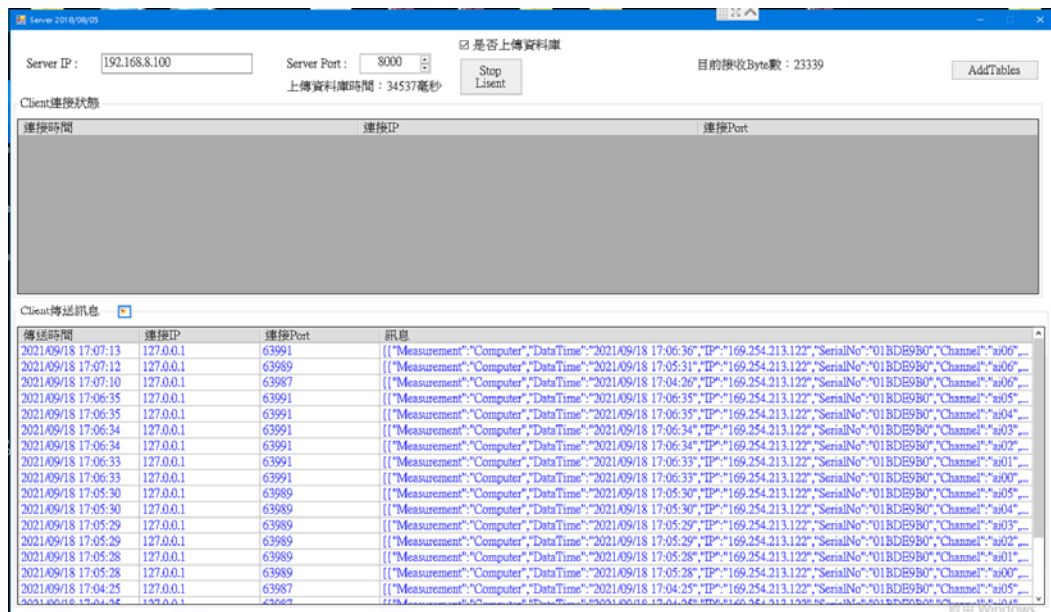
	A	B	C	D	E	F
1	divDateTime	angle	dissum	dismax	disavg	
2	2021/8/31 0:00	101	5	0.191	0.188	
3	2021/8/31 0:00	102	5	0.19	0.188	
4	2021/8/31 0:01	103	4	0.201	0.192	
5	2021/8/31 0:01	104	4	0.19	0.187	
6	2021/8/31 0:02	105	5	0.206	0.192	
7	2021/8/31 0:02	106	5	0.188	0.185	
8	2021/8/31 0:03	107	4	0.193	0.191	
9	2021/8/31 0:03	108	6	0.193	0.189	
10	2021/8/31 0:04	109	5	0.199	0.194	
11	2021/8/31 0:04	110	4	0.207	0.194	
12	2021/8/31 0:05	111	6	0.196	0.188	
13	2021/8/31 0:05	112	4	0.209	0.195	
14	2021/8/31 0:06	113	4	0.191	0.187	
15	2021/8/31 0:06	114	5	0.19	0.188	
16	2021/8/31 0:07	115	4	0.191	0.188	
17	2021/8/31 0:07	116	4	0.195	0.19	
18	2021/8/31 0:08	117	5	0.2	0.193	
19	2021/8/31 0:08	118	5	0.202	0.192	
20	2021/8/31 0:09	119	4	0.197	0.192	
21	2021/8/31 0:09	120	5	0.196	0.189	
22	2021/8/31 0:10	121	5	0.204	0.193	
23	2021/8/31 0:10	122	4	0.189	0.187	
24	2021/8/31 0:11	123	6	0.197	0.192	
25	2021/8/31 0:11	124	4	0.2	0.19	
26	2021/8/31 0:12	125	4	0.198	0.195	
27	2021/8/31 0:12	126	5	0.202	0.193	
28	2021/8/31 0:13	127	4	0.197	0.19	
29	2021/8/31 0:13	128	5	0.195	0.191	

圖二十七、匯出 excel

8. 提供外部程式呼叫串接功能，可直接取得上述第 5 項工作之訊號處理前後數據。

看訊號有無超過罰值，若連續三點皆超過就判定為一個放電訊號，再看訊號下降時也是否連續三點小於閾值，則代表放電訊號結束，由上述判斷放電訊號並記錄一次放電訊號的最大值或平均值，並計算出他的相位，再利用此串接程式，將計算好的局部放電資料傳至 SQL 資料庫中存放。

但若都無局部放電訊號就會沒有資料傳輸為正常狀況。



圖二十八、傳輸資料程式介面

9. 提供局部放電預警功能開發

主頁面有簡易單線圖可以一目了然個設備所對應的裝設位置與監測目標，若有警報單一顆旁邊的綠燈就會變紅燈，而總警報狀態也會變紅燈警示監控人員。



圖二十九、警報單線圖

另外我們也提供警報設定頁面，警報可以有次數、最大值、平均值判斷設定，本系統感測器在建置完成時都進行過校正程序，將局部放電所產生之電磁波，校正為 1V 的顯示值。設備在發生真正內部放電且達到需要警戒的程度時，一般放電次數依週期內可達上千甚至是上萬次，並且會不停歇地出現。

因此使用初期建議以較嚴格的警戒狀態設定為佳，而危險狀態則以明確要特別注意之設定為宜，基於上述的建議，警報值設定應為以下建議值：

警戒：放電次數超過 500，放電平均值超過 1V(尚屬微弱)，放電最大值超過 1.3(有隨機性，符合局部放電特性)，連續 30 分鐘，超過 80%的發生機率。

危險：放電次數超過 1000，放電平均值超過 1.5V，放電最大值超過 2.0，連續 60 分鐘，超過 90%的發生機率。

☑ 告警設定-Danger									
單位	判別條件	數值	邏輯	刪除條件		持續時間(分)	☑ 是否傳送簡訊		
次數	>	1	AND	Delete	新增條件	30	1. 0912571920 2. 0900163856 3. 4. 5. 		
平均值	>	1000	AND	Delete					
次數	>	4	AND	Delete					
☐ 告警設定-Warning									
單位	判別條件	數值	邏輯	刪除條件		持續時間(分)	☐ 是否傳送簡訊		
次數	>	5	AND	Delete	新增條件	1440	1. 0988601689 2. 3. 4. 5. 		
最大值	>	4	AND	Delete					
次數	>	3	AND	Delete					

圖三十、警報設定畫面

使用者可依據對案場設備的了解在圖三十警報設定畫面中智慧性的設定警報參數，並隨著長時間的觀察，逐步調整改變設定條件，以更符合使用者需求，若有需要也可由本公司提供設定參數的協助。

此部分之警報設定並不侷限於單一條件設定，使用者若有足夠的經驗，可以新增多項條件，以利用更多的智慧性邏輯條件，使警報的條件更具實用性，避免錯誤警報及危險時不警報之情況。

右方也可勾選是否在出現警告異常時傳送簡訊至指定手機中，此畫面調整參數也有密碼做保護，在按下儲存後需要輸入密碼才能變更其中的參數設定。

即時告警-Danger (條件 : 次數 > 1 AND 平均值 > 1000 AND 次數 > 4 持續時間 : 30分)

Reset

☐全選

編號	IP	裝置名稱	發生時間	放電次數	放電最大值	放電平均值
☐ 16	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:00:00	85	349	172
☐ 17	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:18:00	103	367	190
☐ 18	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:38:00	123	387	210
☐ 19	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:00:00	145	409	232
☐ 20	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:24:00	169	433	256
☐ 11	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:00:00	25	289	112
☐ 12	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:08:00	33	297	120
☐ 13	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:18:00	43	307	130
☐ 14	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:30:00	55	319	142
☐ 15	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:44:00	69	333	156

即時告警-Warning (條件 : 次數 > 5 AND 最大值 > 4 AND 次數 > 3 持續時間 : 1440分)

Reset

☐全選

編號	IP	裝置名稱	發生時間	放電次數	放電最大值	放電平均值
☐ 6	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:00:00	85	349	172
☐ 7	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:18:00	103	367	190
☐ 8	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:38:00	123	387	210
☐ 9	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:00:00	145	409	232
☐ 10	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:24:00	169	433	256
☐ 1	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:00:00	25	289	112
☐ 2	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:08:00	33	297	120
☐ 3	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:18:00	43	307	130
☐ 4	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:30:00	55	319	142
☐ 5	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:44:00	69	333	156

圖三十一、即時警報畫面

即時警報訊息可依據警報設定使用者告警訊息，如圖三十一即時警報畫面分為兩階，一階為“Warning”提醒使用者需加以注意，另一階為“Danger”提醒使用放電狀態較為嚴重，需立即處理。

選擇條件

2016-03-14

00

時

00

分

2016-03-14

23

時

00

分

查詢

即時告警-Danger

編號	IP	裝置名稱	發生時間	放電次數	放電最大值	放電平均值
15	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:44:00	69	333	156
14	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:30:00	55	319	142
13	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:18:00	43	307	130
12	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:08:00	33	297	120
11	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:00:00	25	289	112
20	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:24:00	169	433	256
19	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:00:00	145	409	232
18	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:38:00	123	387	210
17	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:18:00	103	367	190
16	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:00:00	85	349	172

即時告警-Warning

編號	IP	裝置名稱	發生時間	放電次數	放電最大值	放電平均值
5	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:44:00	69	333	156
4	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:30:00	55	319	142
3	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:18:00	43	307	130
2	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:08:00	33	297	120
1	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 12:00:00	25	289	112
10	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:24:00	169	433	256
9	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 02:00:00	145	409	232
8	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:38:00	123	387	210
7	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:18:00	103	367	190
6	192.168.1.102	EE305-1	2016-03-14 01:00:00	85	349	172

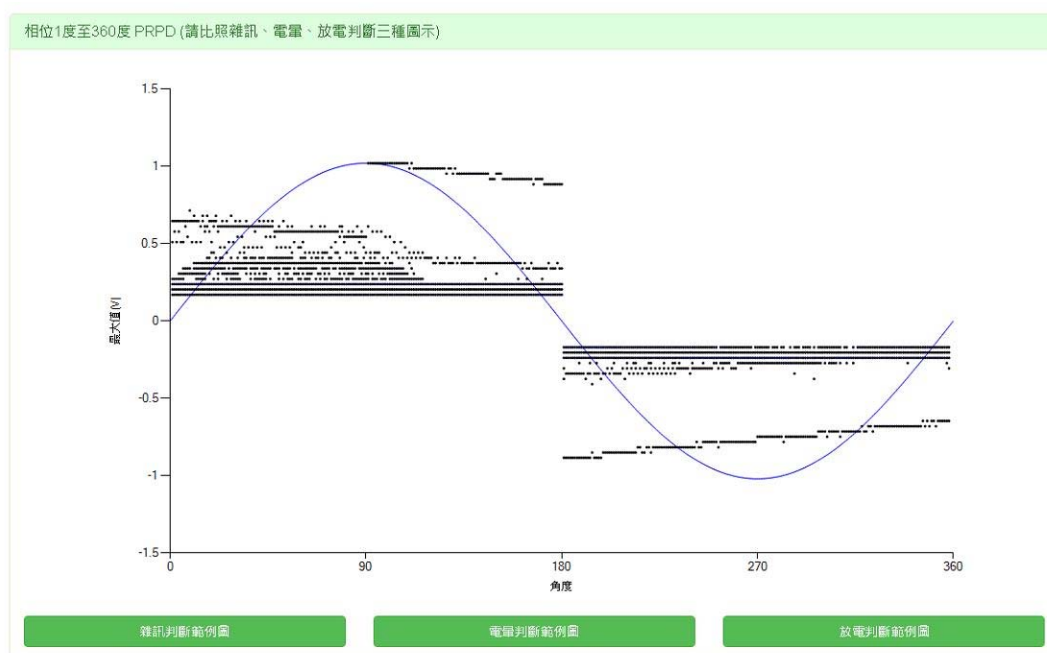
圖三十二、歷史警報畫面

如圖三十二歷史警報畫面可選擇查詢並比對過去一段時間內的警報訊息。

(二) 整合：整合局部放電監測預警系統與後端大數據分析資料庫

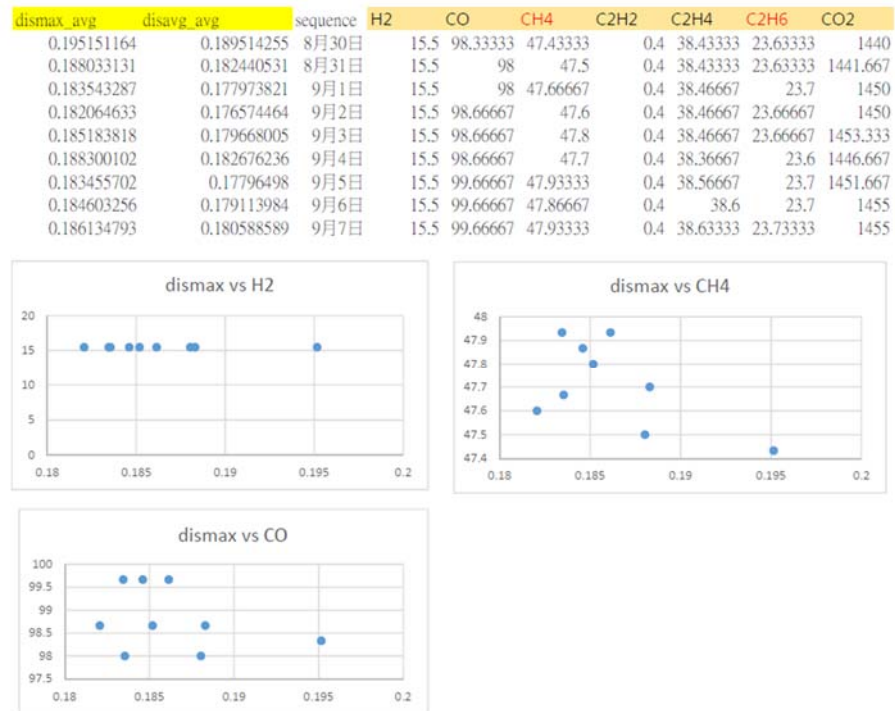
1. 彙整核研所提供之電力變壓器運轉參數，以局部放電為主對其他運轉參數進行關聯性分析與評估

以東林系統為例，因 9/18 時發現所測得的數據皆為雜訊，如圖三十三，故在合理的範圍內調大閾值避免雜訊干擾影響判斷，以至之後至今沒有再測得局部放電資訊，有檢查過軟體傳輸皆沒有問題，所以判斷此案場這 3 個月皆無局部放電的現象發生。



圖三十三、9/18 前的雜訊圖譜

2. 以局部放電為主對其他運轉參數進行關聯性分析與評估，以東林系統為例，比對 8/30 到 9/7 間場域內油中氣體分析儀與局部放電數據間比較其關聯性，如圖三十四，分別比對局部放電值與 H₂、CH₄、CO 之，隨放電值之變化，並未與各種氣體的濃度變化有正相關。



圖三十四、關聯性分析與評估

(三) 論文期刊

1. 投稿國際研討會論文一篇
2. 投稿國際 SCI(E)期刊論文一篇

肆、 參考文獻

- [1] 邱敏彥、李長興、黃智賢、吳明學、曾威能，「應用 UHF 技術檢測高壓設備局部放電」，中華民國第二十七屆電力工程研討會，台灣新竹，2006 年 12 月
- [2] A. Cavallini, G.C. Montanari, and G.C. Montanari “Partial Discharge Analysis and Asset Management: Experiences on Monitoring of Power Apparatus” 2006 IEEE PES Transmission and Distribution Conference and Exposition Latin America, Venezuela
- [3] Sonia Barrios, David Buldain, María Paz Comech, Ian Gilbert and Iñaki Orue “Partial Discharge Classification Using Deep Learning Methods—Survey of Recent Progress”