

PRÁCTICA 4 ELECTRÓNICA Y CONTROL DE SISTEMAS DE ENERGÍA:

JUAN DE DIOS HERRERA HURTADO

Índice

- Apartado 1: página 2
- Apartado 2: páginas 2 – 3
- Apartado 3: páginas 3 – 4
- Apartado 4: páginas 4 – 6
- Apartado 5: página 6

Apartado 1

Simulamos para viento constante de 10 m/s y 14 m/s:

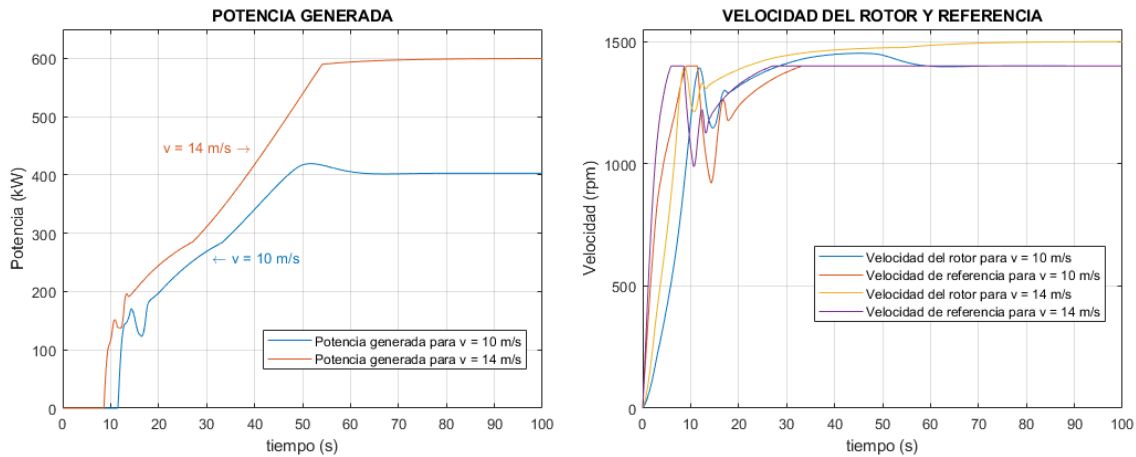


Figura 1: potencia (imagen izquierda) y velocidad de giro del generador y su referencia (imagen derecha) para velocidades constantes de 10 y 14 m/s respectivamente

En el caso de $v = 14$ m/s, el control del ángulo de la pala actúa para que el rotor no gire a más de 1500 rpm que es su velocidad máxima y la referencia del control del generador tiene como valor máximo 1400 rpm (se satura a este valor para crear una histéresis entre ambos controles consiguiendo que no actúen a la vez), de ahí que sature a ese valor. Por otro lado, al girar el rotor a menor velocidad para el caso de $v = 10$ m/s, genera una potencia menor.

Apartado 2

Simularemos para $v = 8$ m/s (caso real):

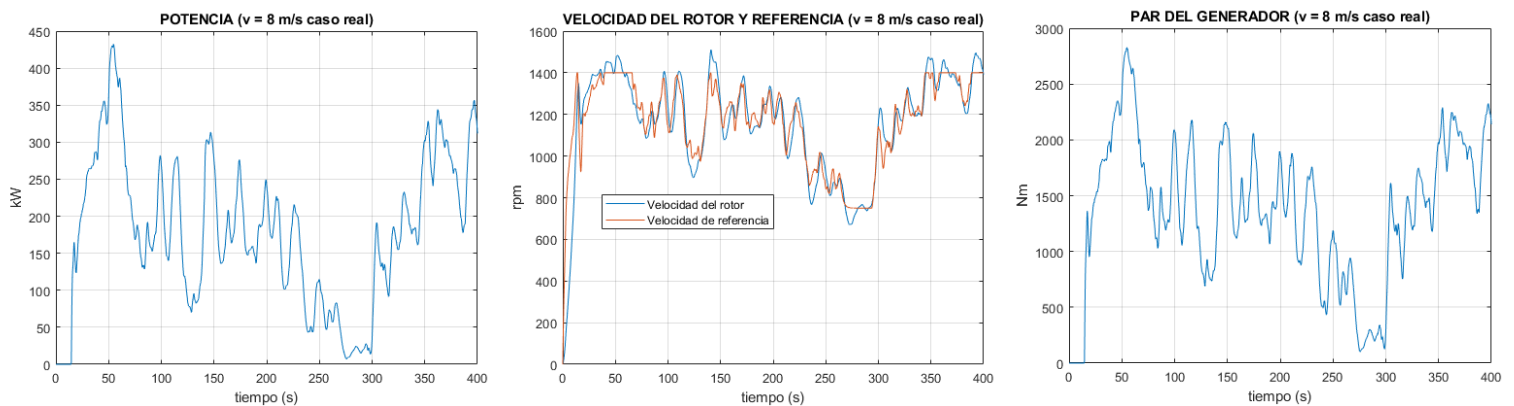


Figura 2: potencia (imagen izquierda), velocidad de giro del generador y su referencia (imagen central) y par del generador (imagen derecha) para el caso real de $v = 8$ m/s

Aquí vemos que el control de la pala entra en tramos concretos de tiempo (tramo alrededor de los 50 segundos, tramo de los 150 segundos y tramo final llegando a los 400 segundos). Cabe destacar que en dichos instantes la velocidad de giro supera las 1400 rpm.

Y para $v = 16$ m/s (caso real):

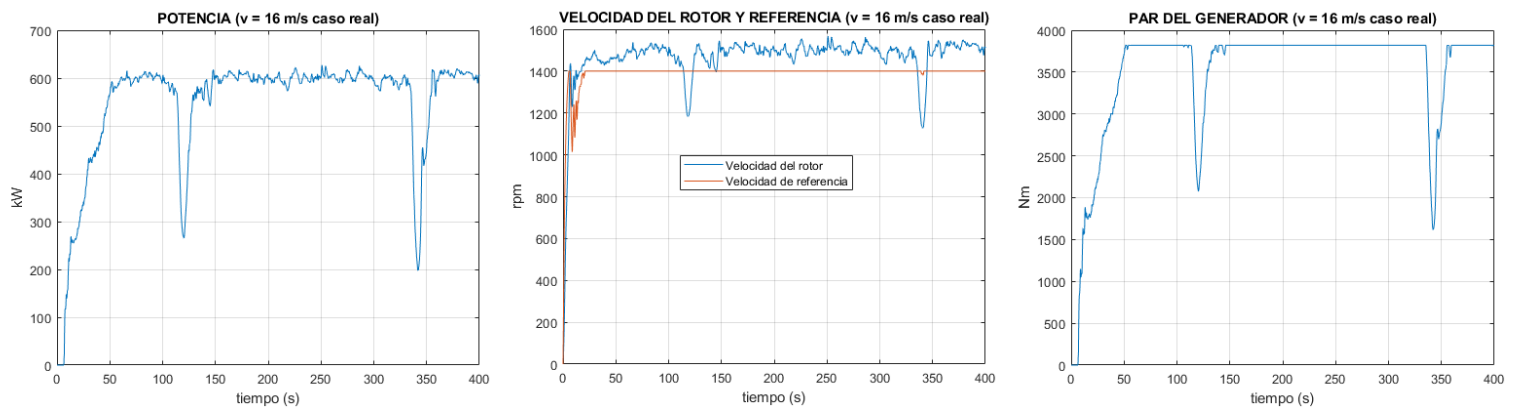


Figura 3: potencia (imagen izquierda), velocidad de giro del generador y su referencia (imagen central) y par del generador (imagen derecha) para el caso real de $v = 16$ m/s

Aquí sí se aprecia que el control de la pala actúa en todo momento para tratar de mantener la velocidad del rotor a esas 1500 rpm que tiene de límite el rotor.

Apartado 3

Simulamos el primer escalón de 8 a 10 m/s:

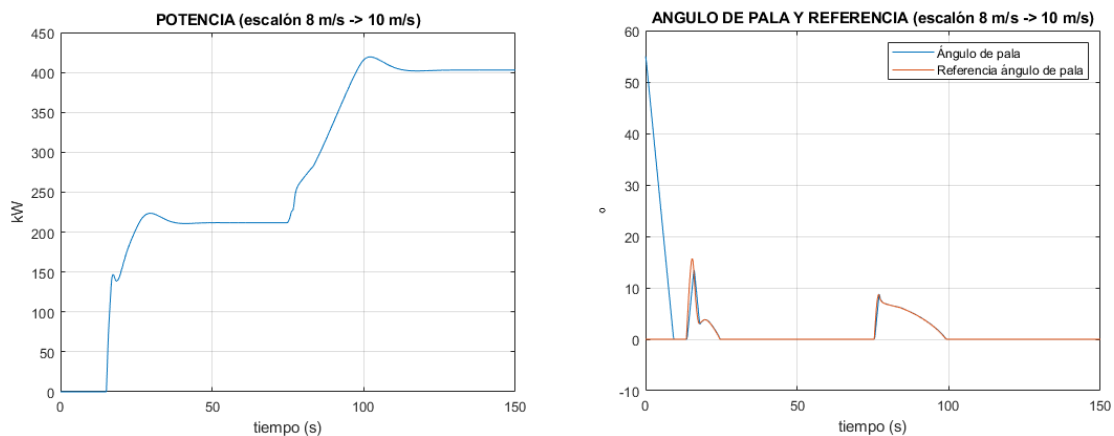


Figura 4: potencia (imagen izquierda) y ángulo de la pala y su referencia (imagen derecha) para un escalón en la velocidad de 8 a 10 m/s

Vemos que al realizar el cambio de 8 a 10 m/s la pala debe actuar, pero solo durante el transitorio, una vez se alcanza el régimen permanente, deja de actuar volviendo a referencia 0°.

Ahora el caso para el escalón de 10 a 15 m/s:

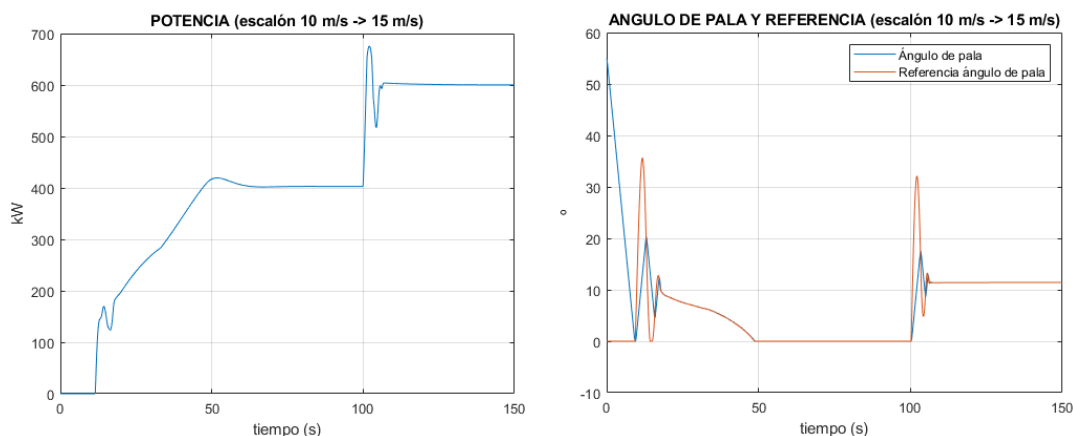


Figura 5: potencia (imagen izquierda) y ángulo de la pala y su referencia (imagen derecha) para un escalón en la velocidad de 10 a 15 m/s

Aquí observamos que ya no es suficiente con el par del generador y el control de la pala debe actuar en todo momento desde que se realiza el cambio en la velocidad del viento de 10 a 15 m/s.

Apartado 4

Modificamos primero los parámetros del control del ángulo de la pala “KpH” y “KiH”, pero primero simularemos sin modificarlos para tener con qué comparar:

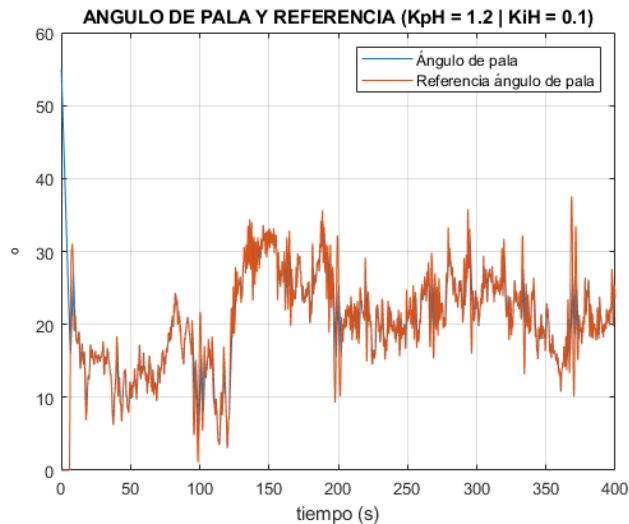


Figura 6: ángulo de la pala y su referencia para el caso real de $v = 20$ m/s sin modificar los parámetros del control del ángulo de la pala

Modificamos ahora “KpH” tanto aumentando su valor como disminuyéndolo:

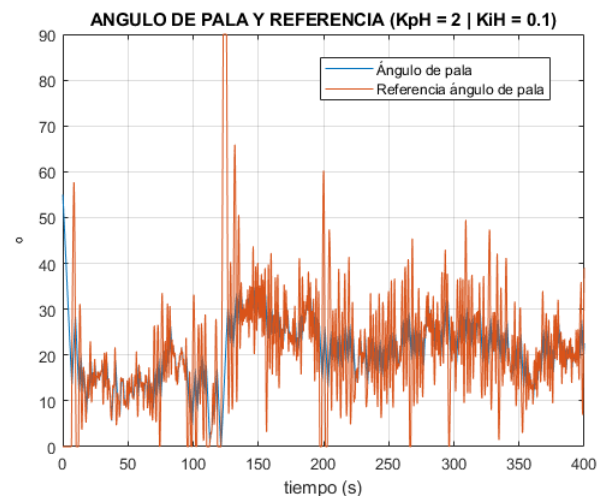
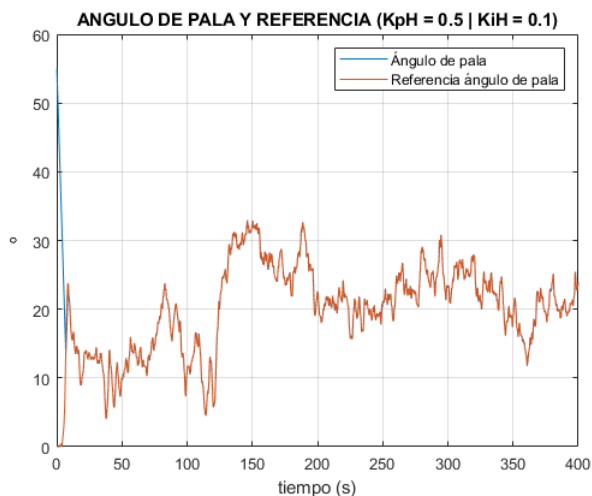


Figura 7: ángulo de la pala y su referencia para el caso real de $v = 20$ m/s disminuyendo el término proporcional a 0.5 (imagen izquierda) y aumentando el término proporcional a 2 (imagen derecha)

Se puede observar que aumentar el término proporcional hace la señal más ruidosa y con más picos mientras que al reducirlo se solapa prácticamente con la referencia logrando una señal más limpia.

Ahora realizamos la observación al modificar el término integral “KiH”:

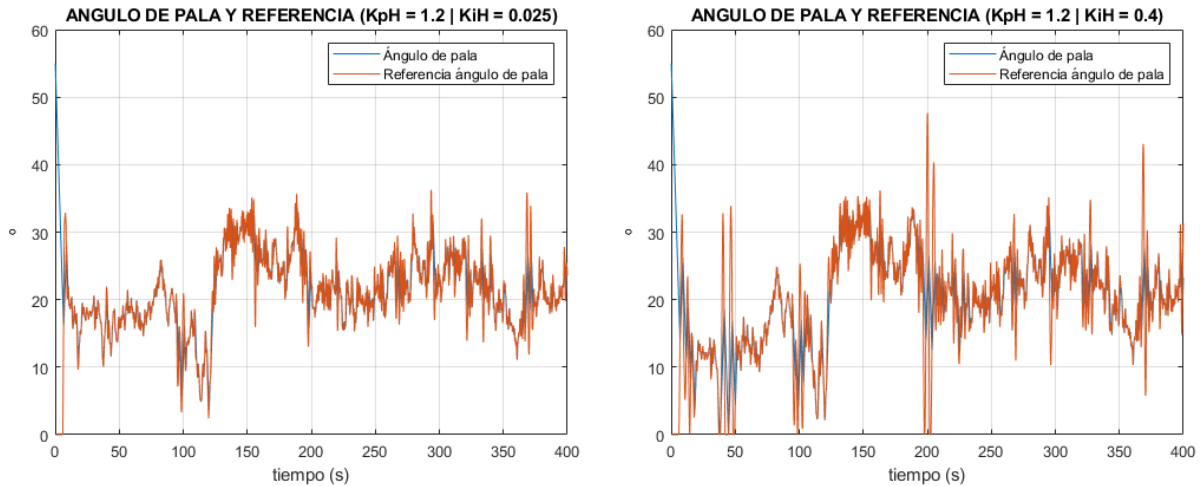


Figura 8: ángulo de la pala y su referencia para el caso real de $v = 20$ m/s disminuyendo el término integral a 0.025 (imagen izquierda) y aumentando el término integral a 0.4 (imagen derecha)

Al aumentar el término integral sucede lo mismo que al aumentar el proporcional obteniéndose una señal más ruidosa, sin embargo, al reducirlo, no se aprecian cambios considerables con respecto a su valor original de 0,1.

Pasamos ahora a modificar los parámetros del control de velocidad del generador “KpH” y “KiH” simulando previamente sin modificar los parámetros:

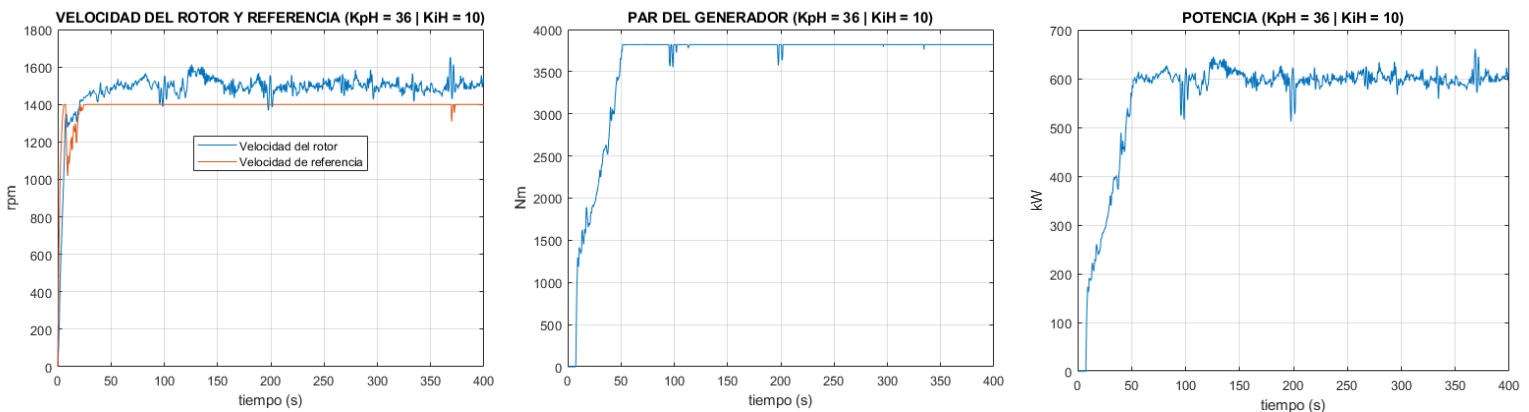


Figura 9: velocidad de giro del generador y su referencia (imagen izquierda), par del generador (imagen central) y potencia (imagen derecha) para el caso real de $v = 20$ m/s sin modificar los parámetros del control del generador

Modificamos ahora el término proporcional del control en velocidad del generador “KpH”:

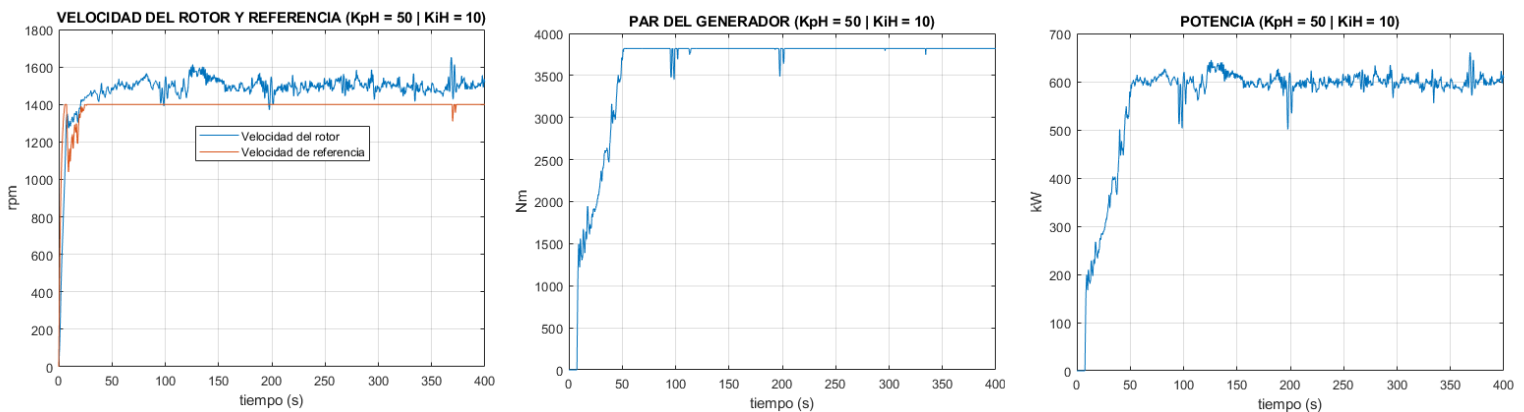


Figura 10: velocidad de giro del generador y su referencia (imagen izquierda), par del generador (imagen central) y potencia (imagen derecha) para el caso real de $v = 20$ m/s aumentando el término proporcional a 50

Observamos que no se aprecian cambios importantes, disminuyendo su valor tampoco sucede.

Aumentamos el valor de “KiH” y volvemos a simular:

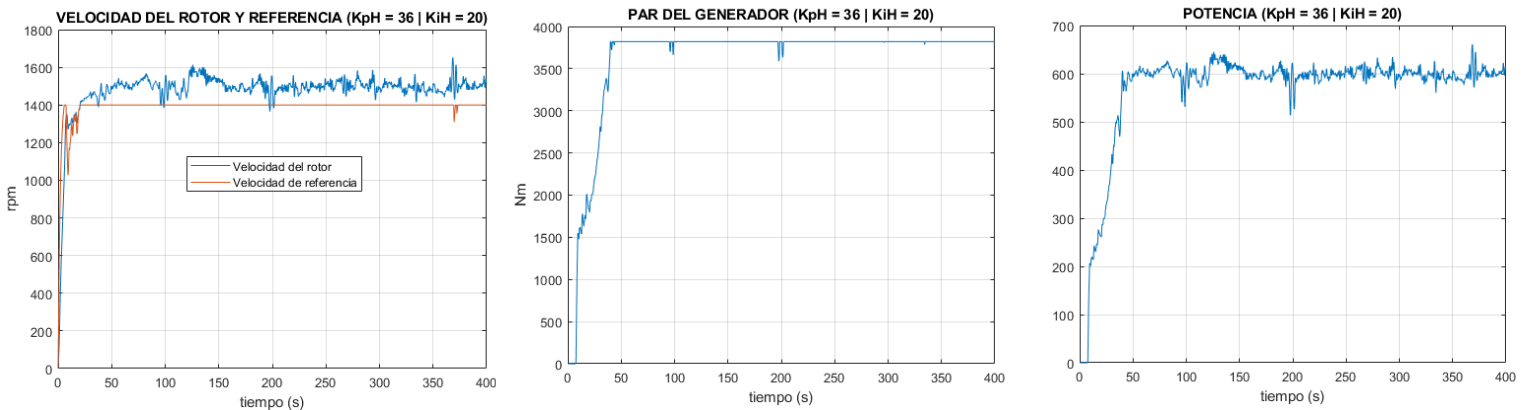


Figura 11: velocidad de giro del generador y su referencia (imagen izquierda), par del generador (imagen central) y potencia (imagen derecha) para el caso real de $v = 20$ m/s aumentando el término integral a 20

Podemos comprobar que tampoco se aprecian cambios sustanciales, lo mismo sucede reduciendo “KiH”.

Toda esta invarianza del sistema ante un cambio en los parámetros del control del generador se debe a que al tratarse de un viento de 20 m/s de media, la velocidad del viento es tal que el control que va a estar actuando prácticamente en la totalidad del tiempo va a ser el control del ángulo de la pala.

Apartado 5

Simularemos el sistema para varios valores de velocidad de viento constante e iremos generando un vector de velocidades del generador y su respectivo vector de valores de potencia. Los resultados obtenidos son los siguientes:

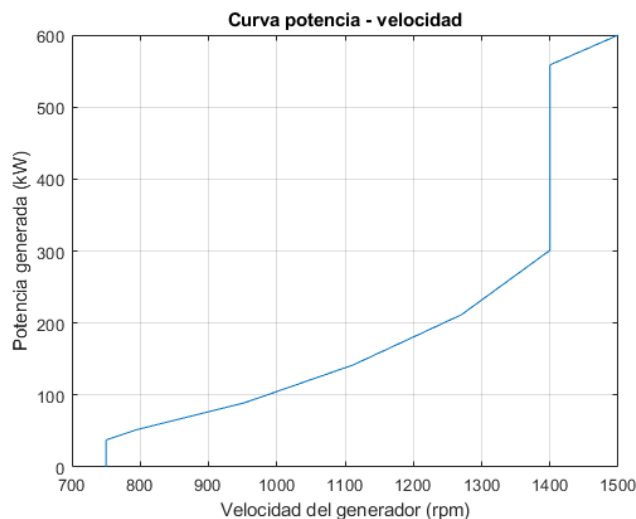


Figura 12: curva potencia – velocidad del generador

Se observa que la velocidad mínima de viento para poner en marcha el aerogenerador debe ser capaz de mover la turbina a 750 rpm. Luego tenemos una zona más o menos lineal. Más adelante llegamos a la zona donde satura el control de velocidad del generador a 1400 rpm y, finalmente, tenemos una transición del control del generador al control de la pala cuyo control satura la velocidad de giro de 1500 rpm. Para velocidades de viento superiores pero inferiores a la de parada, se sigue obteniendo el punto [1500 rpm, 600 kW].