

Polvorització variable amb PWM

Què és?

PWM és l'acrònim anglès per a referir-se a *Pulse Width Modulation* o modulació de l'amplada de pols, en català. Aquesta tècnica permet modificar el comportament de sistemes analògics a partir d'un senyal digital binari periòdic al que se li modifica la relació entre el temps que està en un voltatge alt i el temps que està en un voltatge baix. Aquest concepte té una infinitat d'aplicacions. En el cas concret d'aquesta fitxa, es fa servir el PWM per a modificar el cabal emès pels broquets d'un polvoritzador. Aquesta és una alternativa molt interessant a la variació del cabal tradicional en broquets hidràulics, que implica la modificació de la pressió de treball. A més pressió del circuit hidràulic abans del broquet, més cabal i a menys pressió, menys cabal, amb una relació quadràtica entre ambdós variables: $Q = K \cdot P^{0.5}$. Tanmateix, modificar la pressió per a obtenir variacions de cabal afecta de manera important a la mida de les gotes produïdes, un paràmetre de suma importància en la polvorització. Increments de pressió impliquen una reducció de la mida de les gotes i a l'inrevés.

Característiques generals

Per a aconseguir una variació del cabal polvoritzat sense modificar la pressió de treball es pot fer anar el PWM, que consisteix en dotar el broquet d'una electrovàlvula que produeix pulsacions contínues amb una freqüència determinada que pot ser de 5 hertzos (5 Hz) quan fa 5 pulsacions per segon, 10 Hz quan ho fa 10 vegades per segon o 30 Hz quan ho fa 30 vegades per segon. En el cas d'una vàlvula pulsant de 10 Hz, cal imaginar que el broquet polvoritzarà i deixarà de fer-ho 10 vegades cada segon. Per tant, el cicle d'aquest conjunt vàlvula+broquet tindrà un temps de durada o període de 100 mil·lisegons (ms) i se sol anomenar cicle de treball. Si durant aquests 100 ms, el que dura en aquest cas el cicle de treball, la meitat del temps (50 ms) la vàlvula està oberta i l'altra meitat del temps està tancada, el cabal que haurà emès el broquet durant 1 minut serà exactament la meitat que si hagués estat tota l'estona polvoritzant. La diferència és que la meitat del cabal l'ha polvoritzat repartit en el temps, cada 50 ms en comptes de fer-ho seguit.

Si en comptes d'estar polvoritzant 50 ms dels 100 ms que dura el cicle, el broquet només en polvoritza 25 ms, el cabal emès serà una quarta part (25 %) del cabal emès de forma contínua. Si el temps en que està actiu el broquet és de 75 ms, el cabal obtingut serà el 75 % (**Figura 1**). En el cas extrem que el broquet estigui polvoritzant els 100 ms que dura el cicle de treball, el broquet



no s'arribarà a tancar mai i polvoritzarà el cabal que li correspongui segons el model que sigui i la pressió de treball. Igualment, si el temps en que el broquet està actiu és de 0 ms, el broquet no polvoritzarà gens de cabal. El temps en que l'electrovàlvula està oberta i el broquet actiu s'anomena amplada de pols i, per tal de modificar el cabal polvoritzat cal modificar o modular l'amplada de pols.

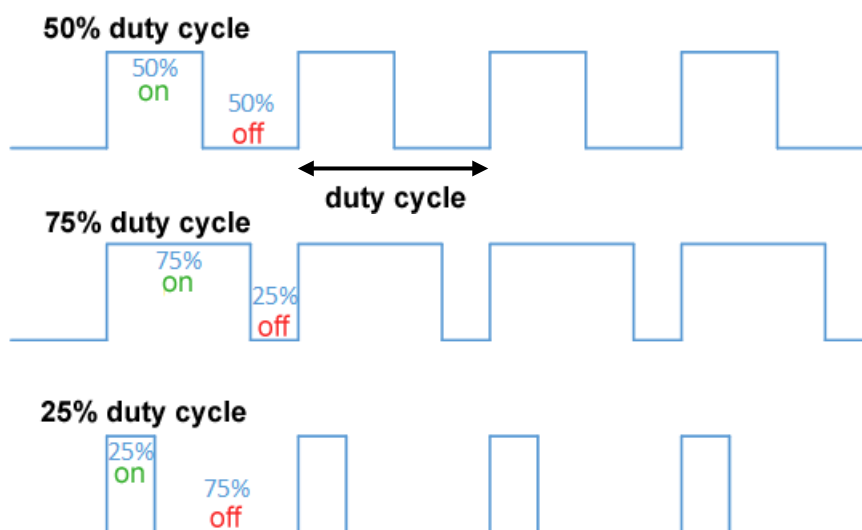


Figura 1. Exemple de senyal PWM amb modulació de l'amplada de pols del 50 %, 75 % i 25 % del cicle de treball. Autoria: Thewrightstuff - Own work, CC BY-SA 4.0, commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=72876123

Aplicacions en AP

Habitualment, es poden trobar sistemes basats en PWM en polvoritzadors per a conreus baixos però també hi ha polvoritzadors per a fruiters comercials equipats amb aquesta tecnologia. En equips dissenyats per a aplicacions convencionals, els sistemes basats en PWM estan pensats per a ajustar el cabal polvoritzat pels broquets a les variacions de velocitat dels polvoritzadors. Si es vol mantenir una dosi constant a tot el camp, com més lent vagi un polvoritzador, menys cabal s'haurà de polvoritzar i a l'inrevés. Alguns equips per a conreus baixos més avançats, fins i tot són capaços de no polvoritzar sobre llocs que ja s'han tractat prèviament amb una resolució de broquet a broquet i també de modificar els cabals emesos per cada broquet per tal d'aconseguir una dosi constant fins i tot en trajectòries curvilínies.

En Agricultura de Precisió, aquests equips també es poden fer anar per a modificar la dosi aplicada en cada punt del camp ja sigui a partir d'un mapa de prescripció, en AP basada en mapes, ja sigui a partir de mesures fetes en temps real, en AP en temps real. Un aspecte interessant és que el temps de



reacció d'aquests sistemes és molt curt i, per tant, poden canviar de dosi en molt poca distància avançada pel polvoritzador.

Limitacions

La limitació principal d'aquests sistemes és que cal dotar cada broquet de la seva corresponent electrovàlcula PWM i això encareix i complica els equips. Una altra limitació és la pressió de treball d'aquestes vàlvules. Mentre que les pressions de treball habituals són adequades per a aplicacions en conreus baixos (de 2 a 5 bar), en conreus arboris les pressions es podrien quedar una mica curtes respecte de les pressions que habitualment es fan servir per a aconseguir gotes més petites amb un millor recobriment de les fulles i millor penetració al dosser foliar.

Referències

- John Deere ExactApply:
 - www.deere.com/en/technology-products/precision-ag-technology/performance-upgrade-kits/sprayer-upgrades/exactapply-performance-upgrades/
 - www.youtube.com/watch?v=MtWbUeQAJNc&t=10s
- Raven HawkEye:
 - ravenind.com/products/applications-booms/hawkeye
 - www.youtube.com/watch?v=1N8SqbVP_Og
- Capstan Pinpoint II:
 - capstanag.com/pinpoint-ii/
 - www.youtube.com/watch?v=IUo8plafNCs
- Smart Apply:
 - www.smartapply.com
 - www.smartapply.com/videos

L'autoria d'aquest document és del Grup de Recerca en AgròTICa i Agricultura de Precisió i ha estat elaborat per Àlex Escolà amb el suport de Carla Román.



Aquesta obra està sota una llicència de Creative Commons Reconeixement-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2022



Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Fons Europeu Agrícola
de Desenvolupament Rural:
Europa inverteix en les zones rurals