

Studio e Progettazione del controllo sulla velocità di rotazione di un generatore eolico

Andrea Pagliaro , Alessio Susco Shanj Zaccaretti

August 25, 2016

1 Introduzione

Per lo studio e la progettazione di un controllore lineare che regoli la rotazione di una turbina eolica in modo che sia costante mediante il pitch , sono state prese in considerazione varie equazioni riguardanti il moto di un rotore e le relative potenze ricavate. Come le seguenti :

$$P = \frac{1}{2} \rho A C_p V_w^3 \quad (1)$$

Che rappresenta la quantità di potenza assorbita dal rotore della turbina eolica presa in considerazione. Il C_p è il coefficiente di potenza dipendente da λ e β . Dove a loro volta λ è dato da :

$$\lambda = \frac{\Omega R}{V_w} \quad (2)$$

Che viene chiamato tip-speed ratio ed è dato dal rapporto tra la velocità angolare del rotore per il suo raggio e la velocità del vento. Mentre β rappresenta l'angolo di pitch relativo alle pale. Chiaramente la funzione del coefficiente di potenza comporta delle dinamiche non lineari dipendenti dalla geometria del rotore questo a sua volta si ripercuote sull'intero sistema che lo rende non lineare. Ora provando a linearizzare il sistema ci è risultato molto difficile e solo dopo aver letto alcune pubblicazioni sullo studio di turbine eoliche siamo riusciti a trovare alcune linearizzazioni compiute mediante metodi numerici, che ci hanno permesso di riscrivere il sistema nella seguente forma:

$$\dot{x}_1 = \frac{\gamma}{I_{rot}} x_1 + \frac{\sigma}{I_{rot}} \delta_\beta + \frac{\alpha}{I_{rot}} \delta_\omega \quad (3)$$

Dove x_1 , lo stato del sistema rappresenta la velocità angolare del rotore , δ_β è l'ingresso relativo alla perturbazione da parte del pitch, δ_ω è la perturbazione relativa alla velocità del vento. Quindi la nostra matrice di stato è data da $A = \frac{\gamma}{I_{rot}}$, e i coefficienti dei rispettivi ingressi: $B = \frac{\sigma}{I_{rot}}$ $\Gamma = \frac{\alpha}{I_{rot}}$ I_{rot} rappresenta inerzia del rotore. I valori γ , σ , α rappresentano le derivate parziali ricavate attraverso l'equazione dell'areodinamica del rotore descritta in tal modo:

$$T_{aero} = T(\omega_0, \Omega_0, \beta_0) + \frac{\delta T_{aero}}{\delta \Omega} + \frac{\delta T_{aero}}{\delta \beta} + \frac{\delta T_{aero}}{\delta \omega} \quad (4)$$

Dove i coefficienti $\gamma = \frac{\delta T_{aero}}{\delta \Omega} = -0.1205$, $\sigma = \frac{\delta T_{aero}}{\delta \beta} = -2.882$, $\alpha = \frac{\delta T_{aero}}{\delta \omega} = 0.0658$ sono già noti essendo stati ricavati dalla linearizzazione eseguita mediante un metodo numerico non descritto nella pubblicazione di cui si sta facendo uso per il progetto in questione. I valori degli stati iniziali sono dati da $\omega_0 = 18 \text{ m/s}$, $\Omega_0 = 42 \text{ RPM}$ e $\beta_0 = 12 \text{ deg}$. Detto questo siamo passati alla progettazione del controllore, ed è stato scelto un controllo PI.