

Conferencia Internacional sobre Energías Renovables

Semana de la Energía Eólica

Cutral-Có, Neuquén

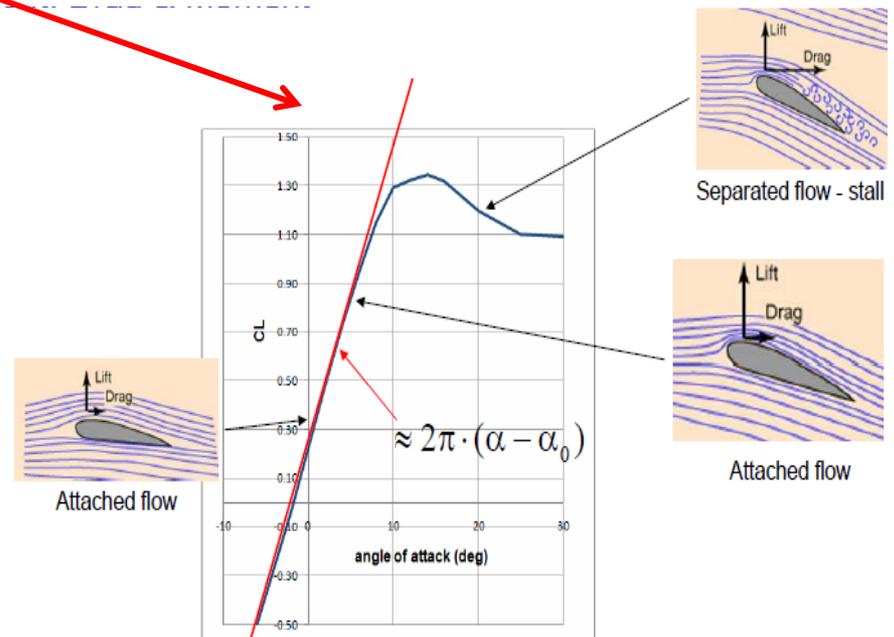
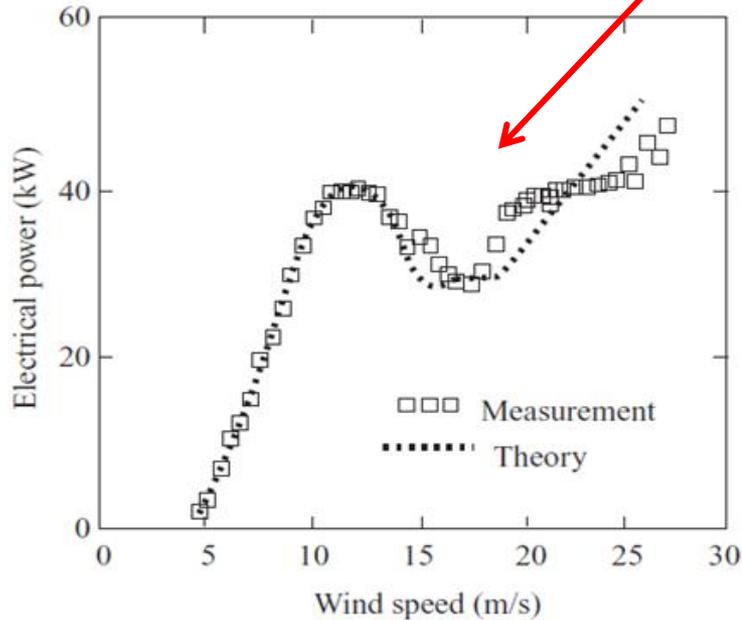
***Estudio de Controles de Paso de Pala para Generador eólico de Baja
Potencia, UTN1899***

Bufanio Ruben Domingo, De Villaflor Alejandro Blas, Ruscio Juan Pablo,
Rubido Javier, Garbuglia Hugo, Stortoni Carlos

➤ Objetivo y Propuestas de Trabajo

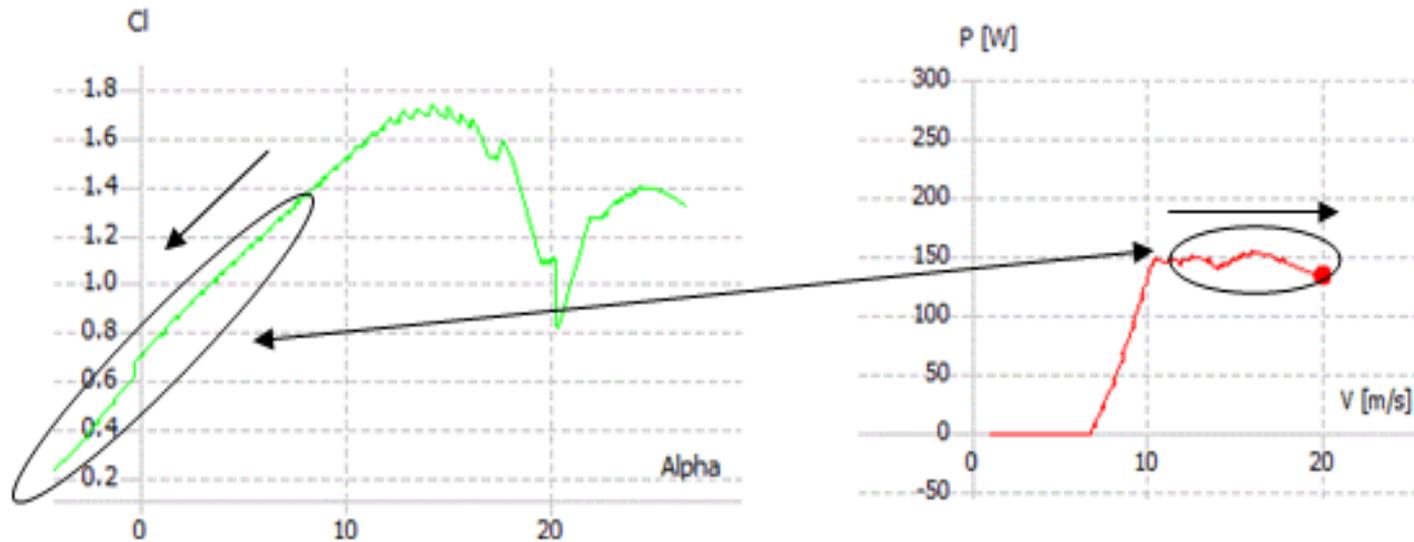
▪ Objetivo:

- Mejorar desempeño, del aerogenerador de baja potencia, en zona de trabajo de carga total.



▪ Propuesta: Pitch control

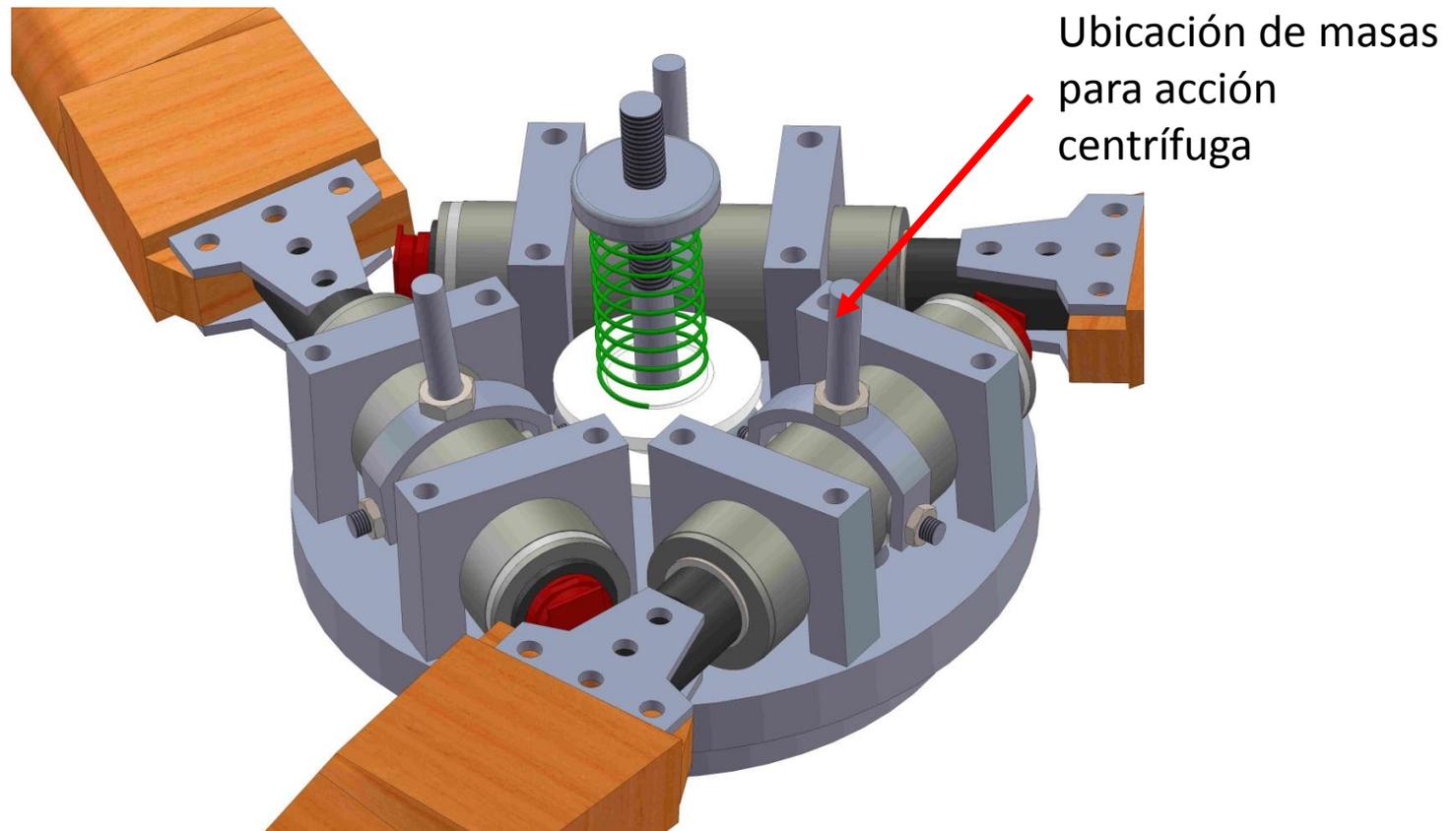
- Modificar el paso de pala, por encima de velocidad de viento nominal, de manera de regular potencia en condiciones de menores cargas sobre el rotor



- **Etapas previas (presentado en CES2014):**
 - Construcción de generador sincrónico a imanes permanentes
 - Construcción de rotor aerodinámico
 - Construcción sistema mecánico (paso fijo)
 - Desarrollo Sistema eléctrico
 - Ensamble y prueba de Aerogenerador

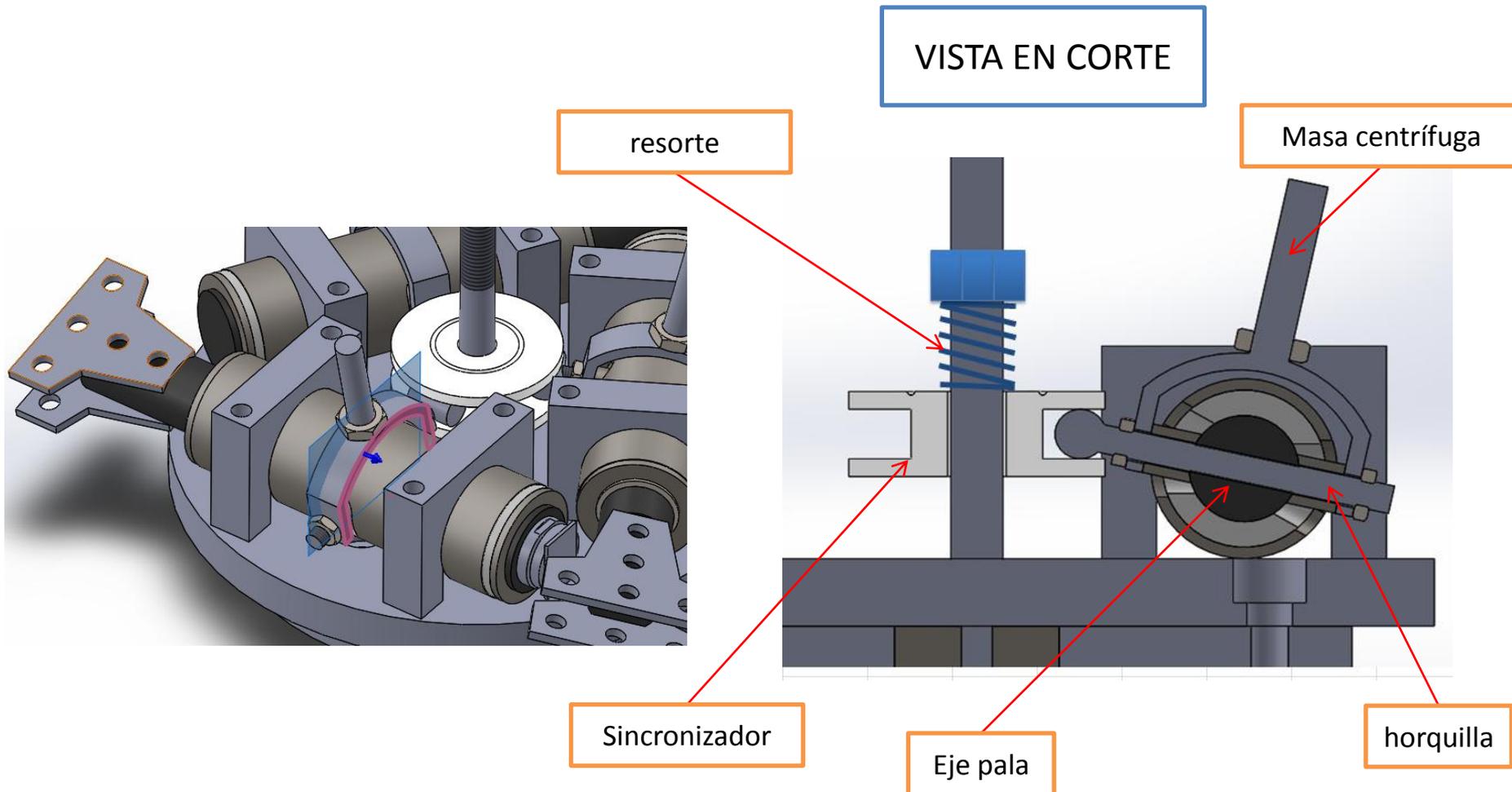
▪ Etapa actual (1/2):

- Desarrollo de sistema de control de paso de pala centrífugo



▪ Etapa actual (2/2):

- Desarrollo de sistema de control de paso de pala centrífugo

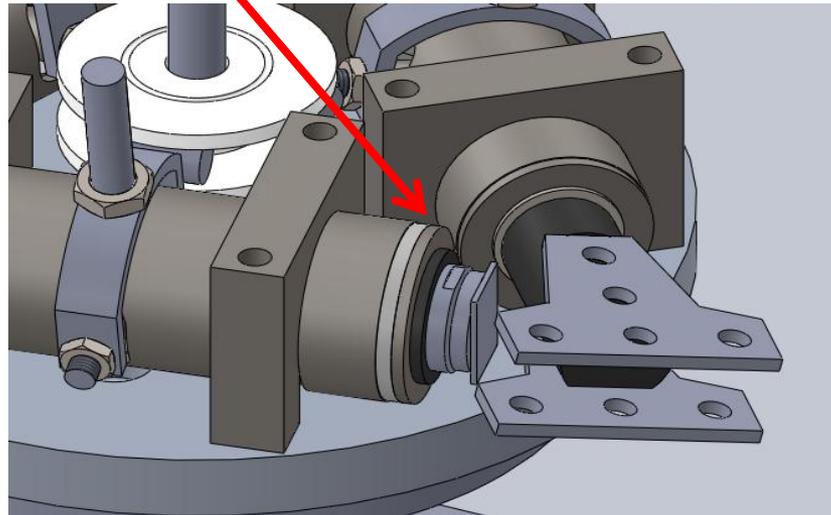
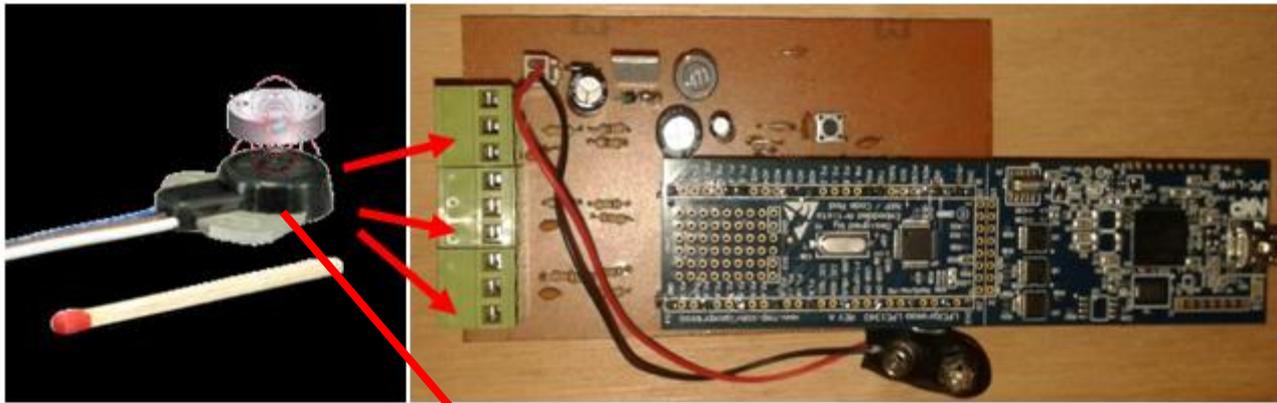


➤ Detalle de construcción del sistema centrífugo

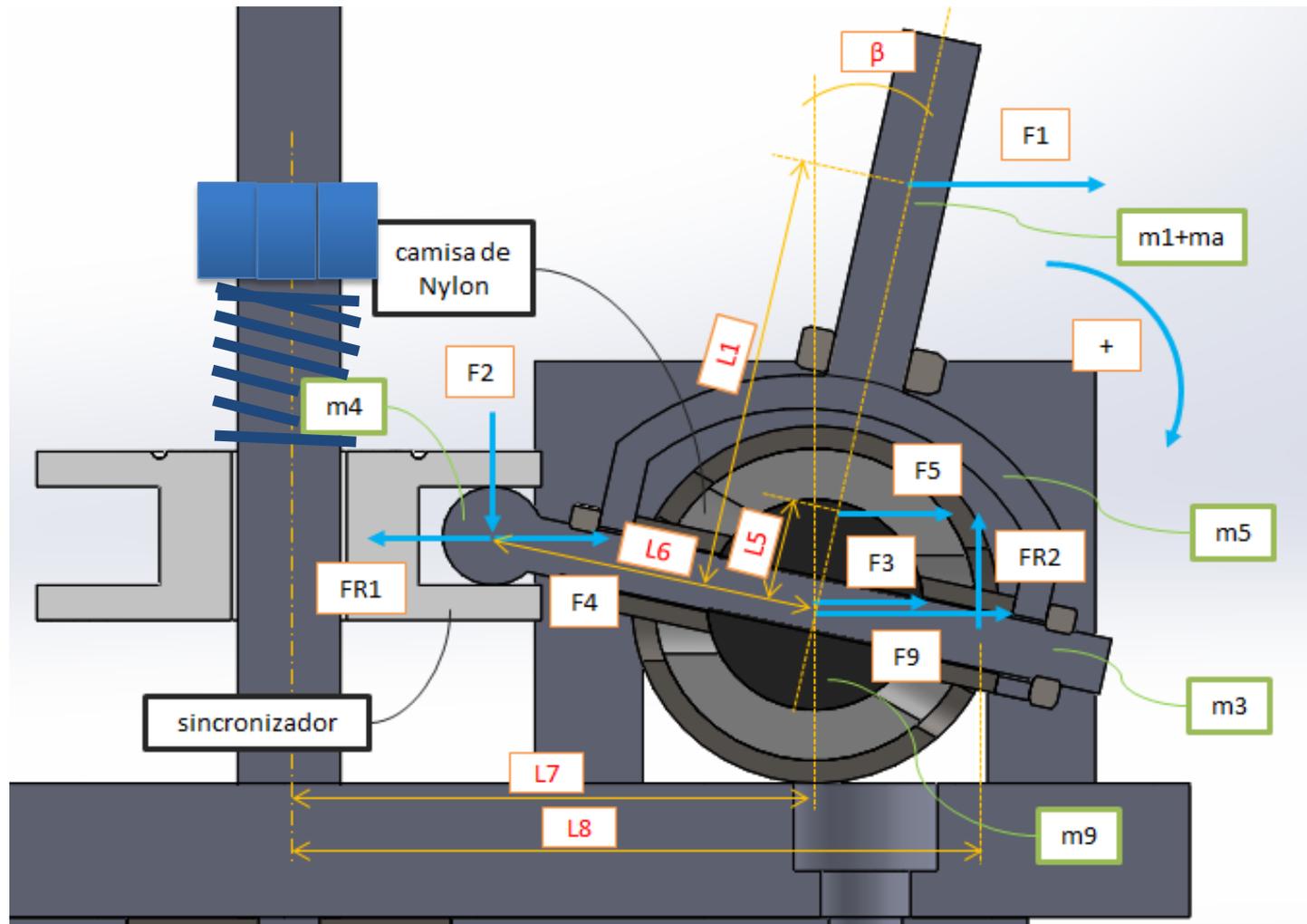


➤ Desarrollo de placa electrónica para adquisición de ángulo de paso de pala

- Necesidad de medir inalámbricamente por giro del rotor:
- LPCXpresso con la programación del microcontrolador de 32 bits LPC1769
- Sensores magnéticos para adquisición de pitch (40mV/°)



- Detalle y modelización del sistema centrífugo (1/2)



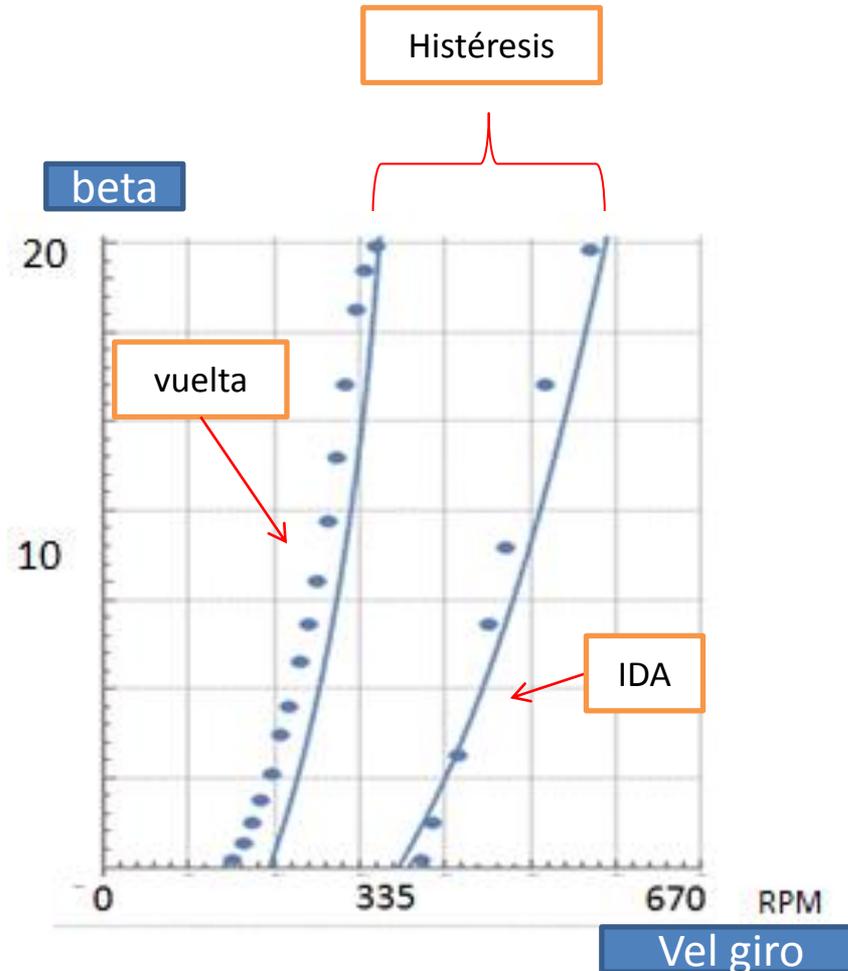
Hipótesis: Momento aerodinámico de pala despreciable

➤ Detalle y modelización del sistema centrífugo (2/2)

Se iteró con las siguientes variables:

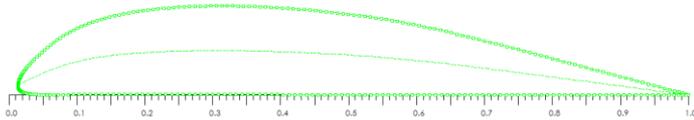
- Masa para acción centrífuga
- Precompresión del resorte
- Fricción
- Constante elástica del resorte

- Teórico: curvas
- Experimental: puntos

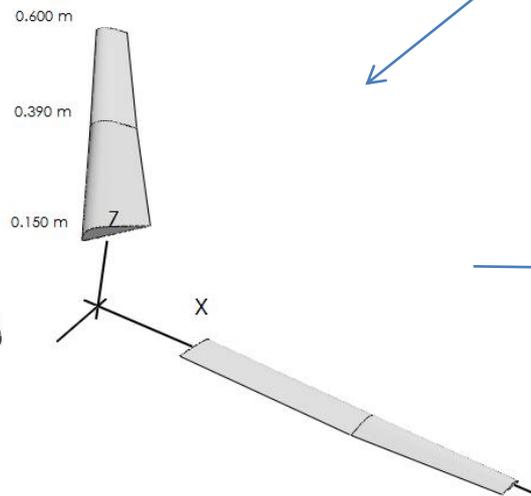
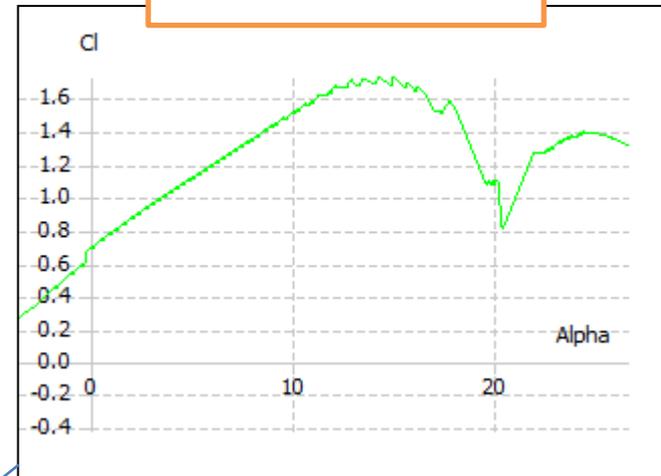


➤ Modelo aerodinámico (BEM)

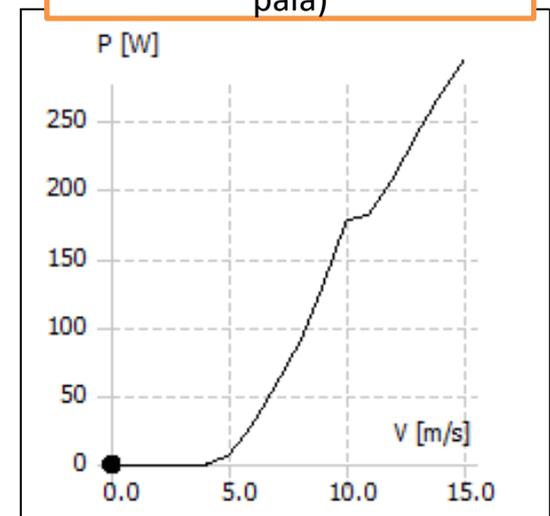
Perfil aerodinámico



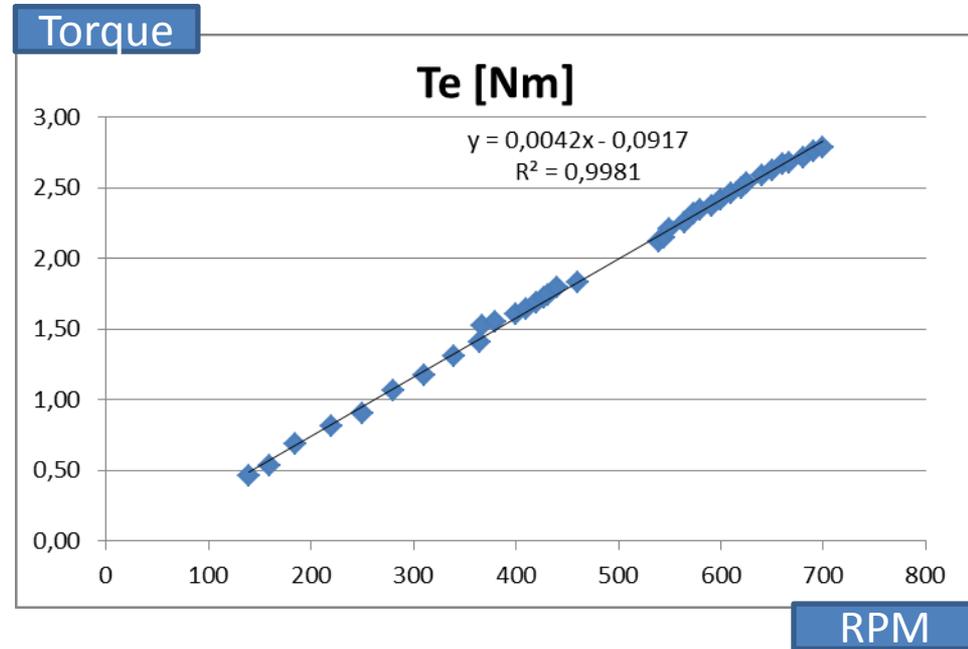
Simulación del perfil



- Curva de generador: Pot Vs. V. (SIN control de paso de pala)



Puesta a punto en banco de prueba y medición de variables eléctricas (constante de torque electromagnético) (K_e)



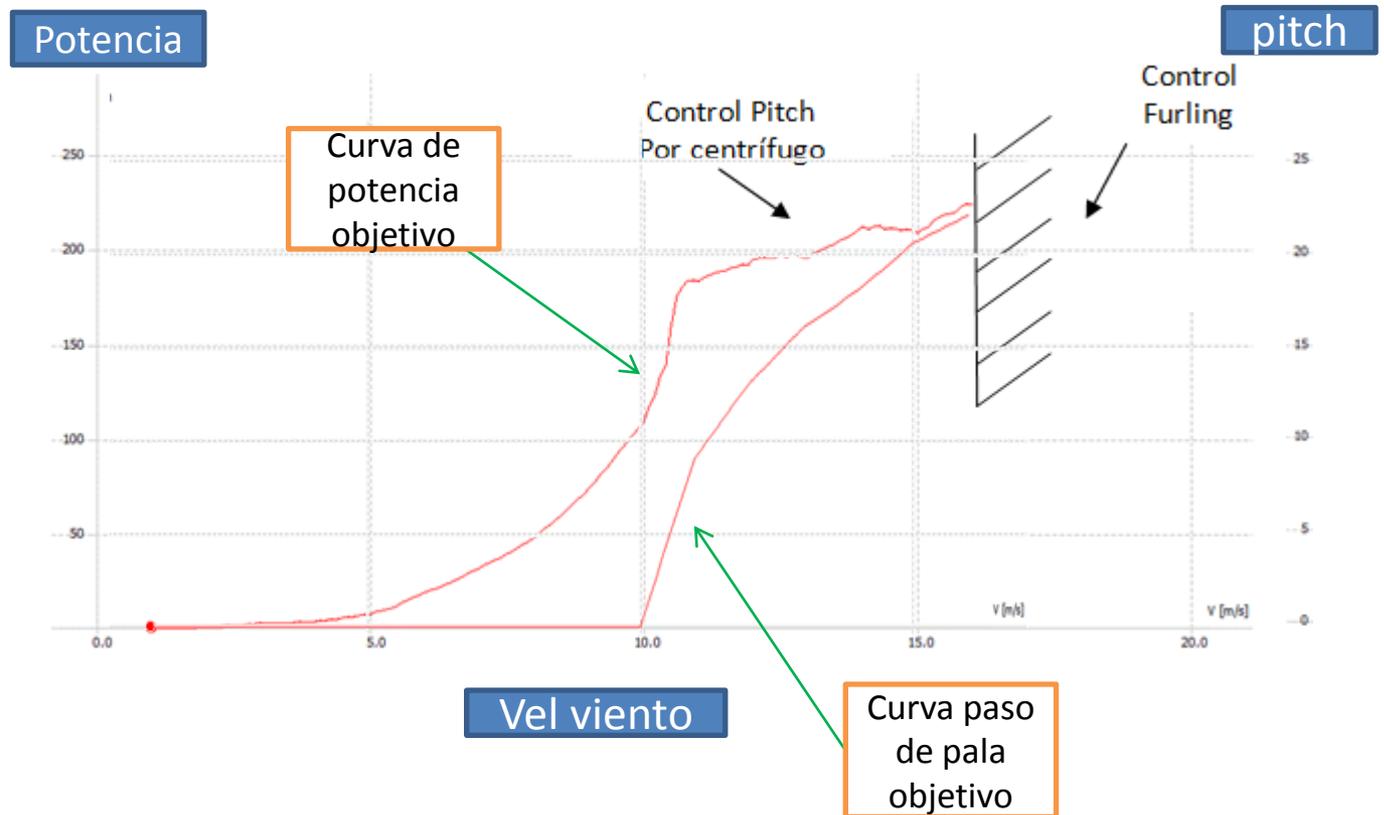
Determinación de pitch por medio de modelado aerodinámico del sistema (estrategia de control)

$$P = P_i + \left(\frac{P_f - P_i}{V_f - V_i} \right) (V - V_i)$$

$$\omega_e = \sqrt{\frac{P}{K_e}}$$

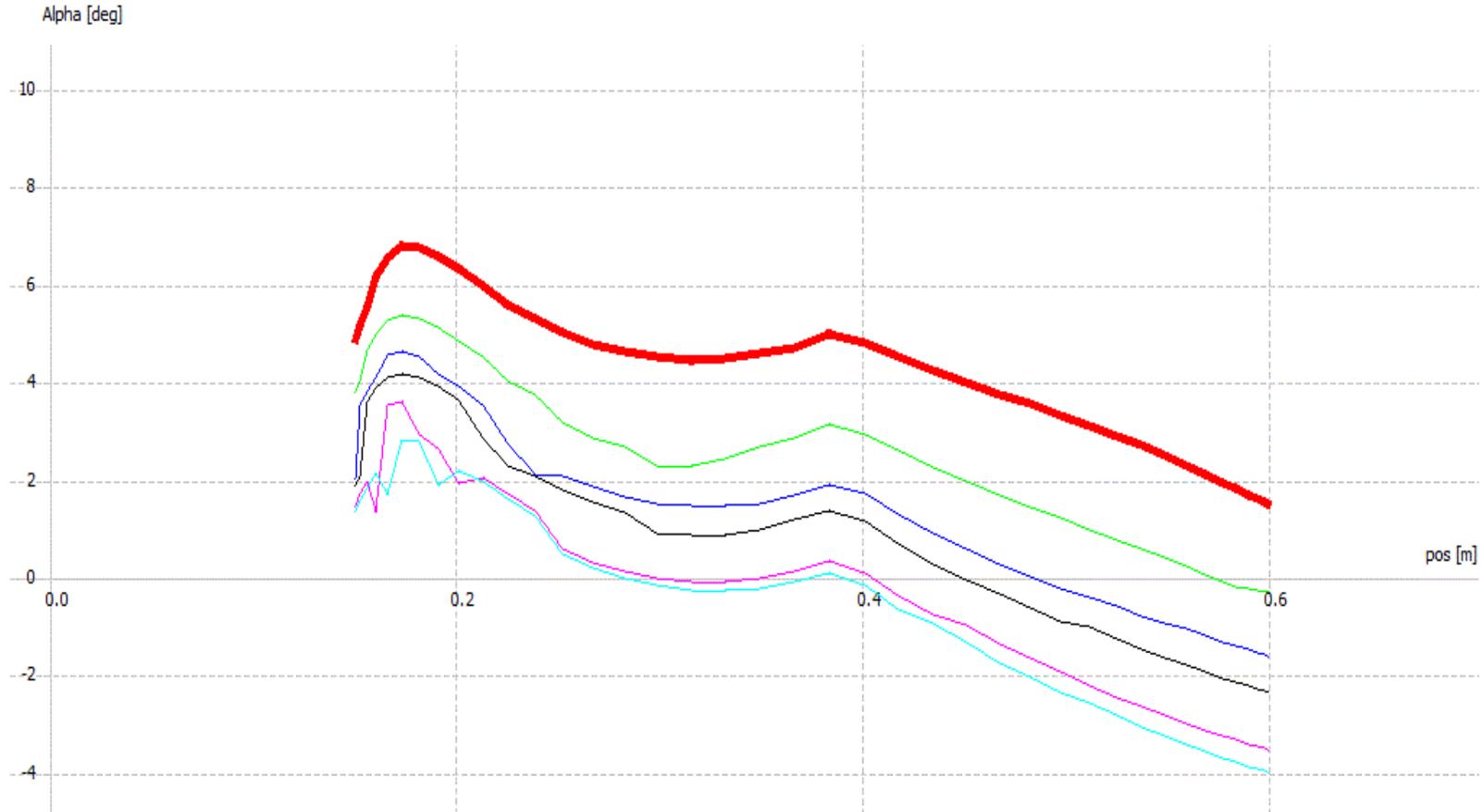
$$C_p = \frac{2P}{\rho V^3 A}$$

$$\lambda = \frac{\omega_e R}{V}$$

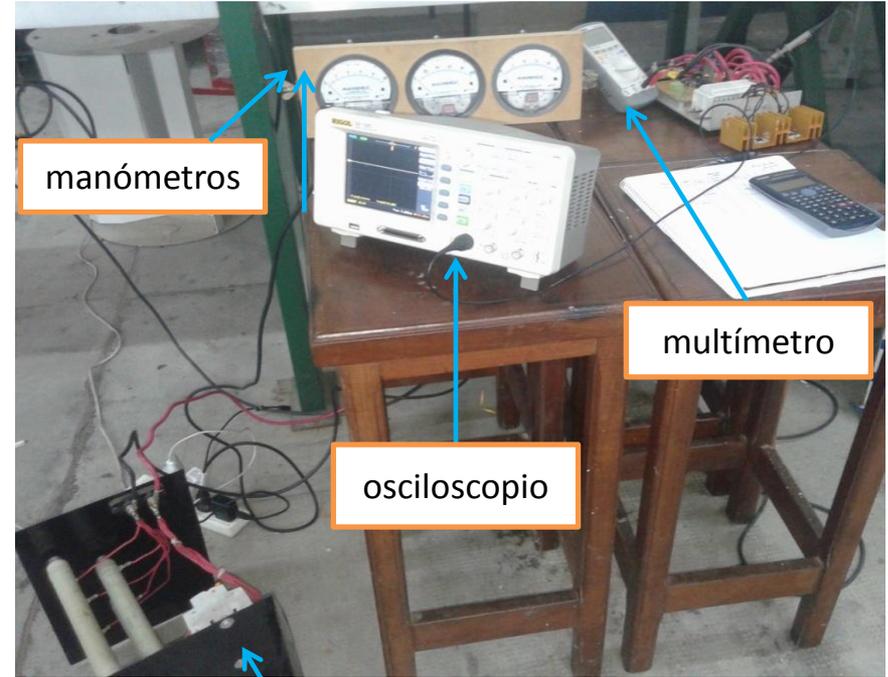


Necesidad de variación de potencia, para variación de RPM y Pitch

Resultado de la estrategia de control: Ángulo de ataque a lo largo de la envergadura de pala



Ensayo en túnel de viento (1/2)

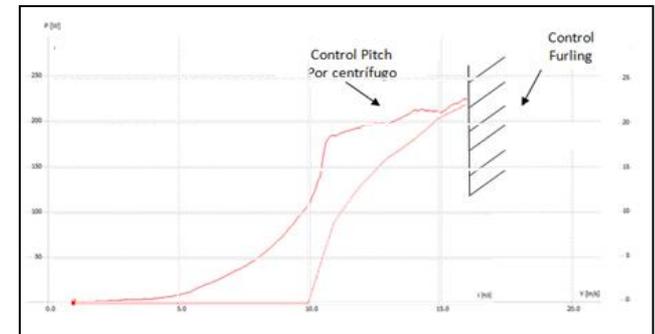
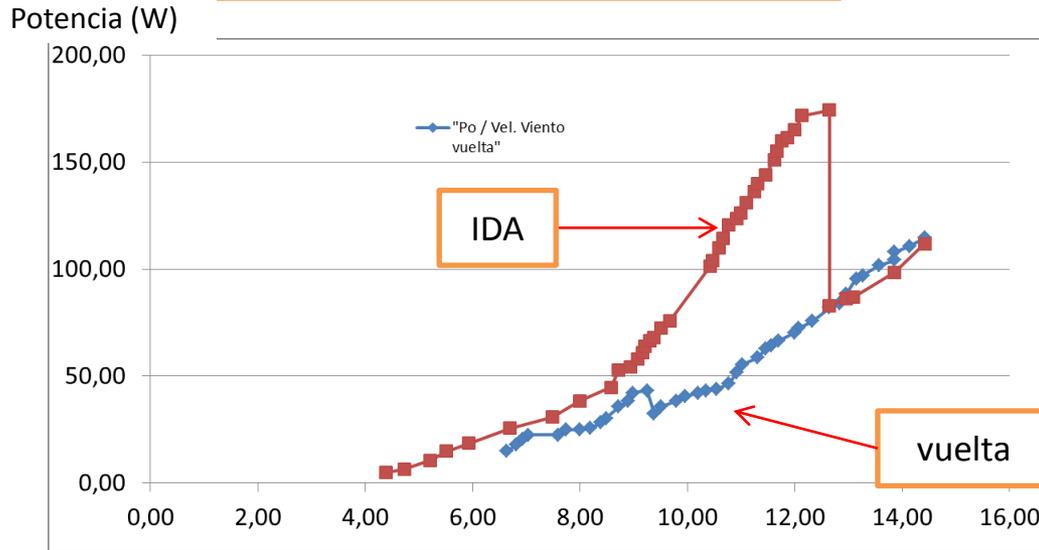


- Necesidad de invertir el túnel tamaño de generador

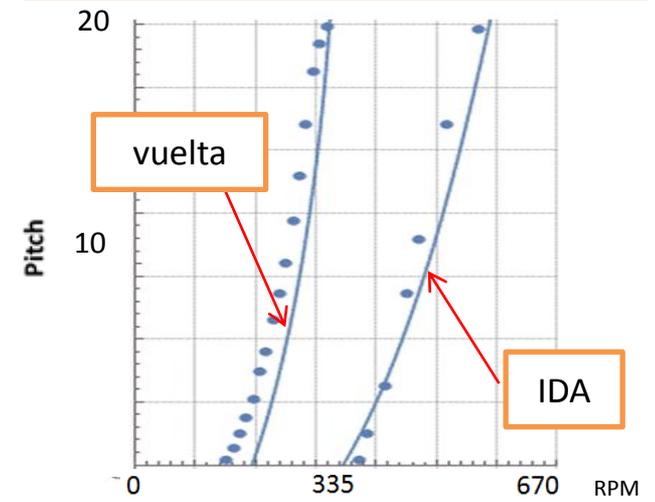
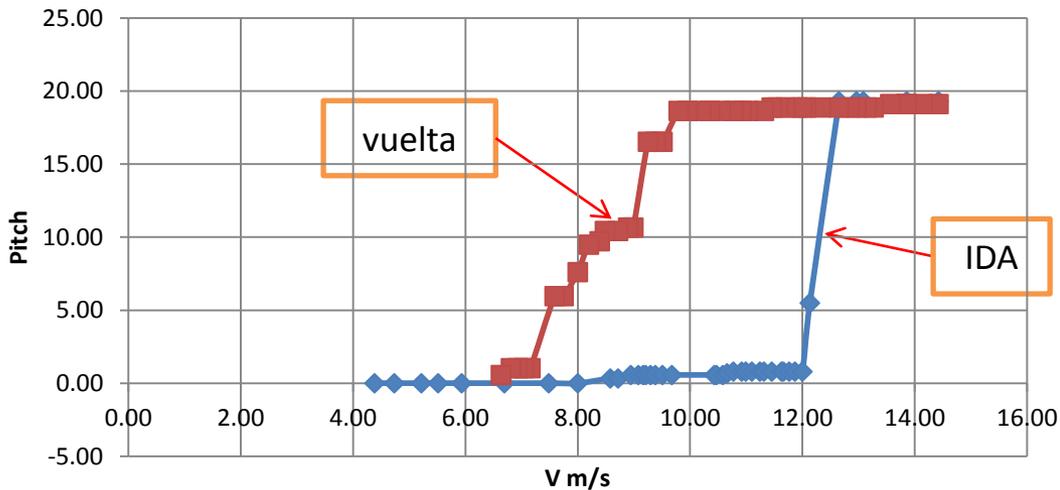
Banco de resistencias

Ensayo en túnel de viento (2/2)

Datos de ensayo en túnel



Datos de ensayo en banco mecánico



➤ Conclusiones

- El objetivo de control de potencia en zona de flujo adherido se logró, pero se debe mejorar la dinámica del sistema para optimizar el desempeño energético.
- Excursión total del paso pala entre 680 y 700 RPM (rango muy corto, a mejorar)
- Curva de pitch vs. RPM lograda según previsto por modelo, pero no según objetivo (por dinámica natural del sistema)
- El modelo aerodinámico también se comprobó de manera satisfactoria con los datos experimentales.
- El modelo eléctrico se comprobó con los datos experimentales

➤ Trabajos futuros

- Modelo dinámico teórico del sistema
- Optimización del sistema mecánico, menos roce e inercia
- Ensayo de ángulo de ataque de corriente en túnel
- Cambio del perfil de pala

Muchas Gracias

rbufanio@frh.utn.edu.ar