

# Descarga Glow, cuaderno de laboratorio

## Grupo 2 - 2do cuatri 2021

### Objetivos de la práctica:

- Observar el fenómeno en aire, identificar voltaje de ruptura (donde empieza el brillo)
- Variar los parámetros *distancia* y *presión* y ver la modificación en el voltaje de ruptura
- Obtener gráficos de voltaje en función de corriente para cada configuración de *presión* y *distancia*, y recolectar esta info para ver voltaje de ruptura en función de *presión\*distancia* (curva de Paschen)
- Estudiar el fenómeno de histéresis

informe de un alumno 2011: [http://users.df.uba.ar/bragas/Labo5\\_1er2011/G1glow.pdf](http://users.df.uba.ar/bragas/Labo5_1er2011/G1glow.pdf)

cuadernos de otras cursadas: <https://nube.df.uba.ar/index.php/s/Etj3PqPqmyKGQzD#pdfviewer>

guía: <http://materias.df.uba.ar/15b2019c2/files/2012/07/guia-descarga-glow.pdf>

Manual del barometro:

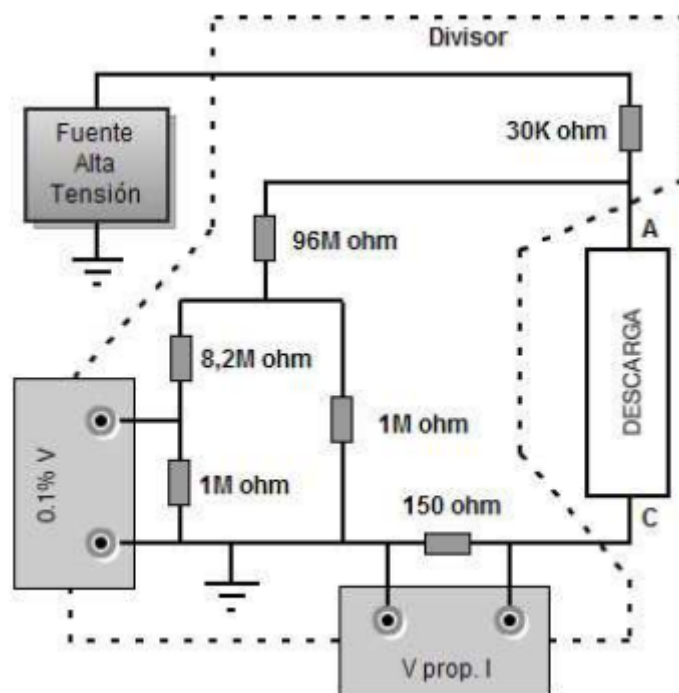
<https://mmrc.caltech.edu/Vacuum/Edwards/EXPT%20Pumping%20Station/Edwards%20Wide%20Range%20Gauge.pdf>

[https://ravescientific.com/images/pdf/WRG\\_Wide\\_range\\_gauge\\_28\\_4002\\_1600.pdf](https://ravescientific.com/images/pdf/WRG_Wide_range_gauge_28_4002_1600.pdf)

Fecha: 7/9/2021

### Calibración del divisor resistivo

diagrama de 2011 (el nuestro no es igual)



- Relación entre tensiones:

Configuramos un voltaje en la fuente de alta tensión, medimos con un multímetro sobre el ánodo cátodo, y medimos con otro multímetro

Voltaje entregado por la fuente [V]	Tensión entre el ánodo y el cátodo [V]	Tensión que se mide en el divisor [mV]
251	249.2	234.3
261	259.3	243.8
271	269.1	253.0
281	279.2	262.6
241	239.1	224.7
231	229.4	215.6
201	199.4	187.3
151	149.6	140.5
101	99.9	93.7

```
251    249.2    234.3
261    259.3    243.8
271    269.1    253.0
281    279.2    262.6
241    239.1    224.7
231    229.4    215.6
201    199.4    187.3
151    149.6    140.5
101    99.9     93.7
```

(para copiar y pegar en un txt)

Proporcionalidad  $(V_{\text{divisor}}/V_{\text{a-c}}) = (0.0941684383326552 \pm 2.6633660196359696e-5) \%$

Con los datos de la tabla se hizo un ajuste lineal con los datos de la segunda columna ( $V_{\text{ac}}$ ) y los de la tercera ( $V_{\text{div}}$ ), planteando que  $V_{\text{ac}} = A * V_{\text{div}} + b$

Los parámetros obtenidos fueron:

$A = 1061.8598450561522 \pm 3.1412967024572316$  (Volts)

$b = 0.4354508706078947 \pm 0.6687329606673097$  (Volts)

A partir de esto se calculó qué porcentaje de  $V_{\text{ac}}$  representa la medición  $V_{\text{div}}$

$V_{\text{ac}} = V_{\text{div}} * A$  \_\_\_\_\_ 100%

$V_{\text{div}}$  \_\_\_\_\_  $x = V_{\text{div}} * 100 / (V_{\text{div}} * A) = 100 / A$

**Se obtuvo: 0.09417438701122736 +/- 0.29582969137429965**

### ● *Resistores del divisor resistivo:*

Serie 1: 29.75 +/- 0.05 kohm

Serie 2: 5.75 +/- Mohm

Resistencia “corriente”: 152.7 ohm

Resistencia “tensión”: 55.35 kohm

errores del 10%?

diagrama del divisor resistivo:

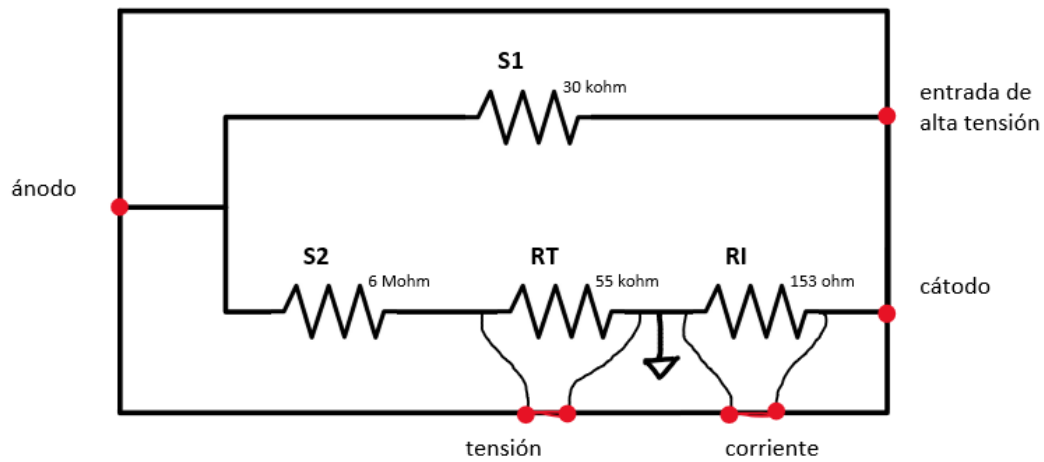
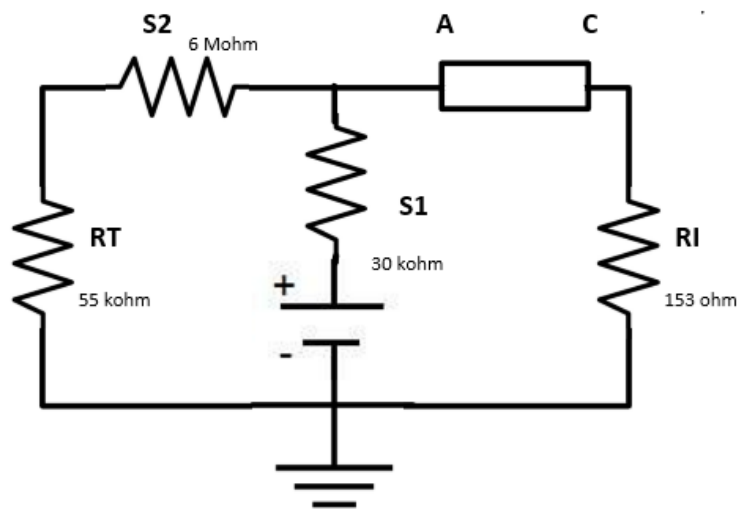


Diagrama del circuito:



## Calibración de la fuente de alto voltaje manejada desde el generador de funciones

La idea es mandar una rampa desde el generador de funciones y que el amplificador la reproduzca de manera que barra los voltajes que queremos medir en el circuito. Para eso tenemos que ver por cuanto amplifica.

opciones:

- Le vamos a mandar señales cuadradas de periodo largo simulando voltajes continuos y vamos a medir sobre el divisor resistivo. La medición sobre el divisor resistivo nos permite saber la caída de tensión sobre anodo-catodo, y de esta manera calibramos para tener control de esta caída.
- Mandarle señales cuadradas de largo periodo simulando voltajes continuos y medir sobre la fuente de alta tensión.

Fecha: 14/9/2021

Calibramos el generador con el amplificador y obtuvimos:

La forma de calibrar fue mandado desde el generador una señal de amplitud baja (0.02V) y manejar el offset. Configuramos el generador en High Z. Variamos el offset para ver hasta donde podemos moverlo sin que el amplificador corte su funcionamiento por el limite de corriente (10 mA). Encontramos ese limite en 3.2 V de offset (el amplificador manda mas de 800 V)

## Mediciones de voltaje contra corriente

Mandamos una triangular de periodo 600 s, de  $V_{pp}$  3 V, offset 1.5 V, fase inicial  $-90^\circ$ . (esto es una triangular que a  $t=0$  está en 0).

Para cada medición modificamos la presión y la distancia.

550 puntos por medición. (el multímetro tarda aprox 1 segundo por puntos, así que llegamos a cubrir un periodo de la triangular)

1 mBar = 0.750062 Torr

• Medición 1:	$p = 0.12$ mBar	$d = 2$ cm	$p \cdot d = 0.18$ Torr*cm
• Medición 2:	$p = 0.16$ mBar	$d = 2$ cm	$p \cdot d = 0.24$ Torr*cm
• Medición 3:	$p = 0.26$ mBar	$d = 2$ cm	$p \cdot d = 0.39$ Torr*cm
• Medición 4:	$p = 0.64$ mBar	$d = 2$ cm	$p \cdot d = 0.96$ Torr*cm
• Medición 5:	$p = 0.96$ mBar	$d = 2$ cm	$p \cdot d = 1.44$ Torr*cm
• Medición 6:	$p = 0.86$ mBar	$d = 3$ cm	$p \cdot d = 1.94$ Torr*cm
• Medición 7:	$p = 1.6$ mBar	$d = 3$ cm	$p \cdot d = 3.60$ Torr*cm

En cada caso medimos la tensión y la corriente en el ánodo-cátodo, usando el divisor resistivo y la calibración realizada el martes.

Visualización de los datos:

- graficamos voltaje en función de número de medición (algo así como una evolución temporal). Aca debería verse que el voltaje crece linealmente y a partir del voltaje de ruptura, la pendiente de la lineal cambia
- graficamos voltaje en función de corriente. Tiene que verse que hay corriente nula (o muy baja) hasta que se entrega el voltaje de ruptura, y la corriente empieza a crecer.

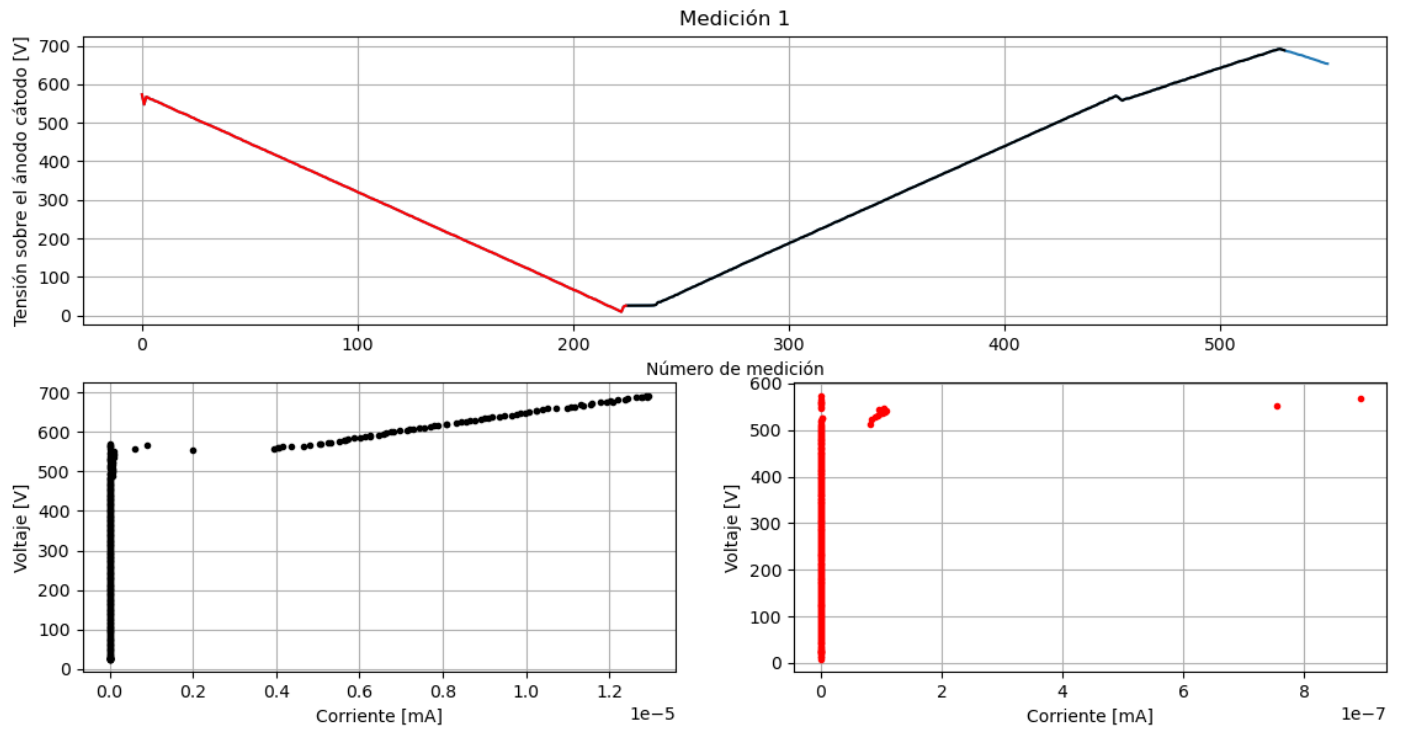
Observaciones:

- en las “evoluciones temporales”, esperábamos una “triangular deforme” y no se vio eso.. esperábamos que el voltaje de la primera medición fuera cero o cercano a cero y no se vio eso... al parecer el generador de funciones no funciona como pensábamos? la medición no arrancaba cuando arrancaba la triangular?
- en las mediciones 5 y 6 pasó algo raro... no se me ocurre qué
- usando esta interpretación de las “evoluciones temporales” pude diferenciar la histeresis: grafique en negro cuando el voltaje va en subida y en rojo cuando el voltaje va en bajada. Se ve que en el caso rojo la corriente se “anula” en voltajes más altos.

**Medición 1:**  $p = 0.12$  mBar  $d = 2$  cm  $p \cdot d = 0.18$  Torr\*cm

voltaje de ruptura: 570 V

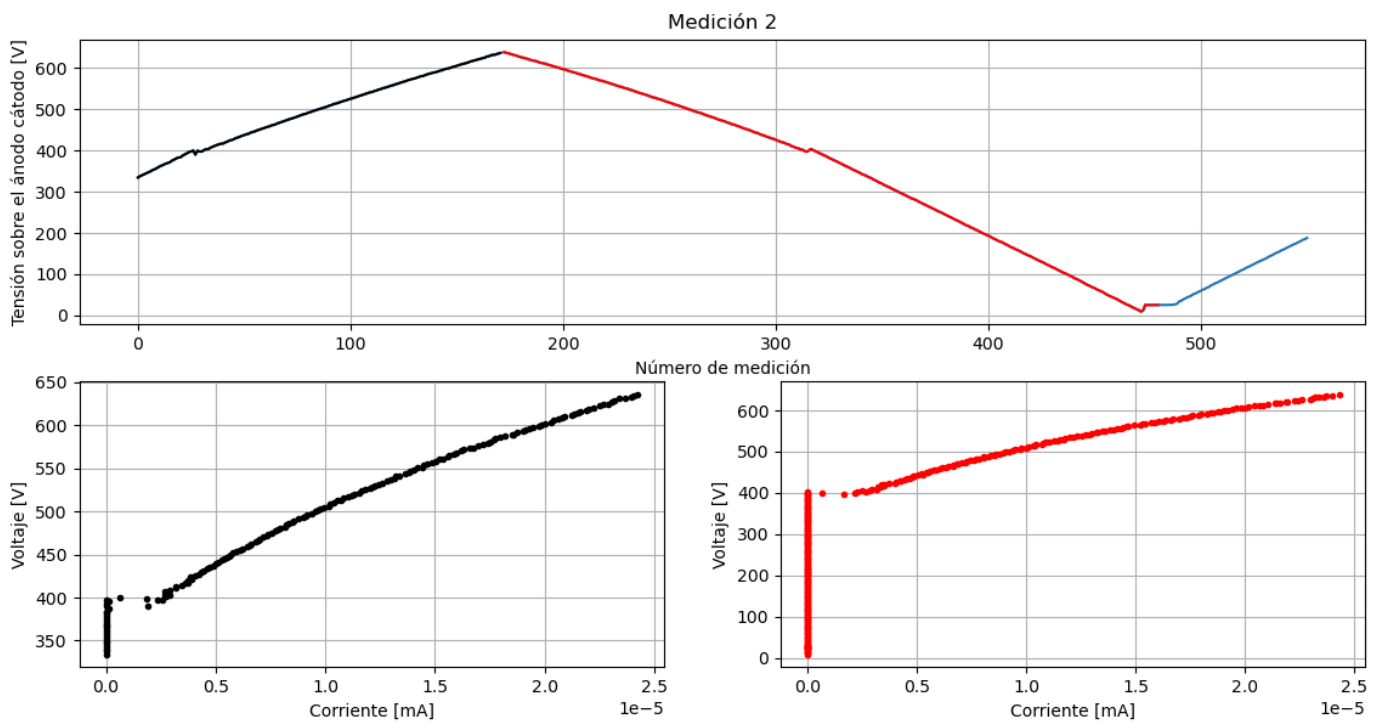
histeresis: no se ve (tiene sentido con las mediciones pq la bajada roja no se ve completa)



**Medición 2:**  $p = 0.16 \text{ mBar}$   $d = 2 \text{ cm}$   $p \cdot d = 0.24 \text{ Torr} \cdot \text{cm}$

voltaje de ruptura: 400 V

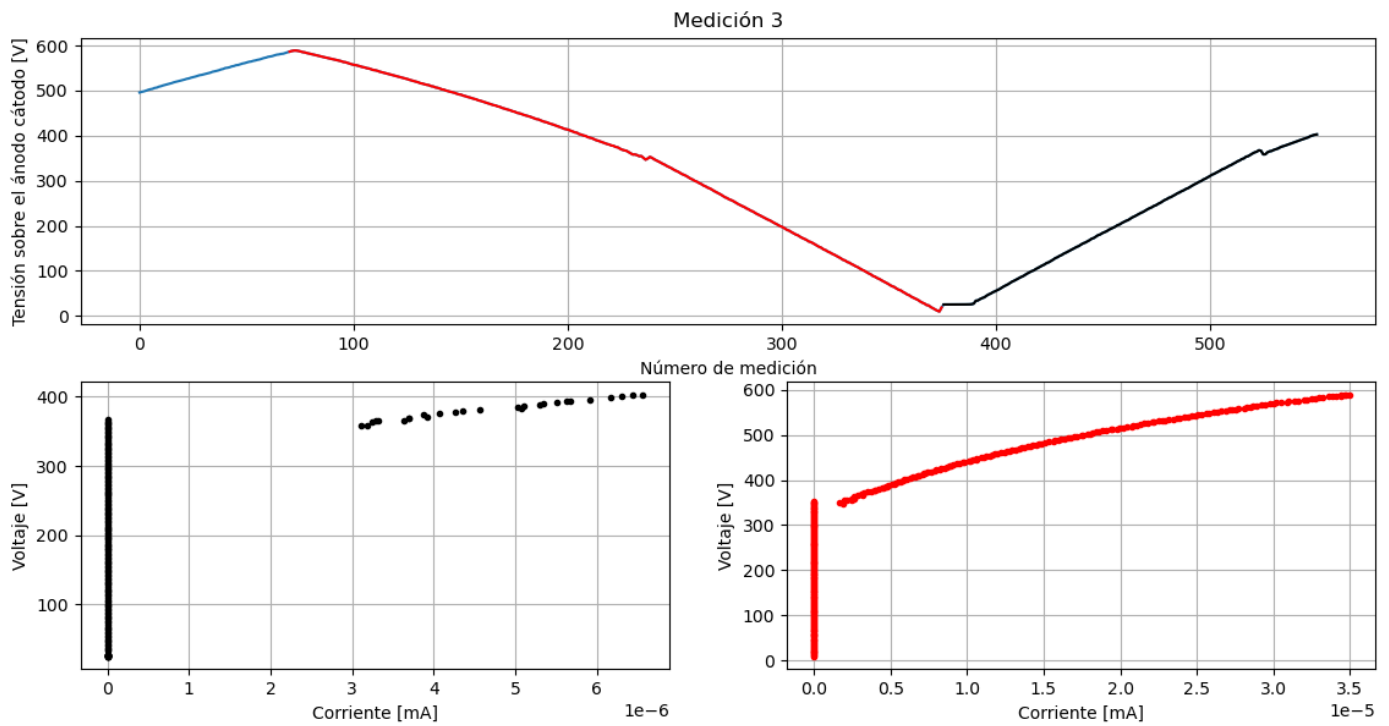
histeresis: el voltaje de ruptura es apenas mas alto (403 V)



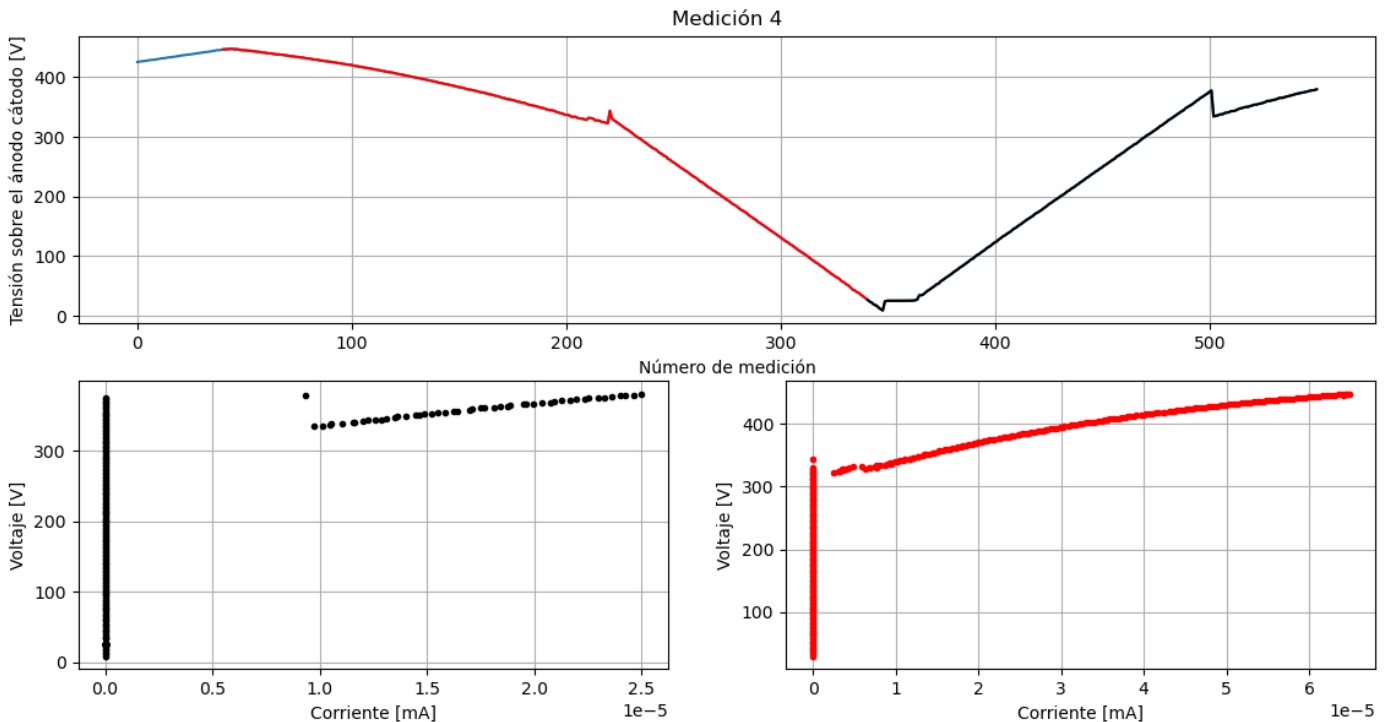
**Medición 3:**  $p = 0.26 \text{ mBar}$   $d = 2 \text{ cm}$   $p \cdot d = 0.39 \text{ Torr} \cdot \text{cm}$

voltaje de ruptura: 367 V

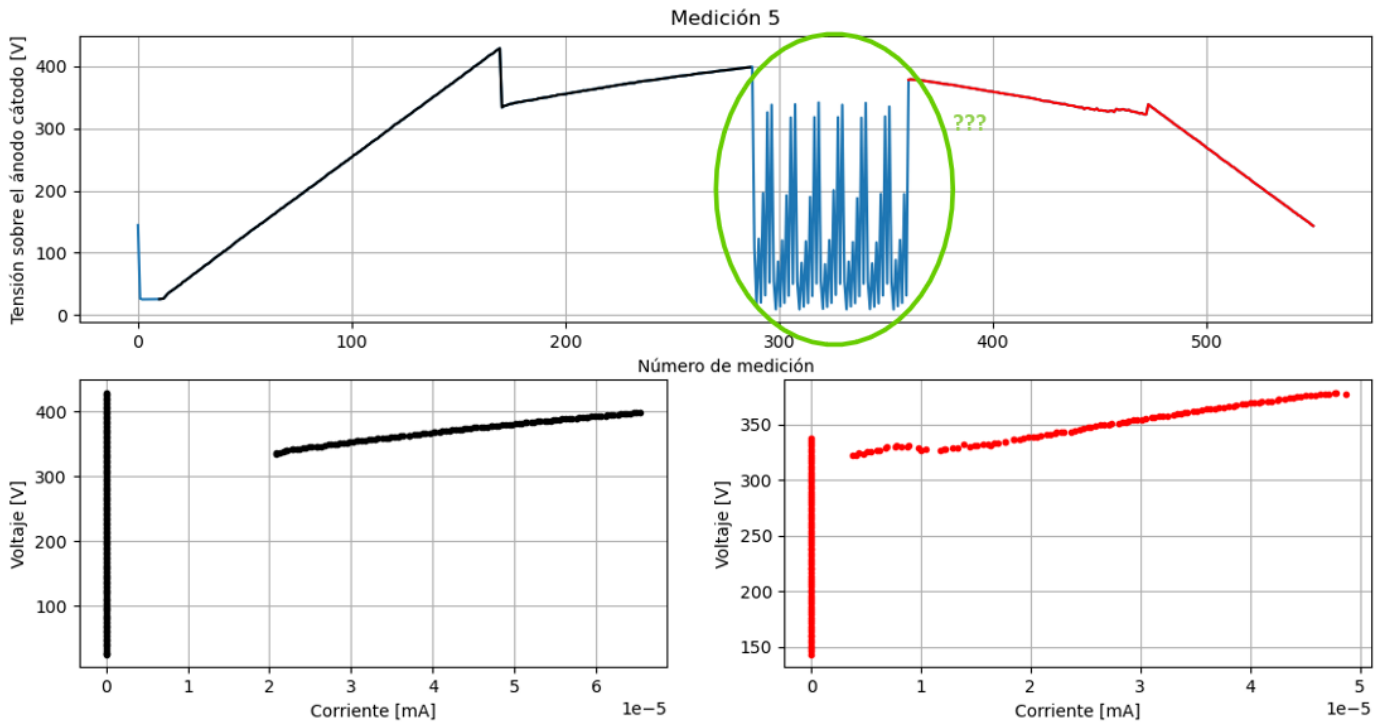
histeresis: el voltaje de ruptura es un poco mas bajo (353 V)



**Medición 4:**  $p = 0.64 \text{ mBar}$   $d = 2 \text{ cm}$   $p \cdot d = 0.96 \text{ Torr} \cdot \text{cm}$   
 voltaje de ruptura: 376 V  
 histeresis: el voltaje de ruptura es un poco mas bajo (344 V)



**Medición 5:**  $p = 0.96 \text{ mBar}$   $d = 2 \text{ cm}$   $p \cdot d = 1.44 \text{ Torr} \cdot \text{cm}$   
 voltaje de ruptura: 428 V  
 histeresis: el voltaje de ruptura es mas bajo (338 V)  
 que paso en la zona marcada con verde??

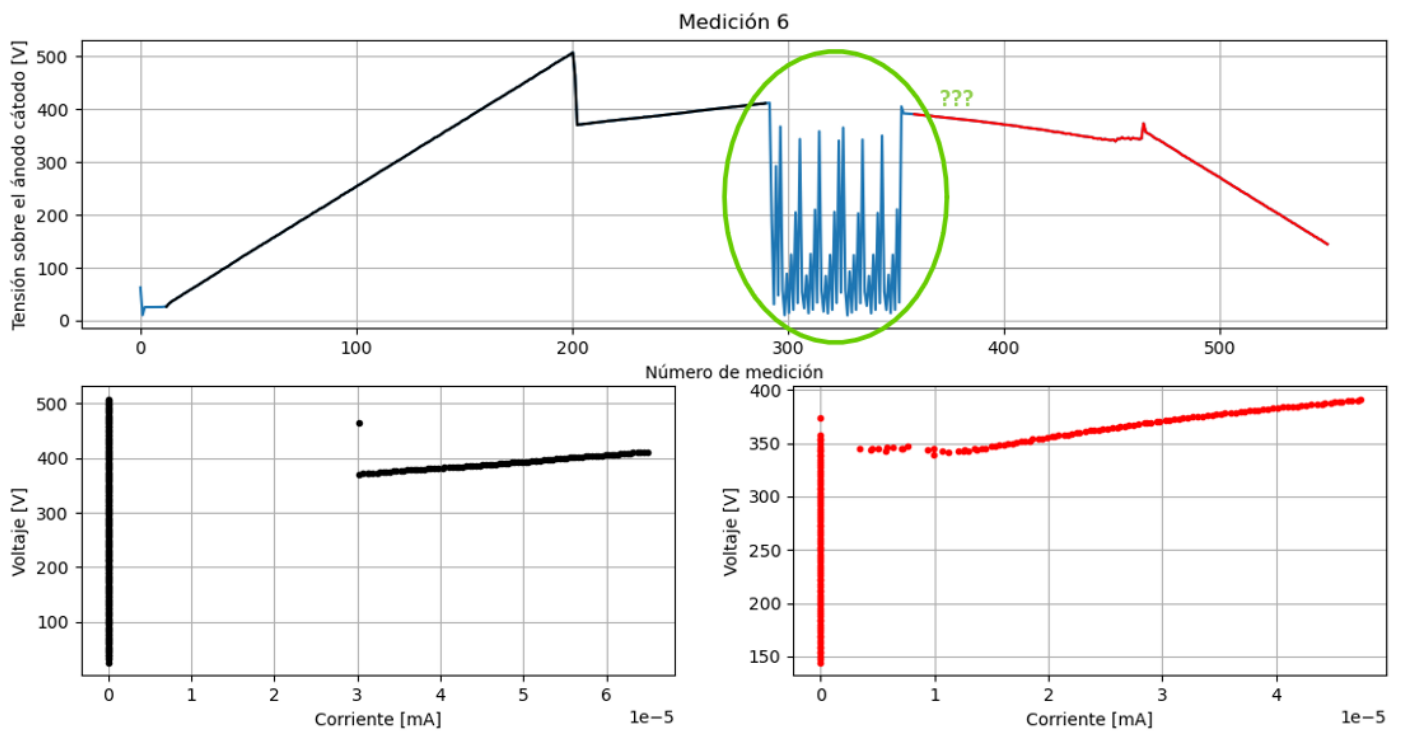


**Medición 6:**  $p = 0.86 \text{ mBar}$        $d = 3 \text{ cm}$        **$p \cdot d = 1.94 \text{ Torr} \cdot \text{cm}$**

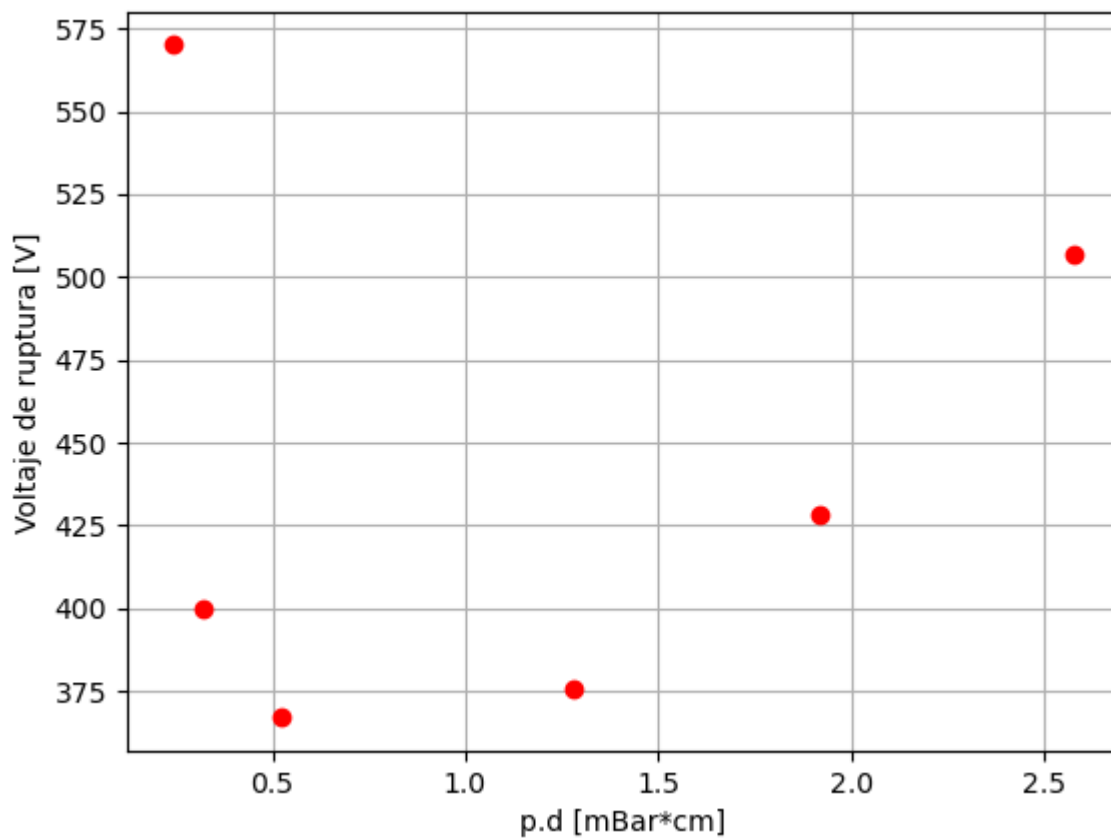
voltaje de ruptura: 507 V

histeresis: el voltaje de ruptura es mas bajo (374 V)

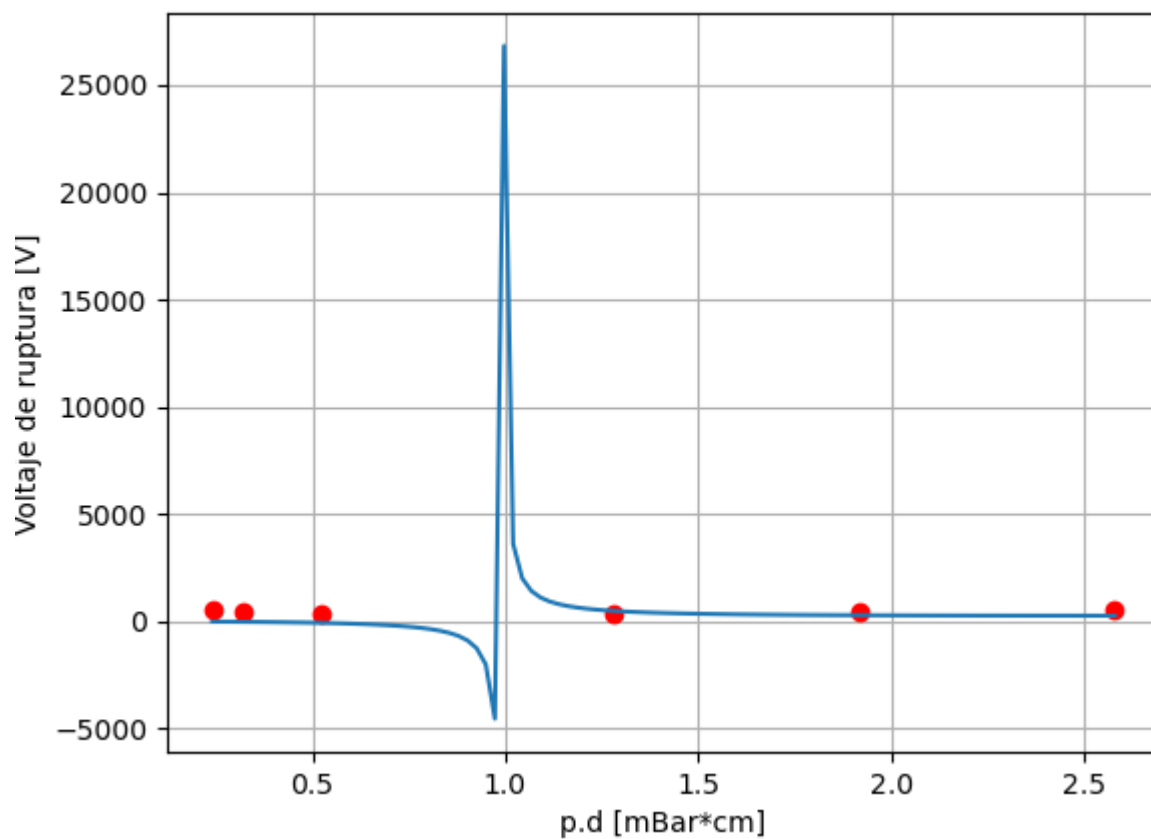
de nuevo, que pasó en la zona marcada con verde??



Levantando los voltajes de ruptura y graficandolos en funcion de  $p \cdot d$ :



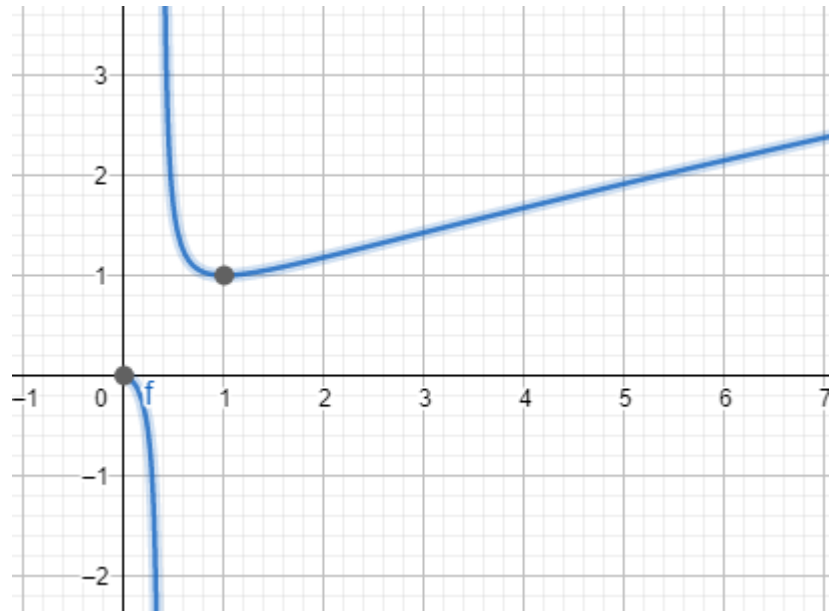
No parece que este mal pero el ajuste da cualquiera:



La funcion que estoy usando es esta:

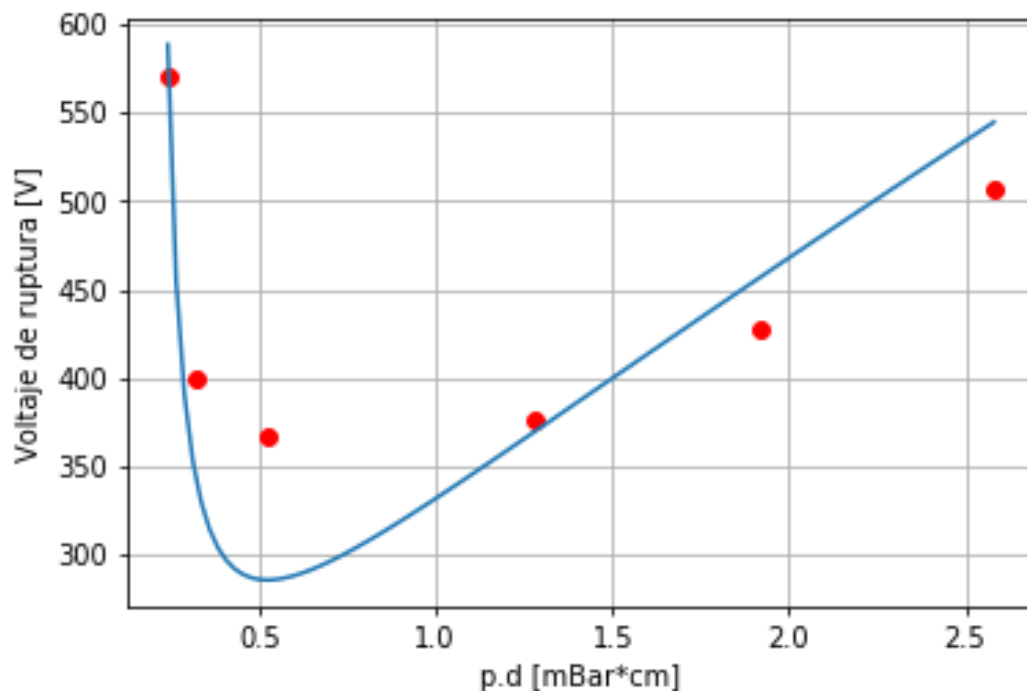


$$f(x) = \frac{A x}{\ln(x) + B}$$

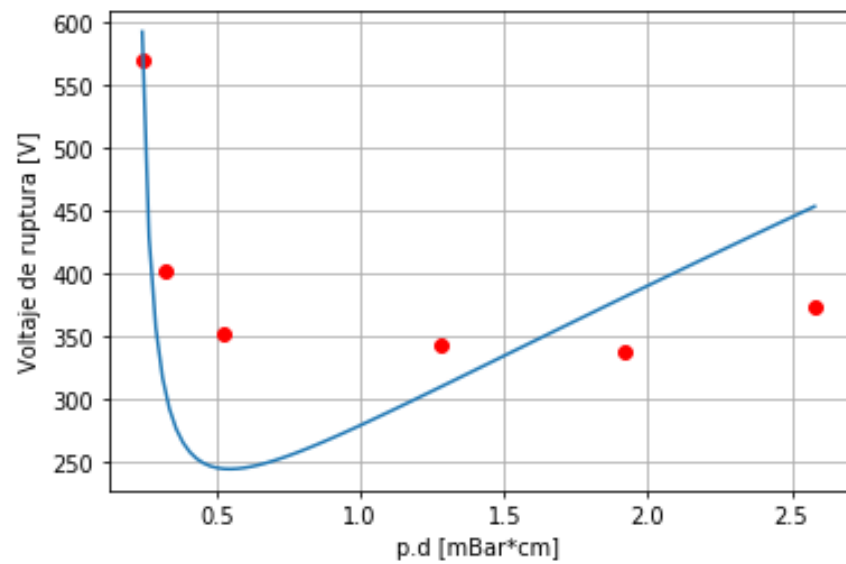


La saque de wiki: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_Paschen](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_Paschen)

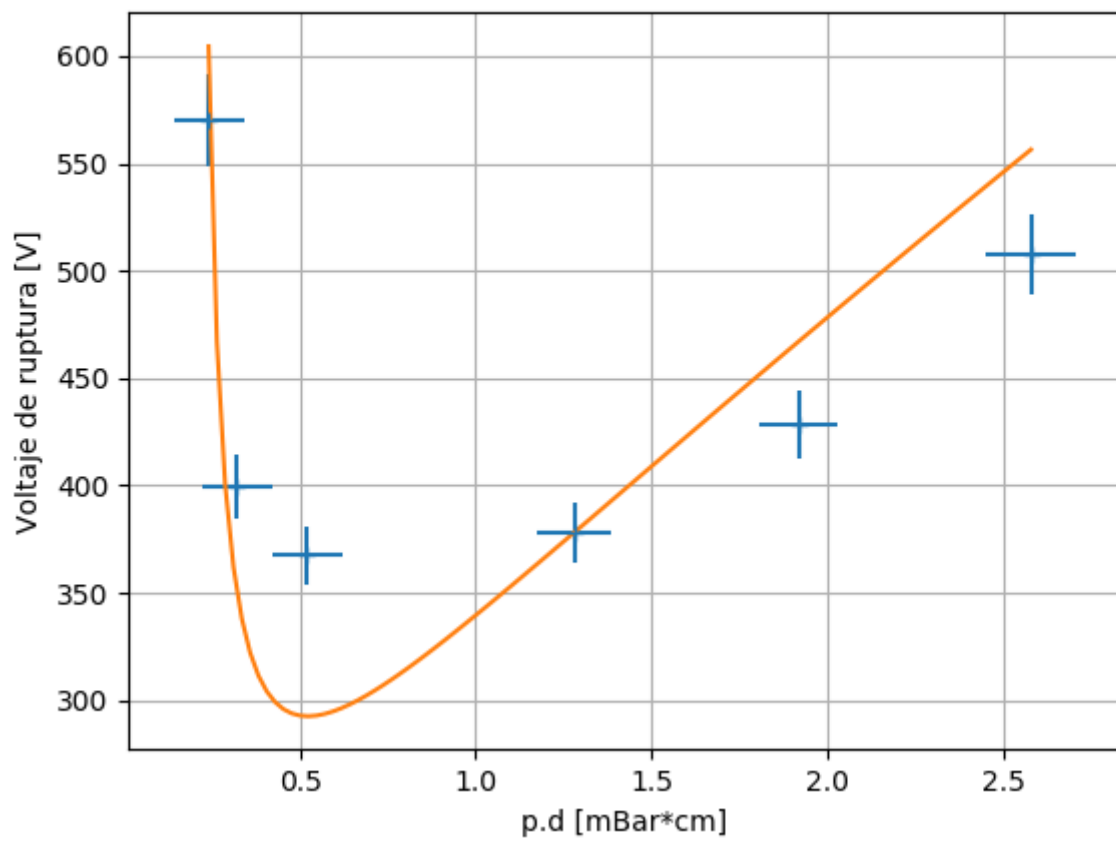
Como que los puntos cerca del cero en la función son negativos, pero nosotros no medimos voltajes negativos. Igualmente en la teoría ignoran esa parte de la función, tal vez no deberíamos tomar puntos tan cerca del cero?? Recuerdo que a presión demasiado baja no se veía el glow. Pero en las primeras tres mediciones que hicimos, que son las que estarían correspondiendo a esa parte de la curva, si vimos glow, o no??



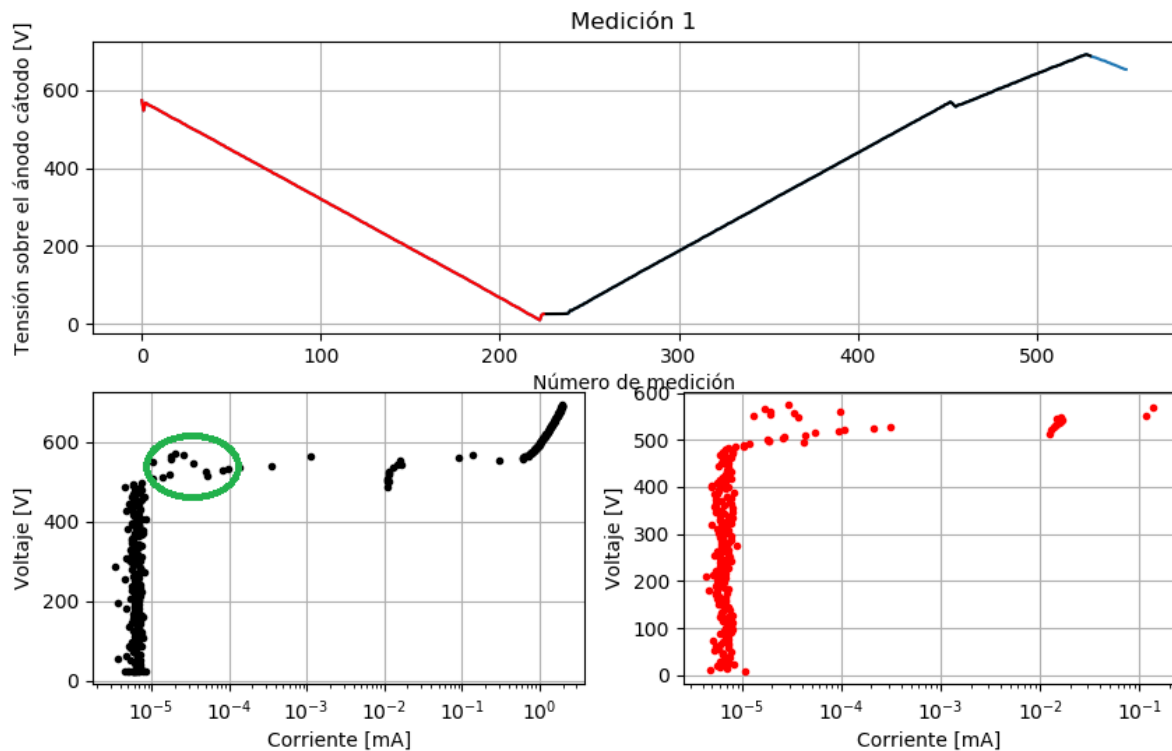
El ajuste mejora considerablemente si se le dan parámetros iniciales más acordes (extraídos de wikipedia). De hecho salvando el punto en 0.5 el resto se ven bastante bien.



Esto es para los puntos de la histéresis. No me gusta nada.



P similar a 0 ( $10^{-12}$ )



Para considerar el error sobre los voltajes de ruptura calcule la desviación en ese entorno. Luego para los demás puntos no tenía suficientes datos como para repetir el proceso así que reescale el error calculado para la primera medición hacia el tamaño de los demás voltajes de ruptura.

Fecha: 28/9/2021

Objetivos del día: conseguir más puntos para mejorar el ajuste de Paschen. Conseguir mediciones que nos permitan verificar que la función de voltaje de ruptura depende del producto  $p \cdot d$  y no de estos valores por separado.

Las mediciones con el multímetro tienen alta resolución pero demoran mucho tiempo por medición. Vamos a sacrificar la resolución (no necesitamos tanta) para poder hacer más mediciones, usando el osciloscopio. Para eso necesitamos usar el trigger externo (usando la señal que sale del generador) y medir con one shot. Hicimos (gracias Diego) esta función que metimos en instrumental:

```
def read_data_single_sequence(self):
    self._osci.write('ACQuire:State RUN')
    self._osci.write('ACQuire:STOPAfter SEquence')

    while True:
        state = self._osci.query('ACQuire:State?')
        print(state)
        if float(state)==0:
            break
    print('iupi')
    tiempo_1, data_1 = self.read_data(channel = 1) # Tensión
    tiempo_2, data_2 = self.read_data(channel = 2) # Corriente
    return tiempo_1, data_1, tiempo_2, data_2
```

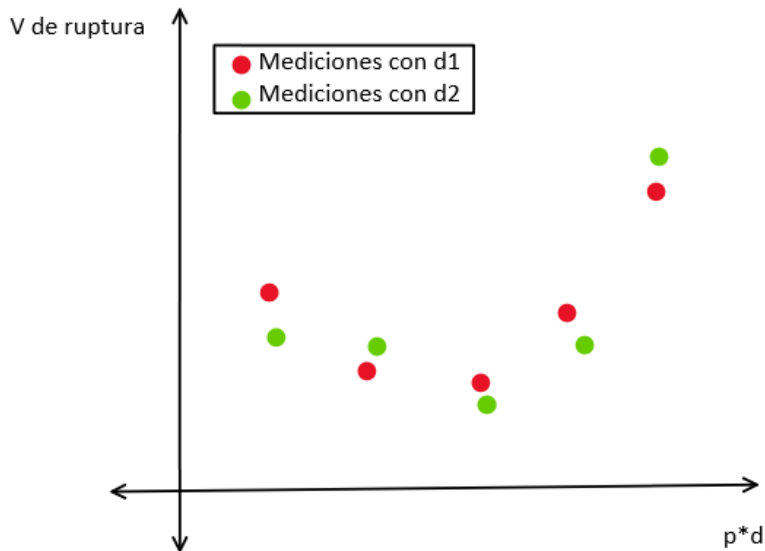
Para ver si el voltaje de ruptura efectivamente depende del producto  $p \cdot d$  vamos a medir dejando una distancia fija y variando la presión, para varias distancias.

Mediciones de la 1 a la 6 barren desde 0.1mBar a 1.1 mBar con 3 cm fijos de distancia

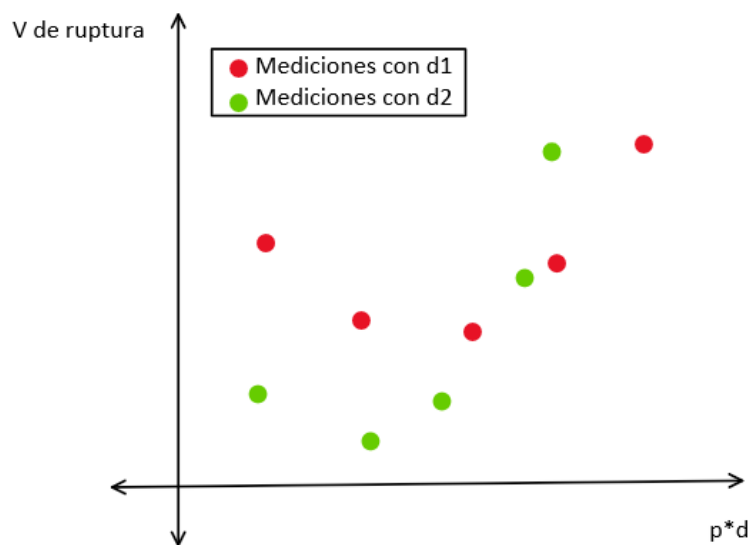
Mediciones de la 7 a la 12 barren desde 0.11mBar a 1.1 mBar con 2 cm fijos de distancia

Mediciones de la 13 a la 18 barren desde 0.21mBar a 1.0 mBar con 1 cm fijos de distancia

Esperamos que cada grupo de mediciones no se comporten de manera independiente. Es decir que se vean algo así:

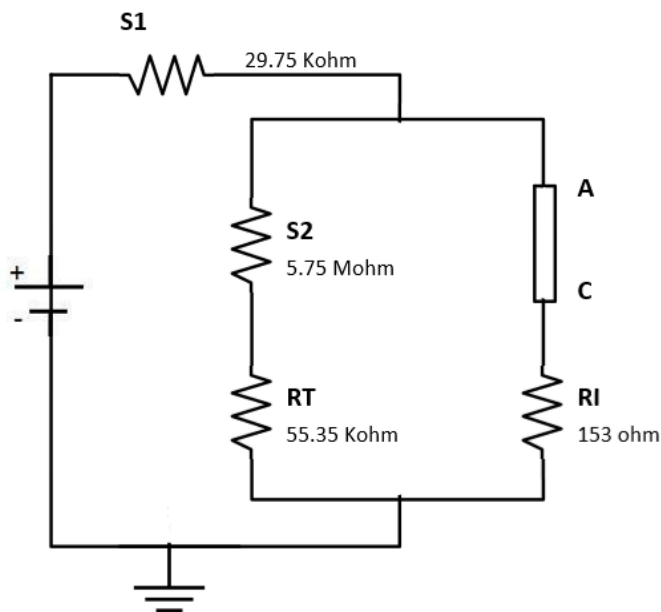


y no así (por ejemplo):



Pendientes: procesar estas nuevas mediciones y ver el ajuste. Usar lo que nos comentó ale para reescalar parametros del ajuste y que ande mejor. Revisar el efecto raro que vimos en mediciones de alta presión.

### Corrección en la calibración:



Cuando calibramos la relación entre la caída de tensión en RT y la caída de tensión en AC el dispositivo de descarga glow no estaba funcionando, por lo que AC funcionaba como un capacitor a tierra. Entonces lo que calibramos es la relación entre la caída en RT y la caída en toda la otra rama del paralelo. Entonces para obtener la caída de tensión en AC no solo hay que aplicar el factor de proporcionalidad que conseguimos sino también restar la caída de tensión sobre RI. El factor de proporcionalidad debería ser igual a  $\frac{S2+RT}{RT}$ , pero esto tiene un orden de magnitud menor... medimos mal las resistencias?

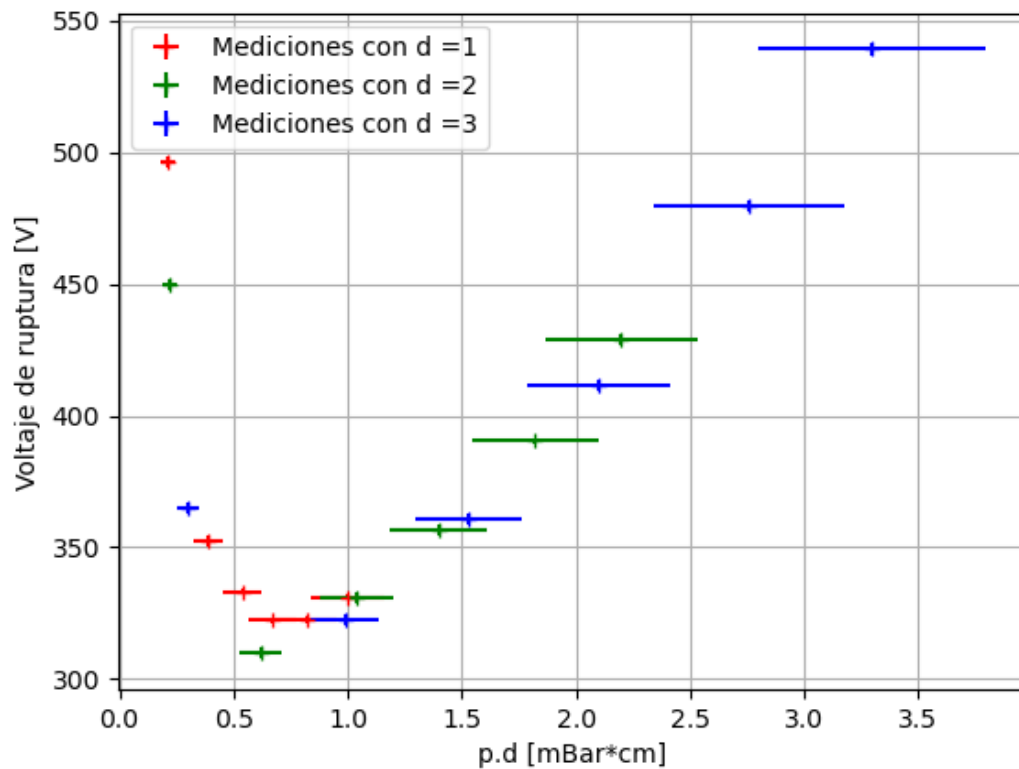
### Corrección en los errores de la presión:

Son del 15%. Mucho más grandes

### Mediciones con el osciloscopio:

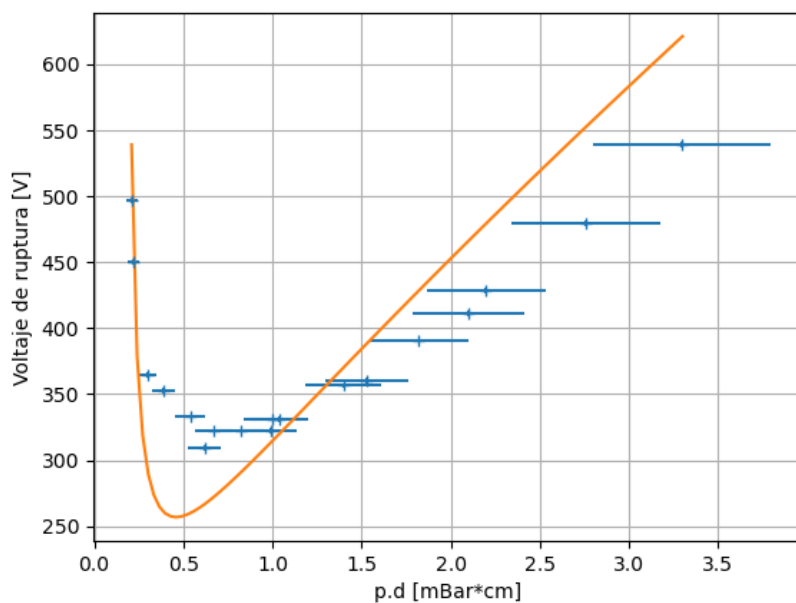
- Hipótesis voltaje de ruptura función de  $p \cdot d$ :

Los datos no la contradicen:

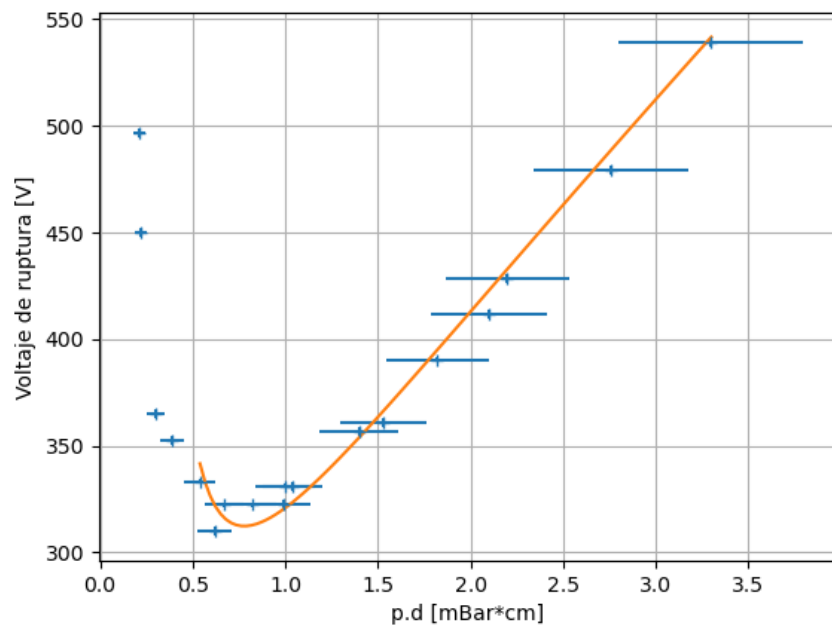


### • Tipos de ajustes y datos que los arruinan:

Con curve fit:



El ajuste es malo, muchos datos quedan lejos. Se ve que los dos primeros puntos podrian estar forzando el ajuste asi que probamos ajustar sin esos a ver que paso.



Este es sacando los primeros cuatro datos. Se ajusta mucho mejor a los otros pero, para los parametros de este ajuste, los datos que no usamos para el ajuste corresponden a 'voltajes de ruptura negativos' (vuelven negativo el denominador de la función)

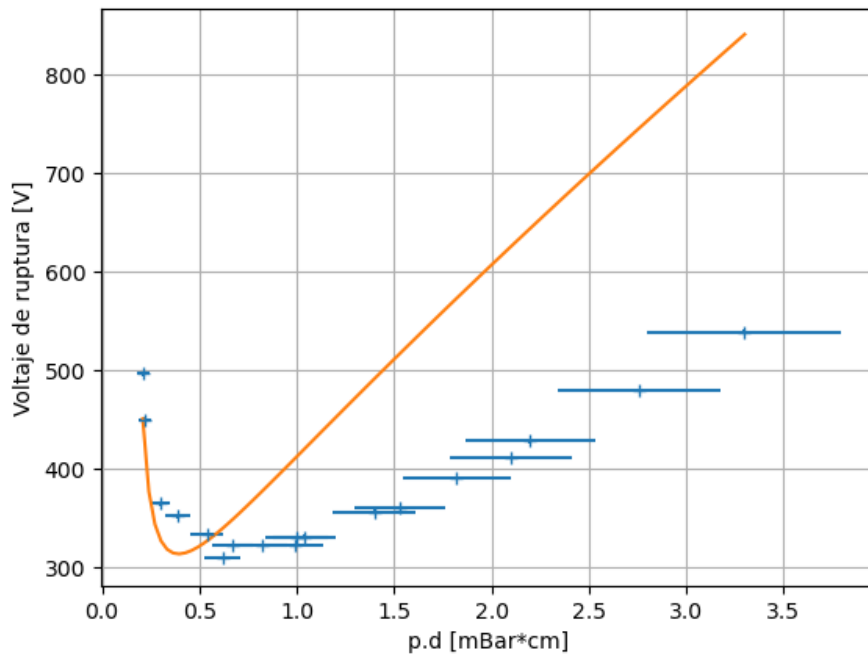
Probamos otro tipo de ajuste: uno que tiene en cuenta los errores en x

```
def paschen(x,A,B):
    num = 559.504*A*x
    denm = np.log(x) + 1.77858*B
    return num/denm

def fun_costo(params):
    A = params[0]
    B = params[1]
    xp = params[2:len(params)]
    yp = paschen(xp,A,B)
    chi_x = sum( ( xp - pd)/err_pd)**2 )
    chi_y = sum((yp - v_r)/err_v_r)**2)
    return chi_x + chi_y

param0 = np.concatenate((np.array([0.7334323724162953, 0.7202891133263841]),pd))
param = minimize(fun_costo, param0, method = 'L-BFGS-B',
bounds=Bounds(np.zeros(20),np.ones(20)*np.inf))
```

de nuevo se ve que si tomamos todos los datos el ajuste se esfuerza mucho por que los primeros no hagan negativo el denominador de la función y se arruina bastante para valores grandes de  $p.d$



acá dejamos afuera del ajuste los primeros cuatro datos, mejora mucho respecto al anterior, y también es mejor que el ajuste de `curve_fit`

