



Estudio de Controles de Paso de Pala para Generador Eólico de Baja Potencia

UTN Facultad Regional Haedo
Grupo GESE

de Villaflor Alejandro Blas¹, Bufanio Ruben², Ruscio Juan Pablo³, Rubido Javier⁴, Stortoni Carlos⁵, Garbuglia Hugo⁶, Bracco Ramiro⁷, Zitelli Pablo⁸

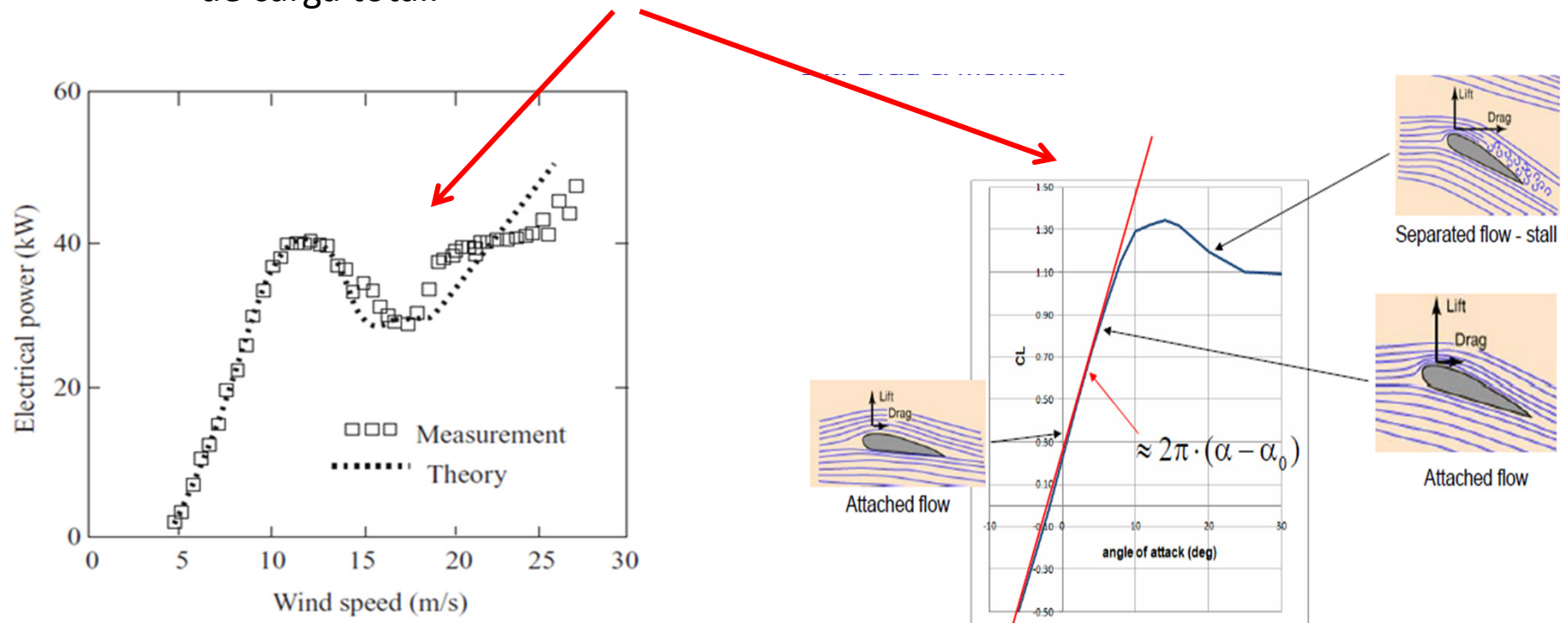
Paris 532, Haedo, Bs. As. 1706.

¹ devillab@speedy.com.ar, ² ruben.bufanio@speedy.com.ar ³ jpruscio@hotmail.com,
⁴ javierrubido@yahoo.com.ar, ⁵ damy16@hotmail.com , ⁶ hugogar@ciudad.com.ar,
⁷ ramiro.bracco@gmail.com , ⁸ zitelli.pablo@gmail.com

➤ Objetivo y Propuestas de Trabajo

▪ Objetivo:

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

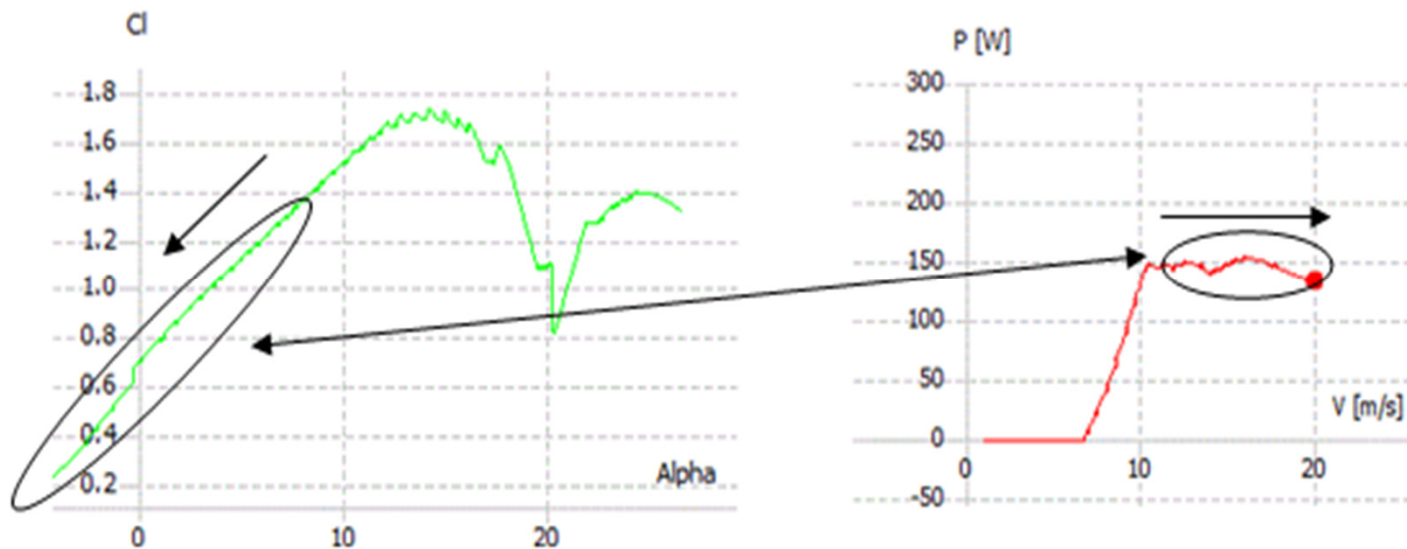


Fuente: T. Burton (2001), Wind Energy Handbook

GESE - F.R.H

▪ Propuesta: Pitch control

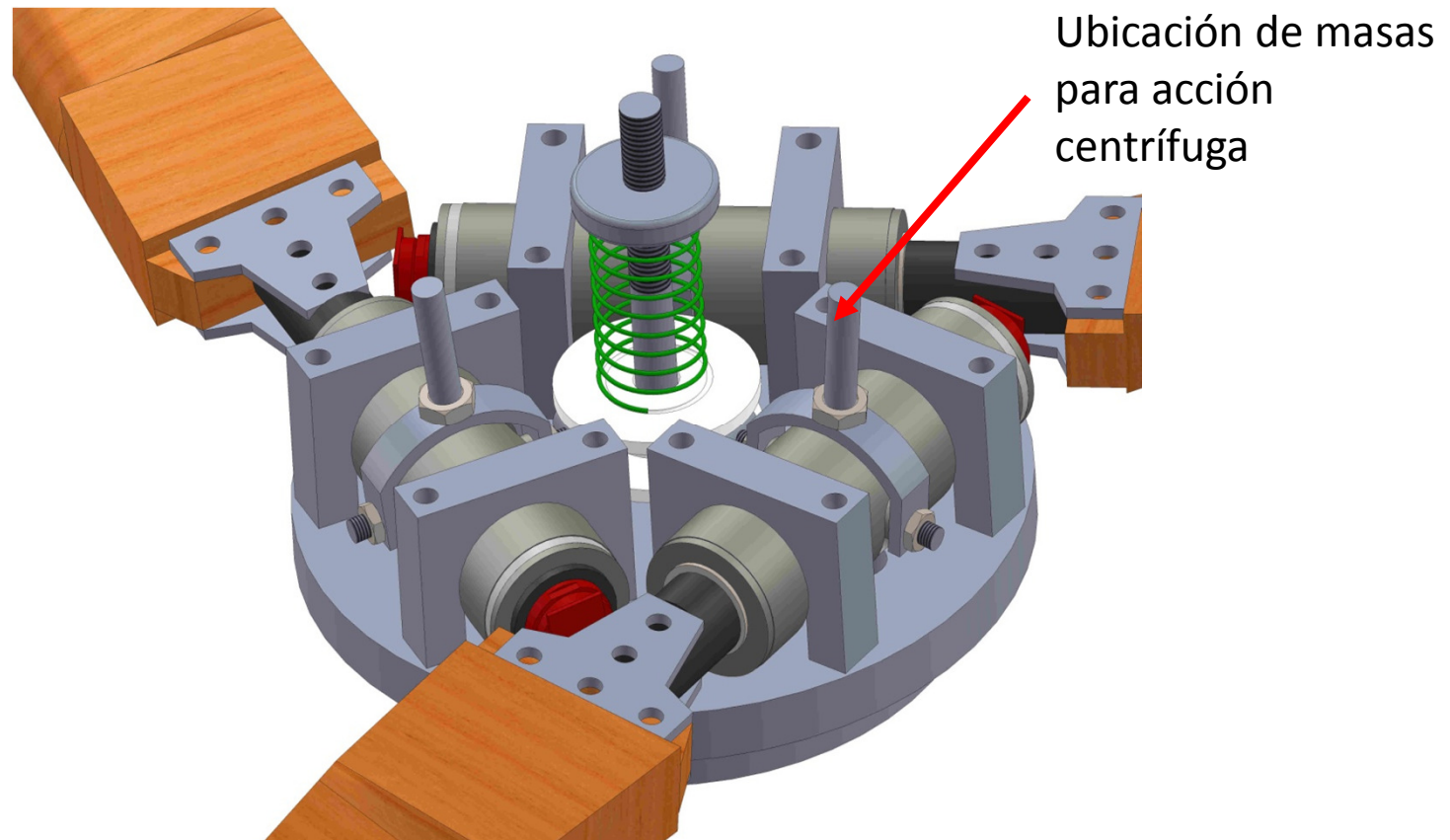
- Modificar el paso de pala, por encima de velocidad de viento nominal, de manera de regular potencia en condiciones de menores cargas sobre el rotor



- **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

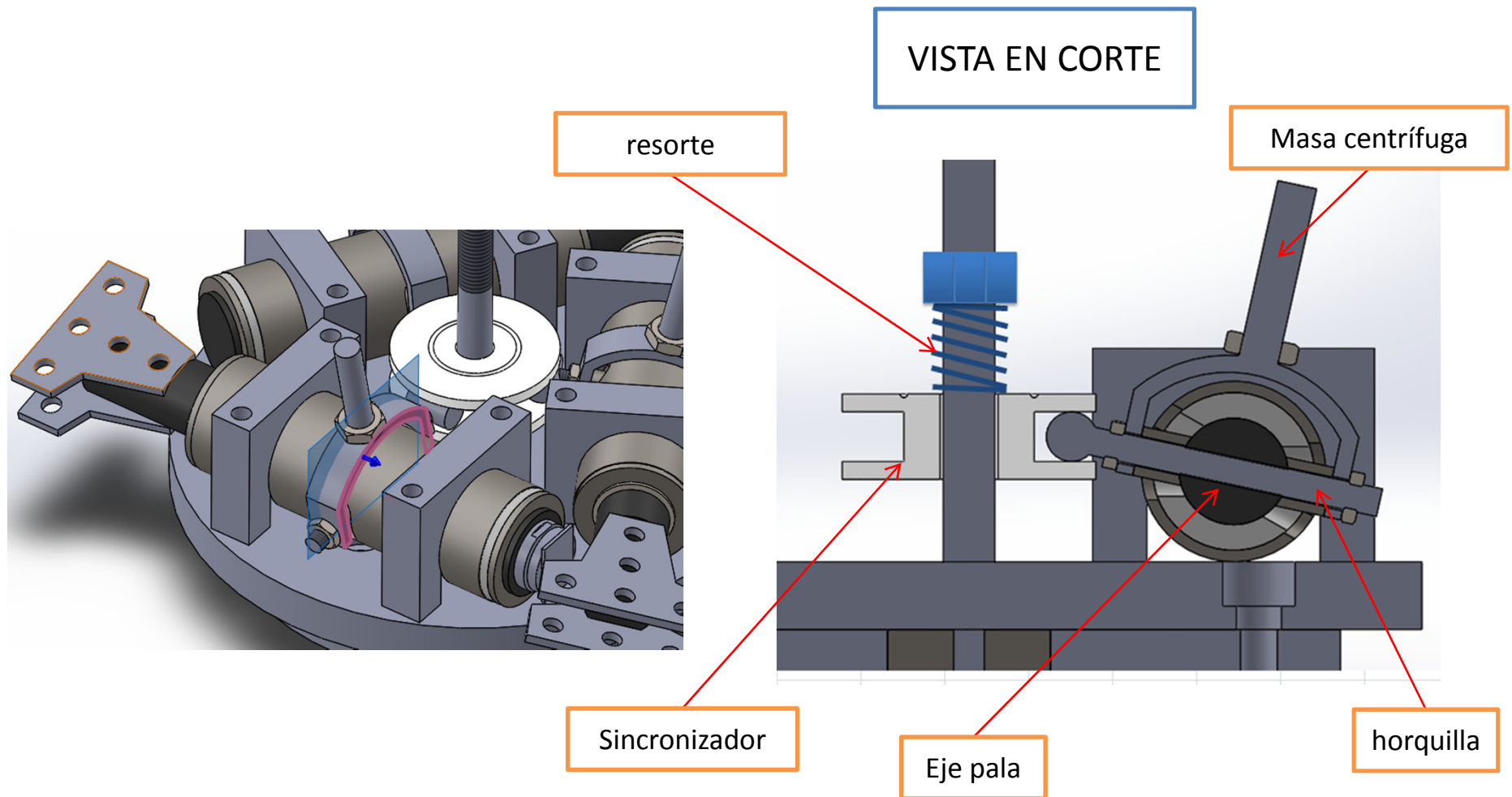
GESE - F.R.H

- **Etapa actual (1/2):**
 - **Desarrollo de sistema de control de paso de pala centrífugo**



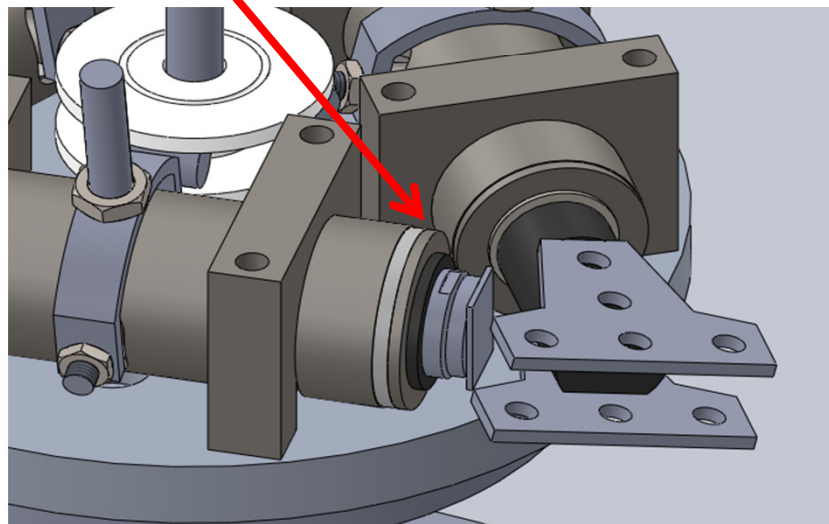
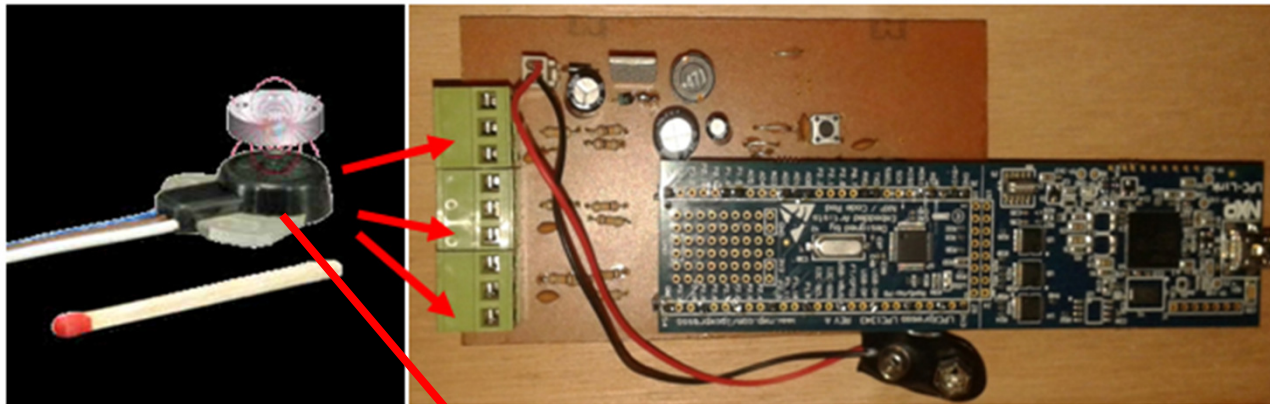
▪ Etapa actual (2/2):

- Desarrollo de sistema de control de paso de pala centrífugo

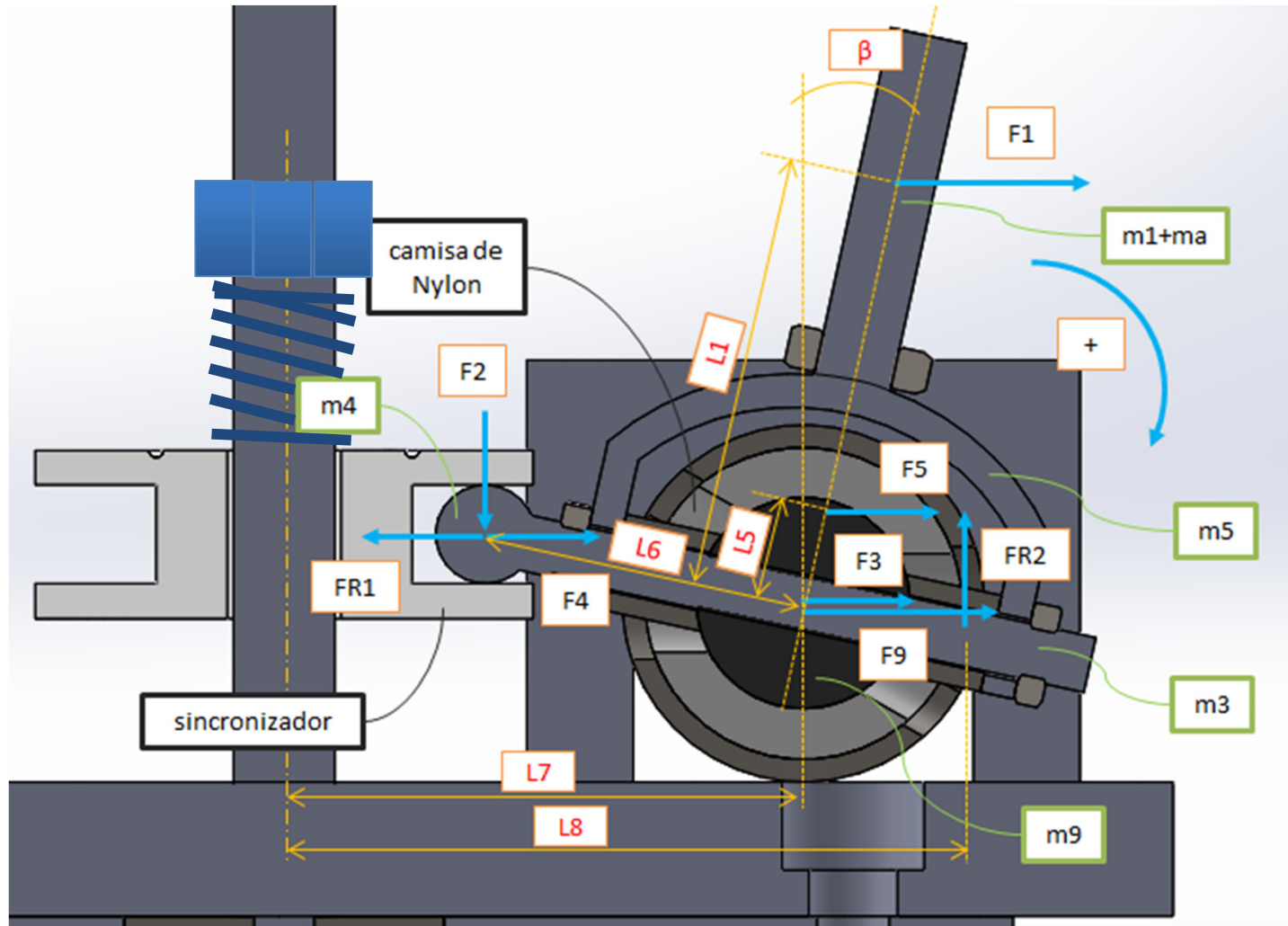


➤ Desarrollo de placa electrónica para adquisición de ángulo de paso de pala

- 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)



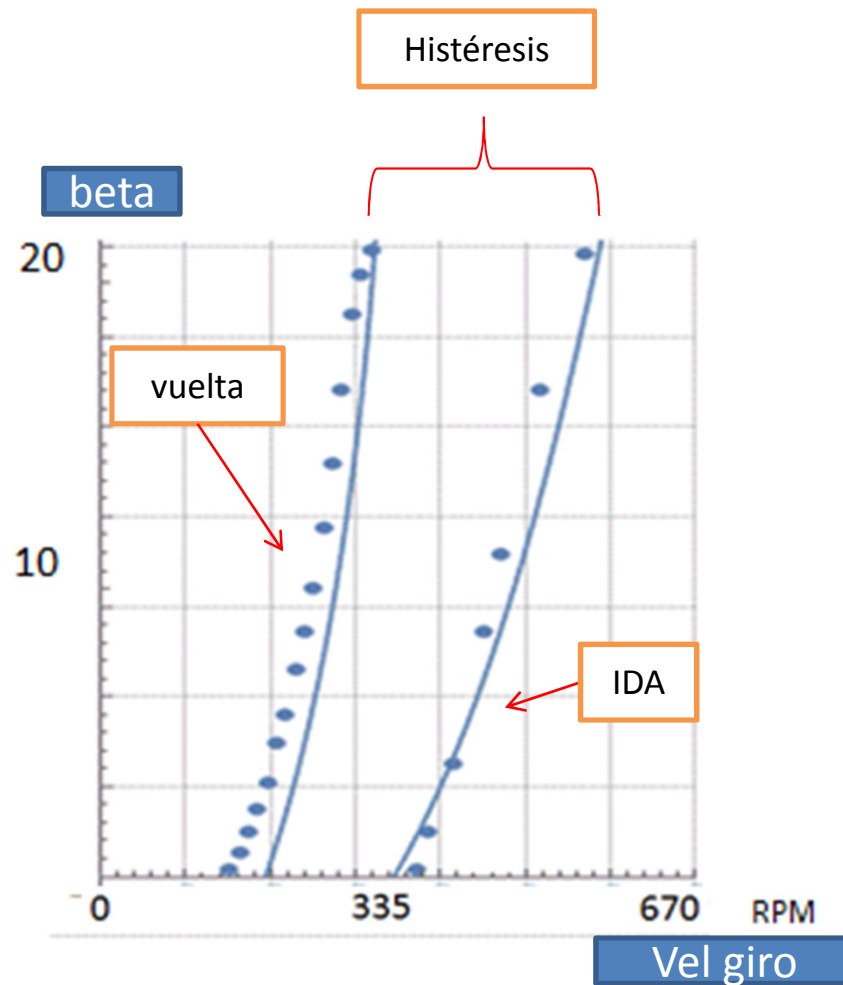
Hipótesis: Momento aerodinámico de pala despreciable

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

Se iteró con las siguientes variables:

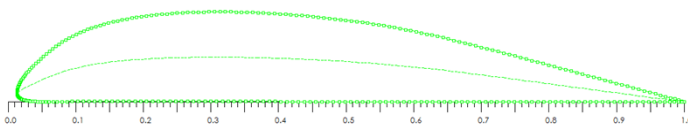
- Masa para acción centrífuga
- Precompresión del resorte
- Fricción
- Constante elástica del resorte

- Teórico: curvas
- Experimental: puntos

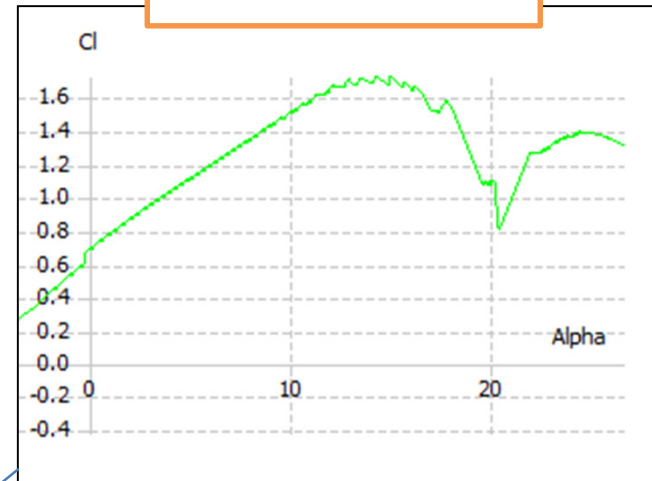


➤ Modelo aerodinámico (BEM)

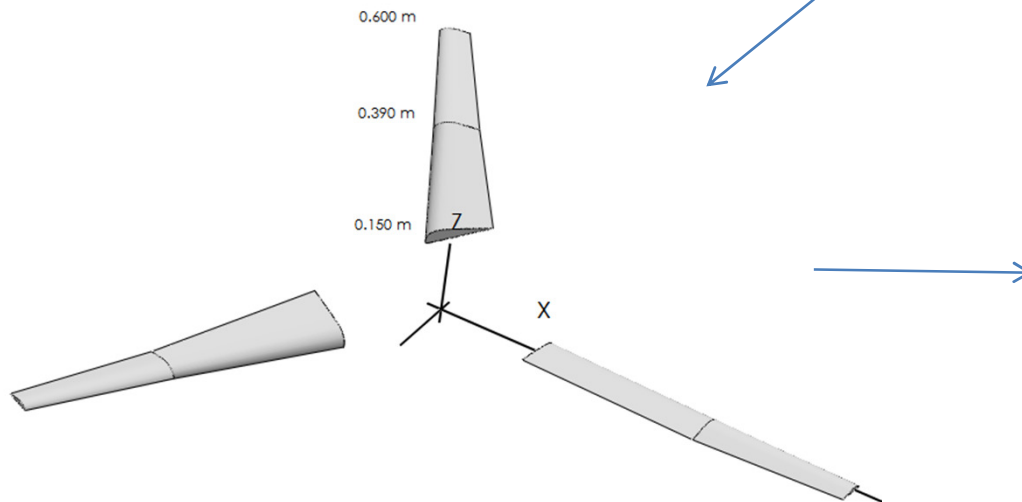
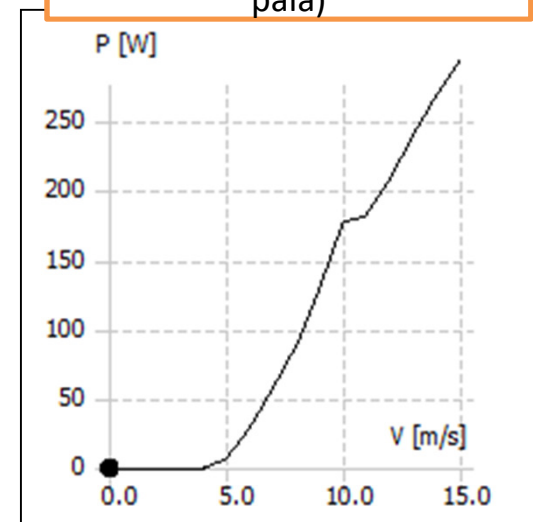
Perfil aerodinámico



Simulación del perfil

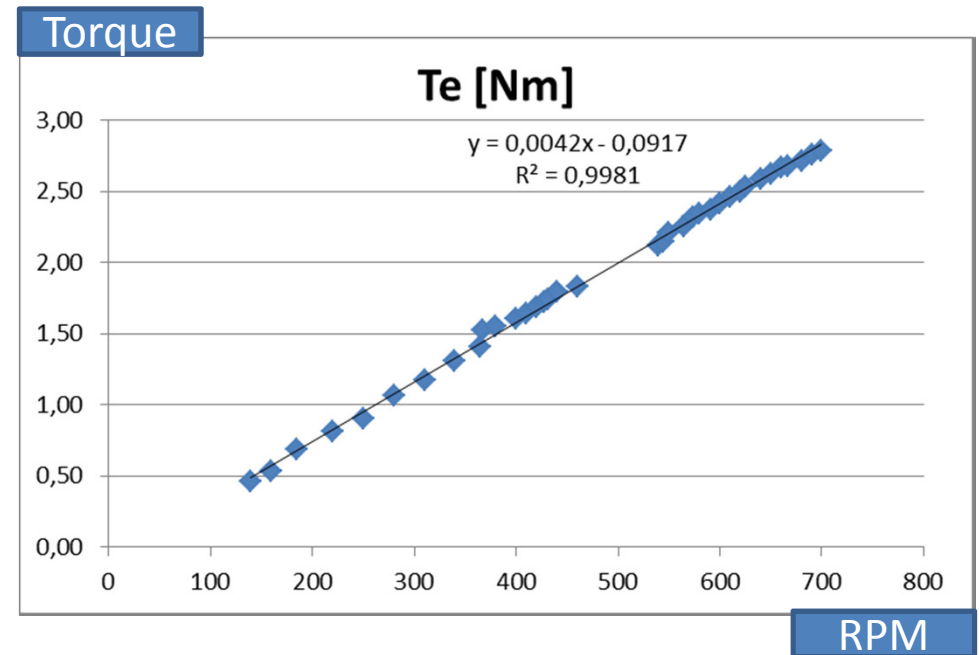


- Curva de generador: Pot Vs. V. (SIN control de paso de pala)



GESE - F.R.H

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



GESE - F.R.H

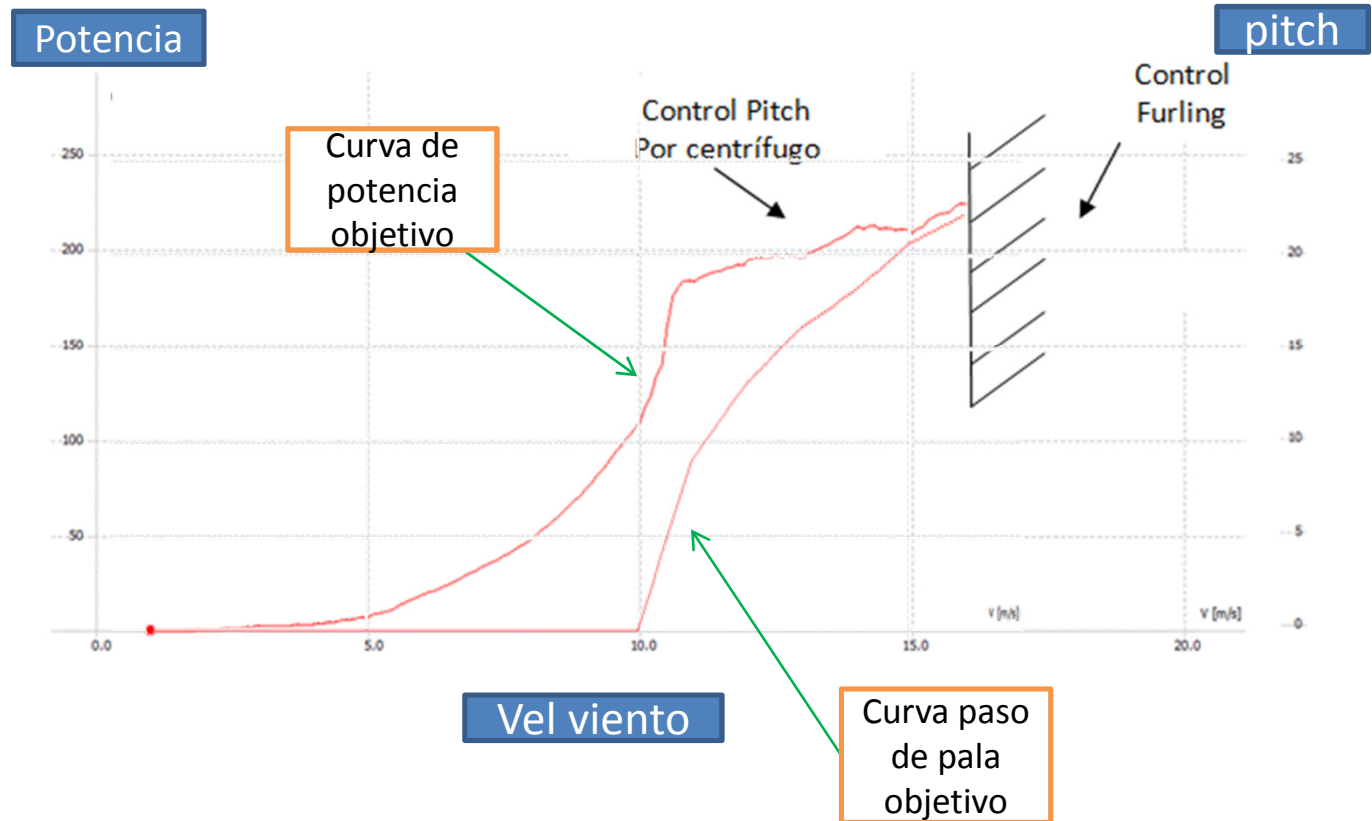
Determinación de pitch por medio de modelado aerodinámico del sistema (estrategia de control)

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

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

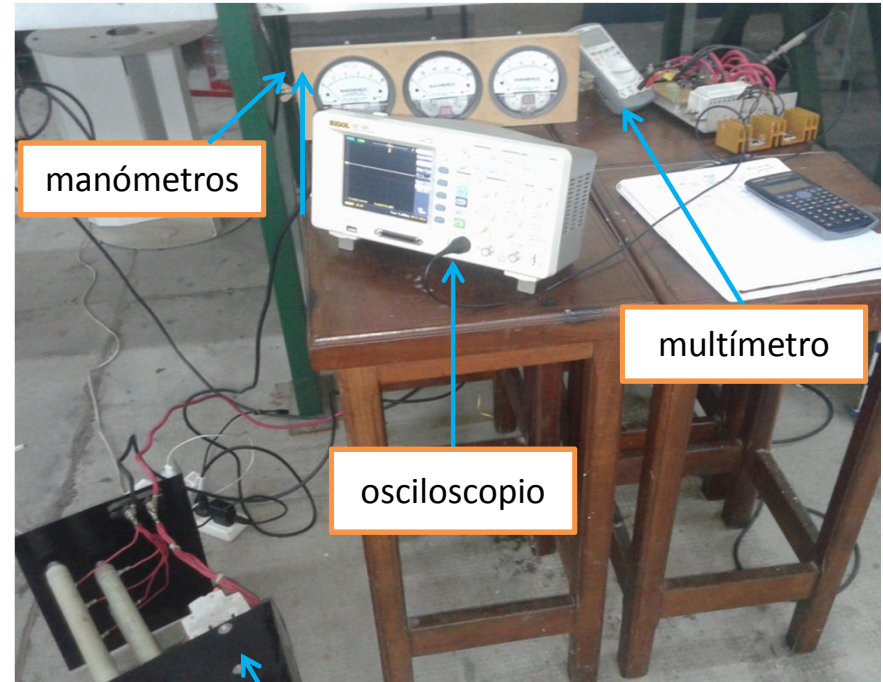
$$C_p = \frac{2P}{\rho V^3 A}$$

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



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

Ensayo en túnel de viento (1/2)

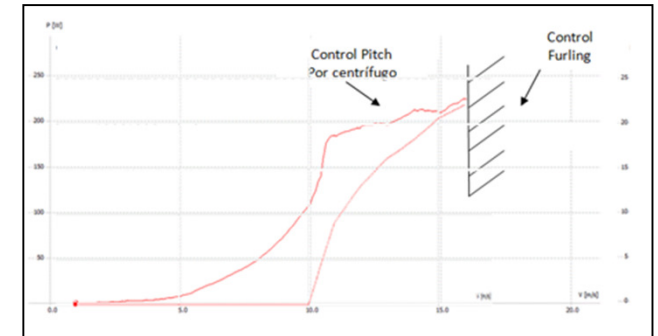
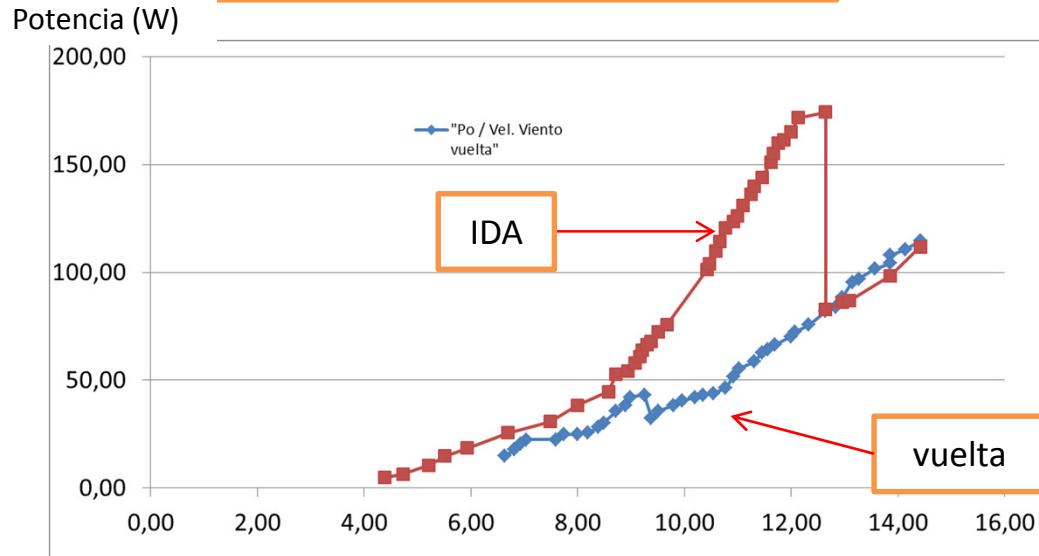


- Necesidad de invertir el túnel tamaño de generador

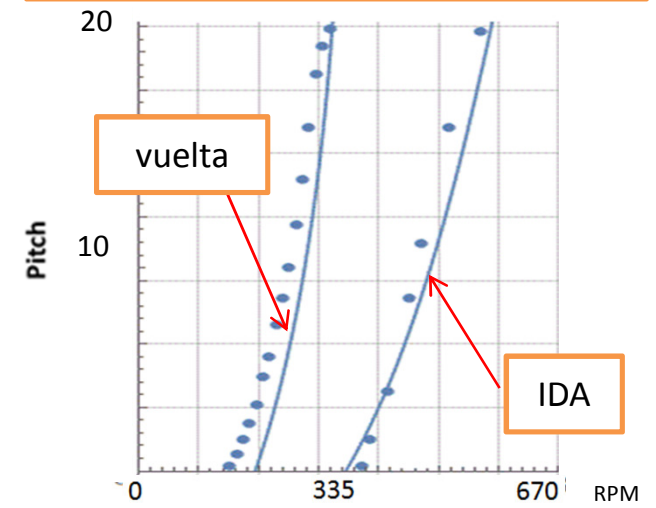
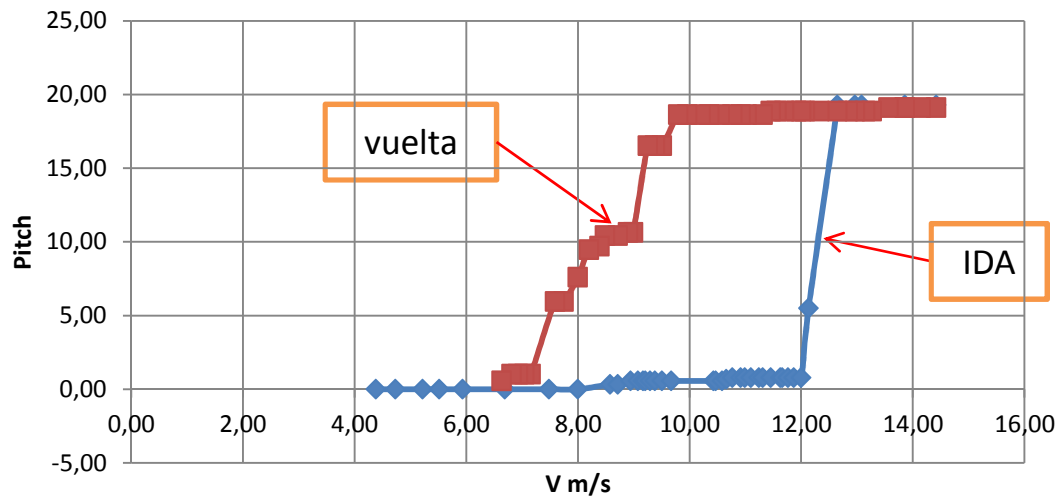
Banco de resistencias

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

GESE - F.R.H

Muchas Gracias