

Nano-AFM

D. Peluso y F. Yulita

Segundo Cuatrimestre, 2019

En el siguiente enlace se pueden encontrar los apuntes completos de todas las experiencias de este grupo de laboratorio, los informes y los programas que se mencionen:

<https://elrepositoriodefede.wordpress.com/materias/laboratorio-v/>

10/09/2019 El montaje de esta experiencia es básicamente nula, sólo usamos el microscopio y la compu. El microscopio es un Nanosurf NAIO como se ve en la **Figura 1** y el software se llama igual. Cuando llegamos tenía un cantilever que estaba roto así que le pedimos a Gabi que lo cambié. Luego de hacerlo nos enseñó como hacer para medir algo: Primero abrís el microscopio, luego usando una pinzas ponés una muestra, luego sacás el dropstop (el plástico que bloquea el láser) y cerrás el microscopio (¡la aguja tiene que estar retraída o la vas a romper!), luego te fijás que la muestra y la aguja estén alineadas, luego usando *advance* en el software acercás la aguja a ojímetro hasta que esté a ~ 2 mm (la aguja es como un pelito que brilla rojo por el láser, para verla es recomendable mirar por el costado del microscopio y poniendo el ojo a nivel de la aguja), luego en la pantalla ya deberías poder ver la muestra más o menos claramente así que podés usar *approach* para que se termine de acercas sola la aguja, dependiendo de qué tan alto estaba tarda más o menos tiempo.

El microscopio cuando está en modo contacto mantiene la fuerza que siente la aguja constante. La fuerza la calibra acercando y alejando la aguja de la muestra. En la **Figura 2** se ve un esquema de la aguja en contacto con la superficie. La caja en el extremo superior de la aguja que está a distancia d de la superficie es el piezoeléctrico. La aguja se acerca o se aleja de la superficie moviendo al piezoeléctrico para arriba o para abajo. cuando la aguja entra en contacto si el piezoeléctrico se sigue bajando entonces la aguja se empieza a doblar. Midiendo la fuerza que siente y sabiendo la constante elástica de la aguja se puede hallar la distancia que se mueve el piezoeléctrico. Cuando el microscopio está en modo contacto la fuerza que siente la aguja se mantiene constante. Esto se logra cambiando la altura d del piezoeléctrico para que la fuerza sea constante. De esta forma se obtiene el contorno de la superficie viendo como cambió la distancia a medida que se movía. El microscopio corrige esta distancia constantemente usando un circuito PID. Este circuito mide un la diferencia en en señal (en este caso la diferencia en fuerza) como un error $e(t) = F(t) - F_0$ y calcula:

$$\mu = Pe(t) + I \int e(t) dt + D \frac{de}{dt}(t)$$

Esta señal se usa para corregir la distancia del piezoeléctrico. Los valores de P, I y D óptimos varían dependiendo del sistema que se usa y están tabulados para este caso ($P = 10000$, $I = 1000$, $D = 0$). Ver el siguiente video para más información sobre circuitos PID:

<https://www.mathworks.com/videos/understanding-pid-control-part-1-what-is-pid-control-1527089264373.html>

Tuvimos muchos problemas haciendo el software andar. Pudimos ver algunas imágenes y señales usando la grilla de calibración pero de repente dejó de andar. Luego cuando le hacíamos el approach cuando terminaba se prendía la luz naranja en vez de la verde. Esto significa que no pudo hacer contacto. Probamos muchas cosas pero llegamos a la conclusión de que la aguja estaba rota. Esto puede ser porque estaba otro grupo trabajando también en la misma mesa con algo que vibraba levemente, así que por suerte los echaron. Tuvimos que cambiar el cantilever, estábamos usando el 6. Todos los cantilevers que están torcidos es porque están rotos. Cuando lo hicimos titiló la luz roja, así que seguimos el manual y le soplamos aire comprimido al chip donde va el cantilever por si tenía polvo. No funcionó. Luego rompimos la aguja sin querer. Pusimos otra que puede verse en la **Figura 3**. ¡Funcionó!

Medimos en la muestra de calibración los agujeros negros de fondo blanco del cuarto cuadrante en el centro. Luego vimos un agujero individual. Lo medimos a distintas velocidades para ver cómo cambiaba la imagen.



Figura 1: Microscopio Nanosurf NAIO utilizado.

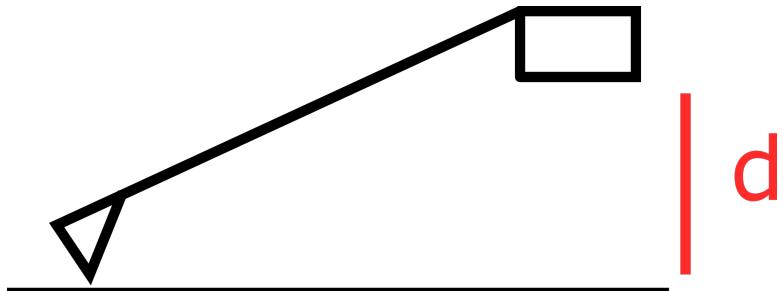


Figura 2: Esquema de la aguja tocando la superficie.

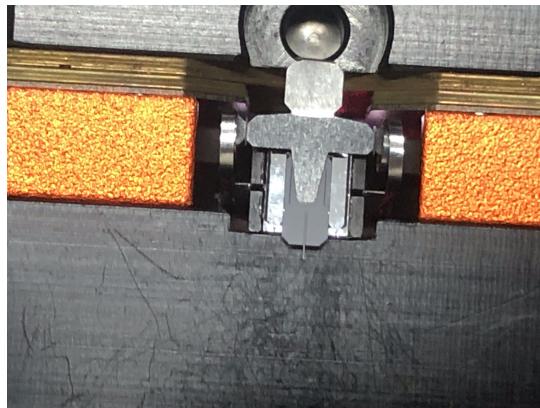


Figura 3: Cantilever montado en el microscopio correctamente.



Figura 4: Muestra de azopolímero usada.

17/09/2019 Colocamos la grilla de calibración de vuelta y medimos los circuitos para asegurarse de que todo funcionaba correctamente. Para abrir una imagen en Gwyddion hay que usar el botón info→show data browser. Esta clase no hicimos mucho avance cuantificable, aprendimos a usar el modo espectroscopía del software y medimos una curva de fuerza que guardamos en un archivo csv. Cuando quisimos importar los datos para ver el gráfico en Python nos dimos cuenta que lo guardamos mal y no pudimos ver mucho. Luego intentamos conseguir un LED azul que funcione pero en este laboratorio faltan muchos instrumentos de electrónica (como boards, LEDs que anden, etc.). En labo 3 no había nadie. Además, nadie está muy seguro de cómo se usa bien el software porque nadie nunca lo usó.

24/09/2019 Usamos una muestra (azopolímero) que supuestamente se endurece cuando le incide luz ultravioleta. En la **Figura 4** puede verse la muestra utilizada montada en el microscopio. El objetivo es acercar la punta del cantilever para medir la curva de fuerza varias veces a medida que se va endureciendo el material. Para lograr que se endurezca usamos un LED azul conectado a un board, lo alimentamos con 20 V y usamos una resistencia de $5.5\text{ k}\Omega$. Para lograr esto se uso el modo de espectroscopía en el software. Despues Gabriela nos trajo un láser ultravioleta mejor de 14 mW. Medimos en una región de $13.1\text{ }\mu\text{m} \times 13.41\text{ }\mu\text{m}$ una grilla de 16 puntos con un offset de $0.5\text{ }\mu\text{m}$ y un rango de $-2.045\text{ }\mu\text{m}$. Luego iluminamos por 5 minutos y medimos la misma grilla con las mismas características. Luego iluminamos por 10 minutos más y medimos. Luego otra vez 5 minutos. Se hicieron cuatro mediciones en total. Luego se hizo una medición igual a la anterior para verificar la repetitividad de las mediciones. En la **Figura 5** pueden verse las curva de fuerza obtenidas para uno de los puntos de la grilla.

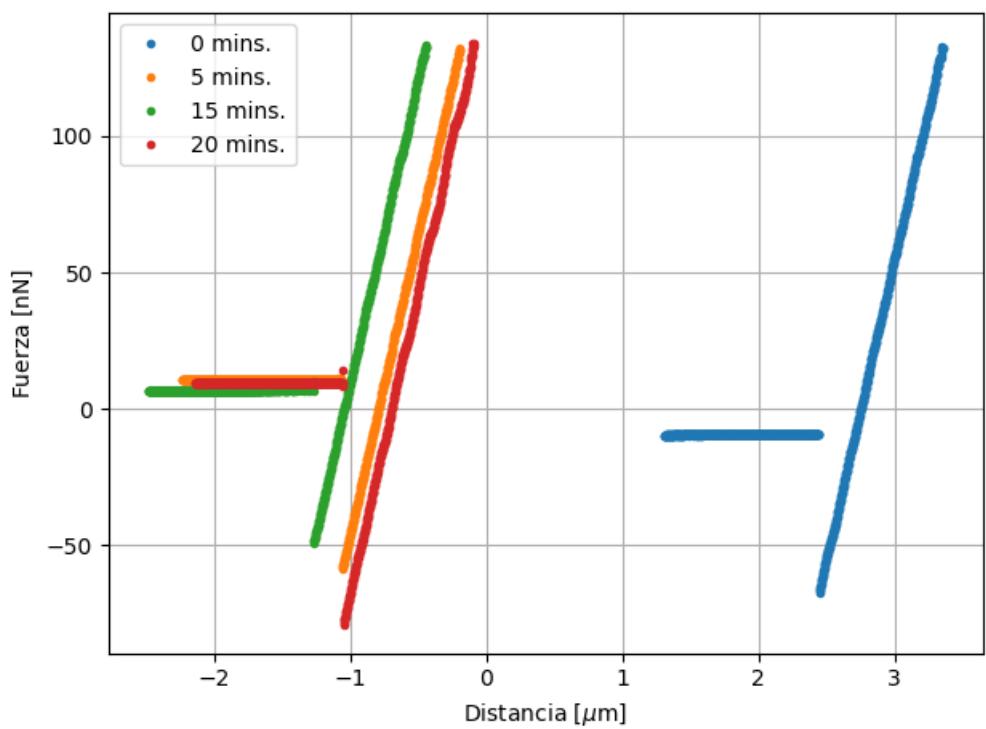


Figura 5: Curva de fuerza obtenida en cada medición.