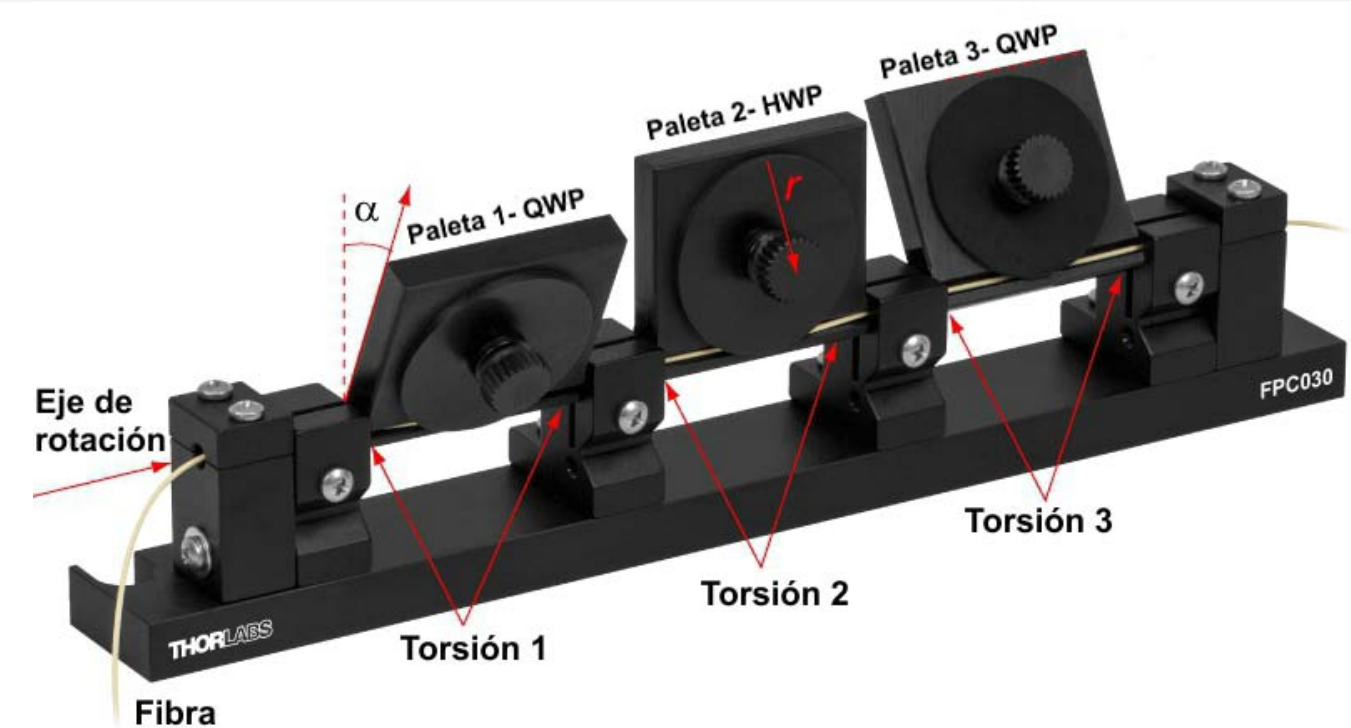


# Implementación de controladores manuales de polarización en fibras ópticas monomodo

1- Departamento de Física, FCEyN – Universidad de Buenos Aires      2- Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (CEILAP), CONICET-CITEDEF

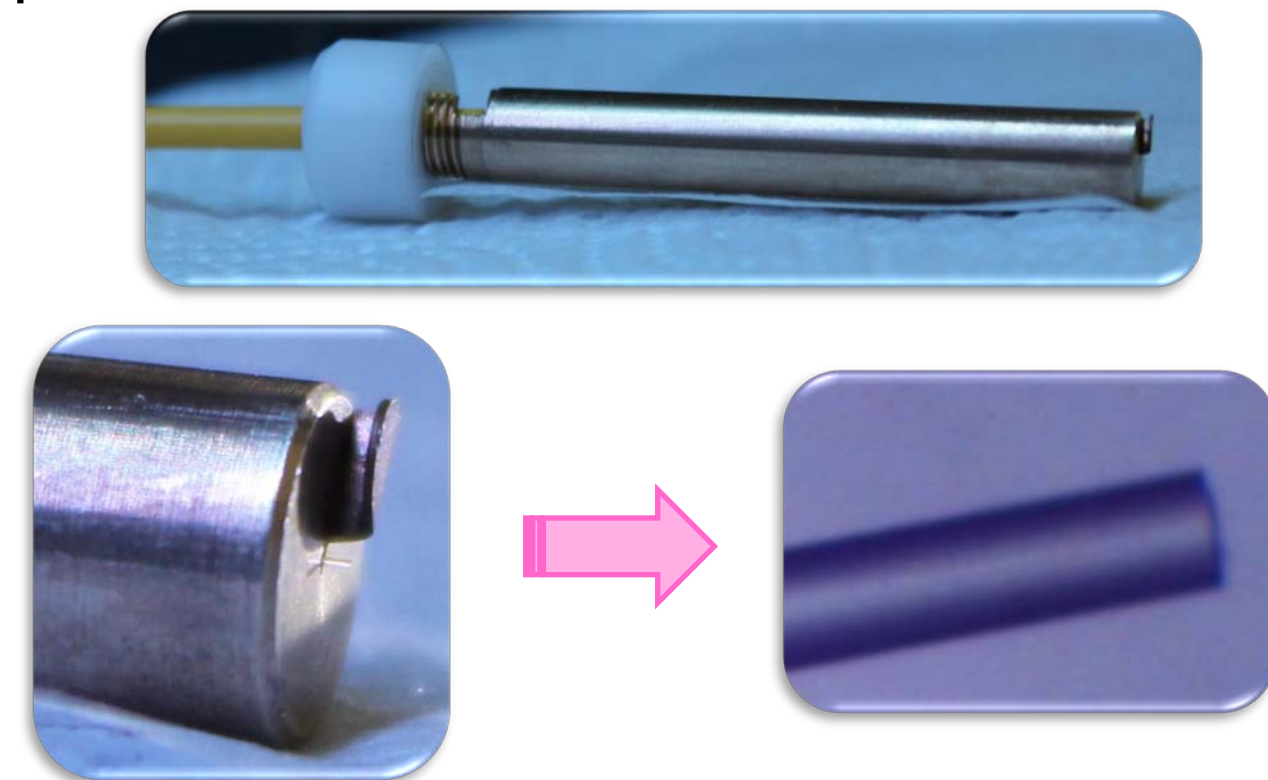
En este trabajo se presentan los estudios realizados sobre compensación de la birrefringencia en fibras ópticas monomodo. La motivación se centra en la transmisión de fotones entrelazados en polarización por fibras ópticas monomodo, en una primera etapa, para la distribución de entrelazamiento cuántico a distancias de interés práctico en criptografía cuántica. Para este tipo de aplicaciones es necesario recuperar el estado de polarización que tenía el fotón antes de ingresar a la fibra. El estado de polarización cambia en la fibra debido a la birrefringencia presente en la misma, producida por estrés mecánico o térmico. La polarización de los fotones se modificó usando controladores manuales de polarización (bat-ears). Estos dispositivos introducen una birrefringencia controlada de origen mecánico en la fibra que permite generar rotaciones arbitrarias sobre la esfera de Poincaré, y así compensar la distorsión producida en la fibra. Los ensayos se realizaron en un rollo de fibra monomodo de 50 m de largo con un núcleo de 3.5 μm de diámetro. La caracterización se realizó usando dos fuentes de luz: un diodo láser (635 nm) y un LED que emite en la longitud de onda de los fotones entrelazados que se van a emplear (710 nm). Dado que el índice de refracción de la fibra es sensible a variaciones térmicas, también se estudió la estabilidad temporal de la compensación de la birrefringencia en el rango de temperaturas que se prevee trabajar (alrededor de la temperatura ambiente).

## Set-up



### Montaje de la fibra óptica

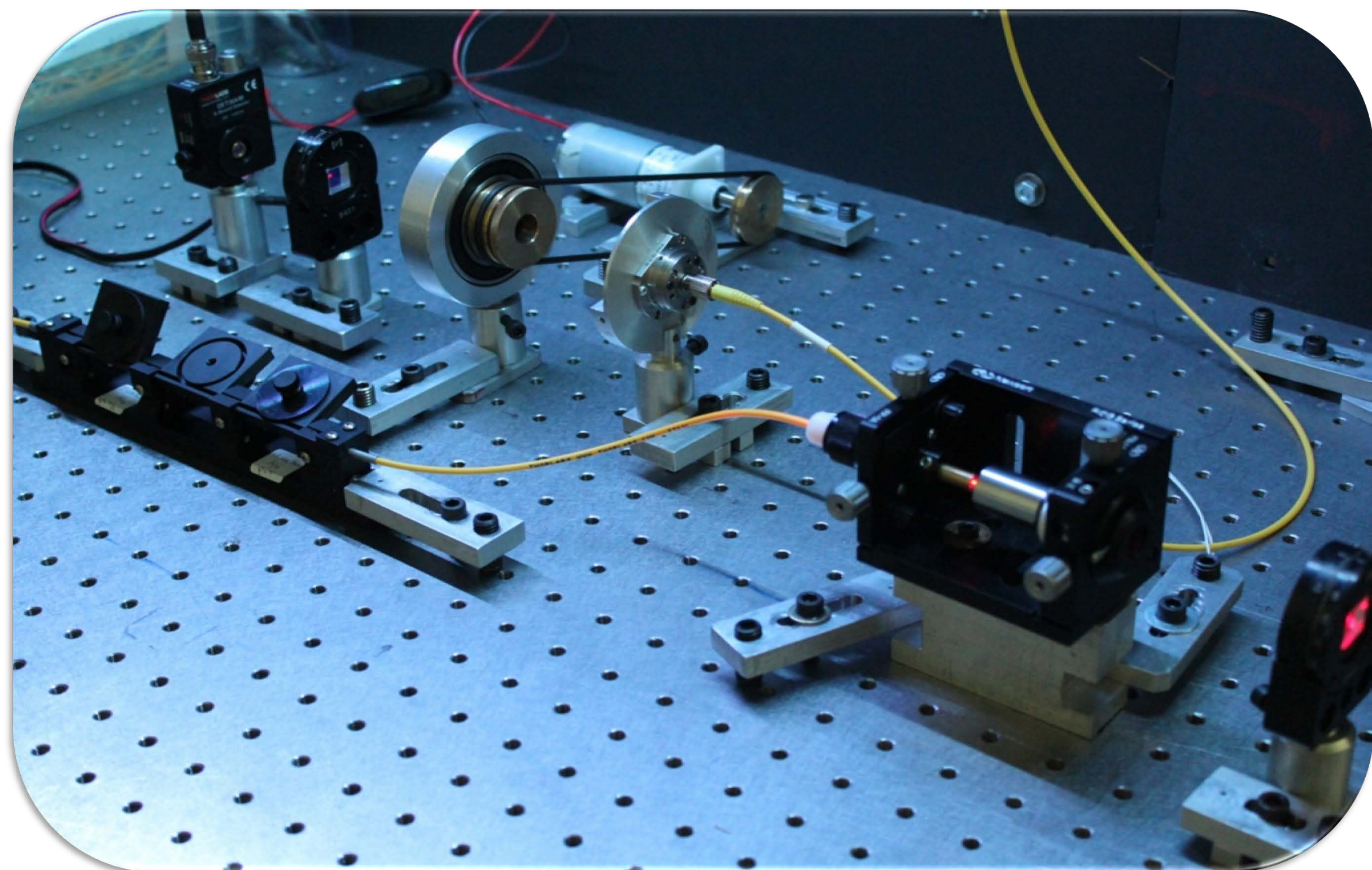
La fibra se montó en un acoplador de fibras ópticas monomodo que permite colectar la luz en el núcleo de 3.5 μm. Para ello fue necesario clivar la punta de la fibra.



### Controladores manuales de polarización

Enrollando la fibra en las paletas con un número de vueltas adecuado se consigue que cada una de ellas se comporte como un retardador lineal. En este trabajo es de interés obtener HWP (half wave plate) y QWP (quarter wave plate).

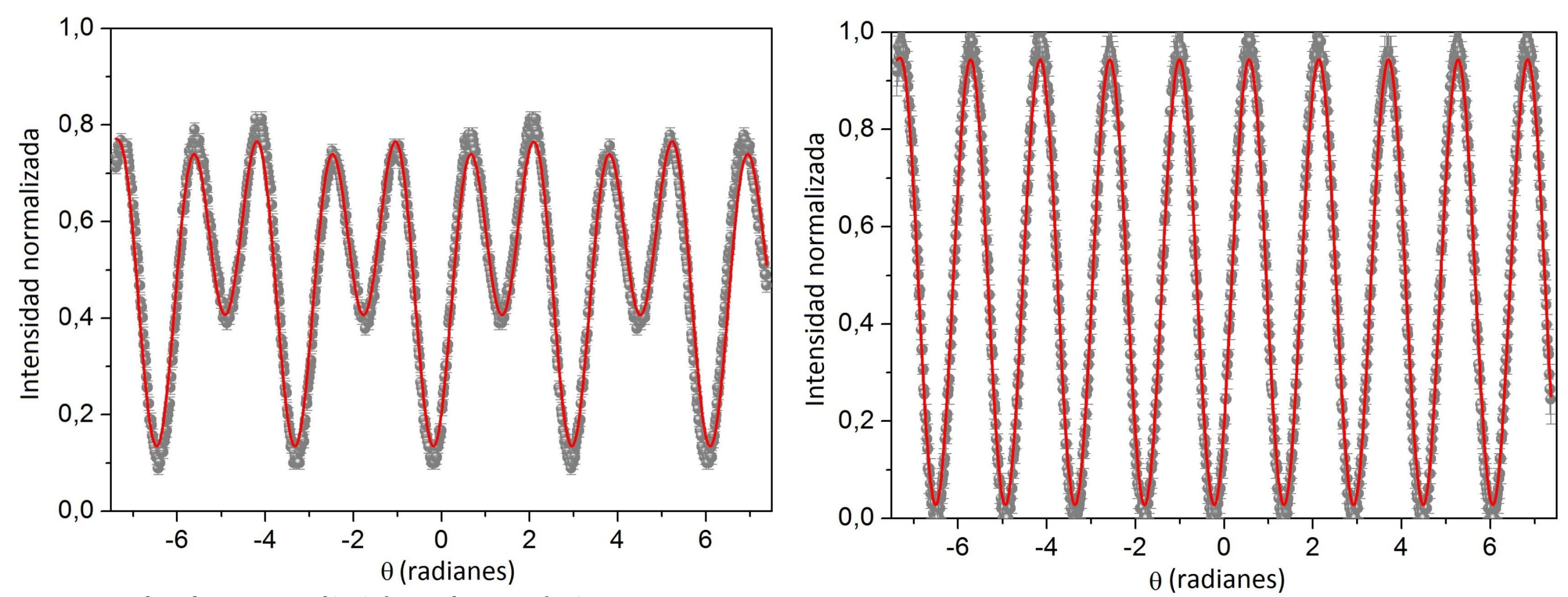
$$\varphi = \frac{2\pi^2 a N d^2}{\lambda D}$$



La luz es **polarizada linealmente** y mediante el **acoplador** es enfocada y colectada dentro del núcleo de la fibra. Luego pasa por los **controladores de polarización** y viaja por los 50 m de fibra. La salida de la misma se encuentra montada en un **colimador**. El sistema de medición está formado por una **HWP** (que rota a 50 Hz) y un cubo **polarizador**. Finalmente, un fotodiodo registra la señal. La rotación de la HWP permite obtener evaluar, en tiempo real, el cambio de la polarización.

## Resultados

### Diodo Láser (635 nm): mediciones



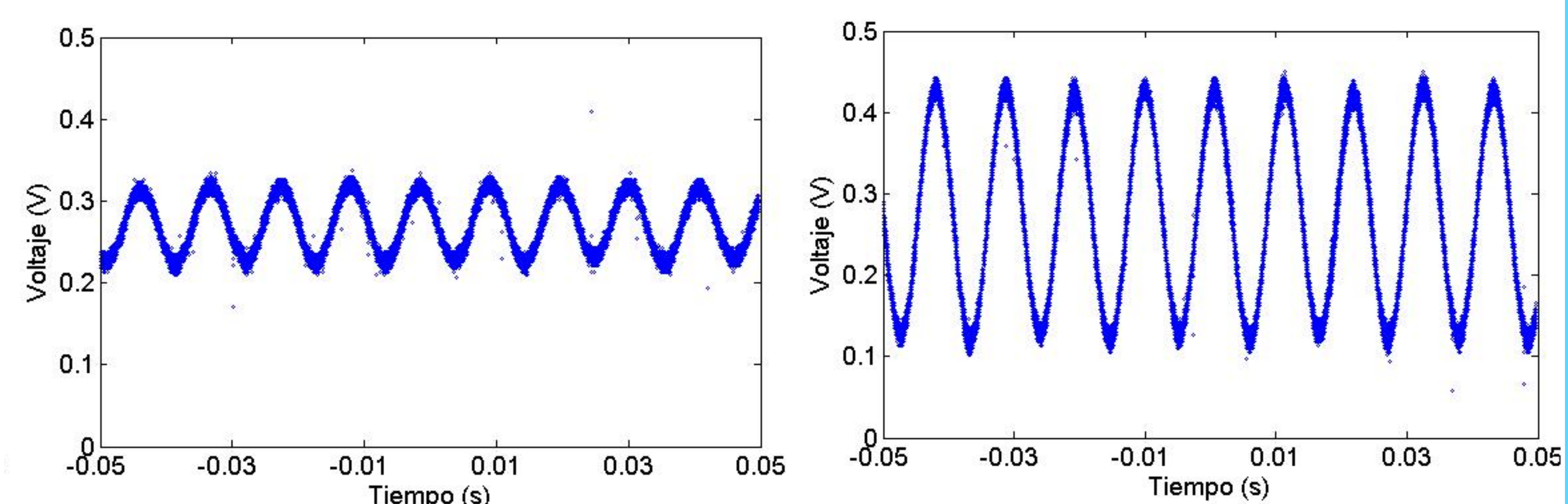
Fuera de la condición de máximo contraste.      Condición de máximo contraste.  
(Este es un resultado no esperado)

Este efecto puede ser explicado → La HWP esta cortada para 700 nm.

Ajuste de las mediciones: Fase introducida por el retardador  $\delta=3.48$

### Los resultados son los esperados para la condición de máximo contraste

### LED (710 nm): mediciones

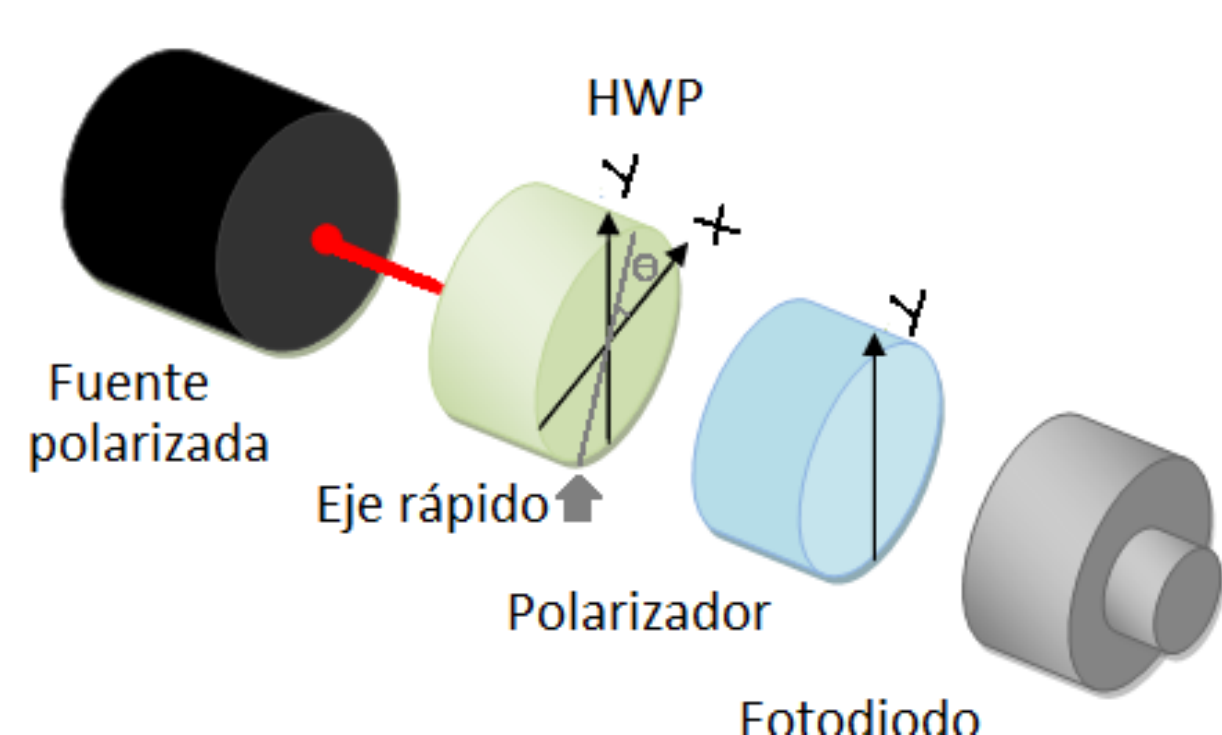


Fuera de la condición de máximo contraste      Condición de máximo contraste.

Debido a la baja potencia del LED se utilizó un **amplificador** (offset = mV)

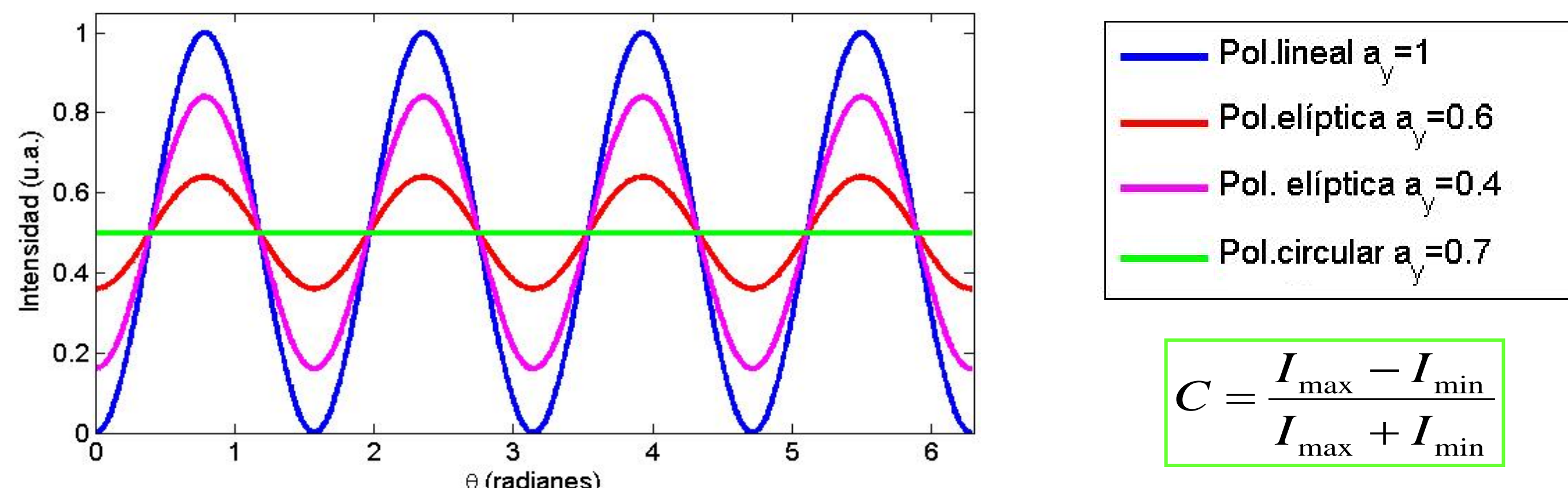
## Automatización de las mediciones

Siguiendo el objetivo principal de este trabajo, de recuperar el estado de polarización de la luz a la salida de la fibra, se ideó un método que permitió automatizar las mediciones utilizando controladores de polarización.



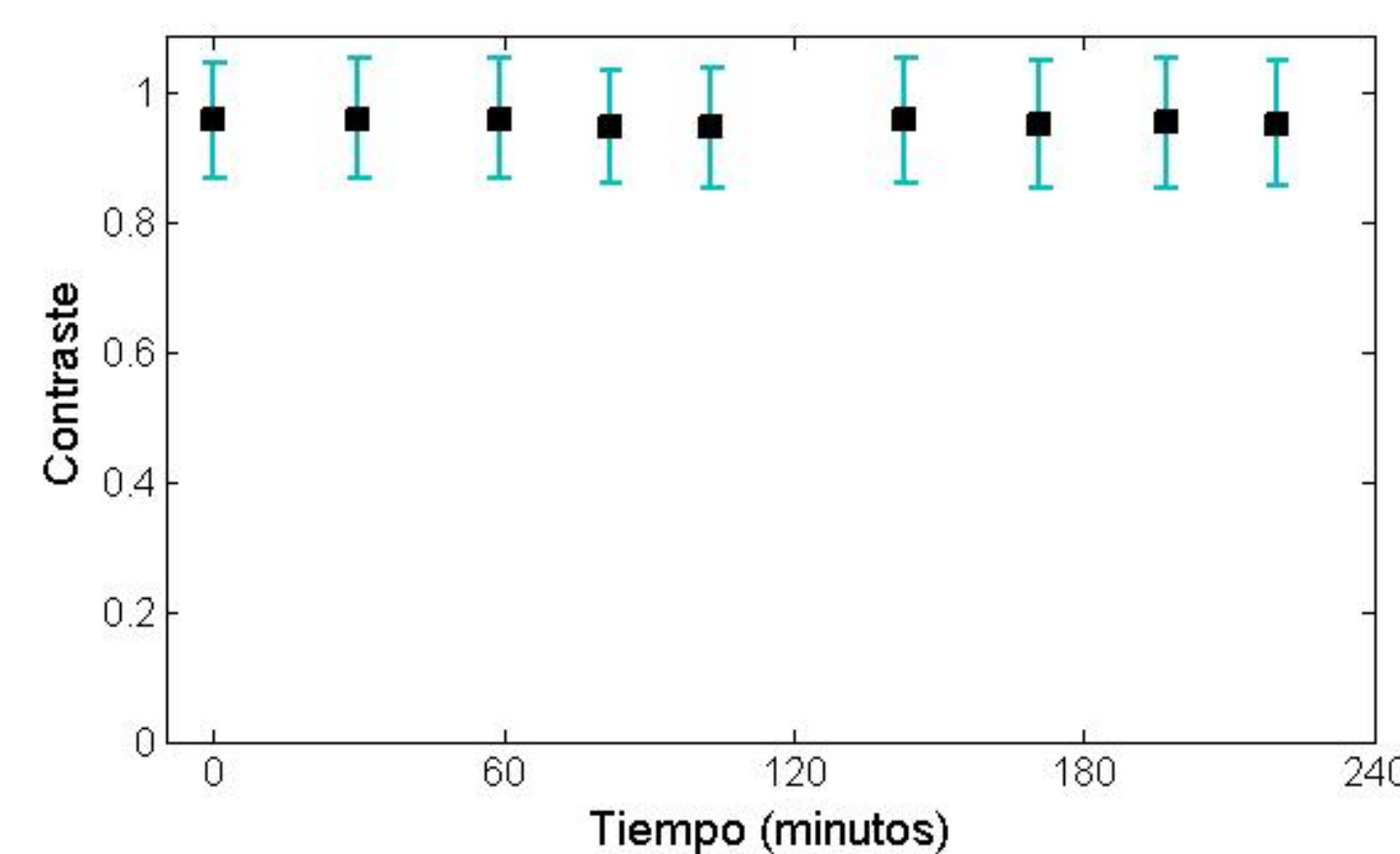
Considerando luz con una polarización arbitraria que pasa por una HWP (que rota constantemente) y luego por un polarizador lineal, a la salida se observa una señal sinusoidal cuyo **contraste puede maximizarse cambiando la orientación de las paletas.**

Simulación para diferentes polarizaciones de entrada:



El máximo contraste se obtiene para polarización lineal.

## Estabilidad temporal



Mediciones con el diodo láser

Se estudió la estabilidad temporal en un rango de temperaturas de 21-26°C.



El estado de polarización no cambió en ese rango de temperaturas y en el período estudiado (4 horas).

## Conclusiones

- Se consiguió controlar la polarización utilizando los controladores manuales para dos fuentes distintas.
- Se encontró un método que permitió automatizar la compensación de la birrefringencia.
- Se verificó que el estado de polarización se mantiene estable en un período de 4 horas en el rango de temperaturas estudiado.

Este trabajo recibió apoyo del subsidio PIP 2011-077 CONICET