**PWM**

Pulse width modulation este o tehnica folosita pentru a transforma un mesaj intr-un semnal de puls. Desi se poate folosi pentru a coda informatie pentru transmisiuni, cel mai des este folosita pentru a controla puterea transmisa dispozitivelor electrice, in special celor cu inertie, ca motoarele electrice.

Valoarea medie a voltajului trimis catre dispozitivele electrice prin PWM e controlat prin schimbarea foarte rapida a voltajului din oprit in pornit (0 sau 1). Cu cat este de mai multe ori pornit intr-o perioada in loc de oprit, cu atat mai mare este puterea transmisa. Frecventa cu care este schimbat semnalul trebuie sa fie mult mai mare decat poate fi sesizat de catre dispozitiv, astfel incat semnalul perceput sa fie neted. In general schimbarea semnalului trebuie sa fie facuta de cateva ori pe minut pentru un cuptor electric, de 120 HZ pentru o lampa ce are functii de fade in, fade out, de zeci de KHZ pentru un motor electric si de sute de KHZ pentru ampificatoare audio si surse de curent folosite pentru computere.

Termenul de duty cycle descrie proportia de timp dintr-o perioada in care puterea este pornita. Un duty cycle scazut corespunde unei puteri mici, pentru ca puterea este oprita majoritatea timpului. Duty cycle-ul este calculat in procente, 100% reprezentand puterea maxima.

Cel mai mare avantaj al PWM-ului este ca nu se pierde putere cand se schimba starea. Cand duty cycle-ul este 0 nu se foloseste curent deloc.

**Istoria:**

In trecut, cand era nevoe de putere partiala se folosea un rheostat care conectat in seria cu motorul ajusta puterea transmisa catre motor, dar se pierdea putere prin caldura disipata de elementul de rezistenta. Era o schema ineficienta, dar tolerabila pentru ca puterea totala era scazuta. Cu toate ca rheostatul era una din cxateva metode de a controla puterea, era nevoie de o metoda mai eficienta si mai ieftina. Acest mecanism trebuia sa poata controla motoare pentru ventilatoare, pompe si motoare servo si trebuia sa fie suficient de compact. PWM-ul a aparut ca solutie pentru aceasta problema complexa.

Una din primele aplicatii ale PWM-ului a fost Sinclair X10, un amplificator audio ce a aparut sub forma de kit in anii 60. In aceeasi perioad PWM-ul a inceput sa fie folosit pentru a controla motoare AC

**Principiu de functionare**

Pulse width modulation foloseste o unda de puls dreptunghiulara al carei puls este schimbat rezultand in variatia valorii medii a undei.

!!Uita-te pe wiki si pune poze cu formula

**Delta**

La folosirea modulatiei delta pentru a controla PWM, semnalul de iesire este integrat si rezultatul este comparat cu limitele care corespund cu un semnal de referinta ce este compensat de o constanta. De fiecare data partea integrala a unui semnal de iesire ajunge la una din limite semnalul de PWM isi schimba starea.

**Delta-sigma**

La folosirea modulatie delta-sigma pentru a controla PWM-ul, semnalul de iesire este scazut dintr-un semnal de referinta pentru a genera un semnal de eroare. Aceasta eroare este integrata si cand integrala erorii depaseste limitele semnalul de iesire isi schimba starea.

**Space vector modulation**

Space vector modulation este un algoritm de control a PWM-ului pentru generarea multi-fazică de AC in care semnalul de referintă este eșantionat regulat, după fiecare eșantion.

**Direct torque control (DTC)**

Direct torque control este o metodă folosită pentru a pentru a controla motare AC. Seamănă cu metoda delta. Cuplul motor și fluxul magnetic sunt estimate și sunt controlate astfel incat sa ramana in banda de hysteresis pornind combinații noi de semiconductoare ale dispozitivului de fiecare dată cand un semnal incearcă se devieze din bandă.

**Time proportioning**

Multe circuita digitale pot genera semnale de PWM (multe microcontrolere au output-uri de PWM). De obicei folosesc countere care se incrementeaza periodic (sunt conectate direct sau indirect la tactul circuitului) si se reseteaza la sfarșitul perioadei de PWM. Cand valoarea counterului este mai mare decat valoarea de referinta, iesirea de PWM isi schimba starea din pornit in oprit sau invers. Aceasta tehnica se numeste proportionarea timpului.

Această tehnică de incrementare si resetare periodica a counterelor este varianta discreta a metodei de intersectare sawtooth. Comparatorul analog al metodei intersectarii devine o comparatie naturala simpla intre valoarea curenta a counterului si a valorii digitale de referinta. Duty cycle-ul poate varia doar in pasi discreti.

**Tipuri de PWM**

Trei tipuri de pulse-width modulation sunt posibile

1. Centrul pulsului poate fi fixat in mijlocul perioadei si ambele margini ale pulsului sunt miscate pentru a compresa sau expanda latimea.
2. Marginea lead poate fi tinuta la marginea lead a ferestrei si marginea tail modulata.
3. Marginea tal poate fi fixata si marginea lead modulata.

**Spectrum**

Rezultatul spectrului celor 3 cazuri sunt similare, si fiecare contine o componenta DC (un sideband de baza ce contine semnalul de modulare si faza modulata la fa fiecare frecventa de puls). Amplitudinea grupurilor harmonice sunt restrictionate de functia sin x/x si extinsa la infinit.

**PWM sampling theorrem**

Procesul de conversie de PWM este non-liniar si se presupune ca filtrul de trecere este imperfect pentru PWM. Teorema de esantionare a PWM-ului arata ca se poate ca o conversie de PWM sa fie perfecta. Teorema spune ca orice banda de semnal limitata intre +-0.637 poate fi reprezentata cu de un PWM cu semnal de unda cu unitate de amplitudine. Numarul de pulsuri in semnalul de unda este egal cu numarul de esantioane Nyquist si varful constrangerii este independent de tipul semnalului de unda (este pe doua nivele sau pe trei).

**Telecomunicatii**

In telecomunicatii, PWM-ul este o forma de semnal de modulatie in care latimea pulsurilor corespunde unor valori de date specifice codate la un capat si decodate la celalalt.

Pulsuri de diferite lungimi sunt trimise la intervale regulate.

Includerea unui semnal de tact nu este necesar, pentru ca marginea din frunte poate fi folosita ca si semnal de clock daca ii se adauga o valoare de offset pentru a evita valori de date cu valoare zero pentru un semnal de puls.

**Livrarea puterii**

PWM-ul poate fi flosit pentru a controla cantitatea de putere livrata unui dispozitiv fara sa provoace pierderi care are rezulta dintr-o livrarea a puterii folosind rezistenta. Dezavantajele aceste tehnici este ca puterea folosita de dispozitiv nu este constanta ci discontinua. Totodata sarcina poate fi inductiva si cu o frecventa suficient de mare si cand este necesar folosind filtre electronice aditionale, trenul de puls poate fi netezit si media semnalului de unda analog recuperata. Fluxul puterii in sarcina poate fi contunua. Fluxul puterii de la sursa nu este constanta si are nevoie de stocarea energie in partea sursei in majoritatea cazurilor.

PWM-ul de mare frecventa folosit pentru a controla sisteme de putere este usor realizabil cu cu intrerupatoare semiconductoare. Aproape nici un pic de putere nu este disipata de intrerupator in starea de pornit sau oprit, dar in timpul tranzitie intre stari voltajul si curentul sunt nonzero asa ca puterea este disipata in intrerupatoare. Prin schimbarea rapida instra stari de oornit si oprit, puterea disipatiei in intrerupatoarea poate fi foarte mica comparatic cu puterea trimisa la sarcina.

Controlerele de viteza variabila a ventilatoarelor pentru computere folosesc de obicei PWM, pentru ca ca este mult mai eficient comparativ cu un potentiometru sau un rheostat.

**Regulatoare de voltaj**

PWM este folosit eficient de regulatoare de voltaj. Prin schimbarea voltajului catre sursa cu sarcina specifica de duty cycle, outputul va aproxima un voltaj la nivelul dorit. Zgomotul de schimbare este de obicei filtrat cu un inductor si un condensator.

O metoda masoara voltajul de output, cand este mai mic decat voltajul dorit porneste intrerupatorul. Cand voltajul de output este mai mare decat voltajul dorit se opreste intrerupatorul.

**Audio effects and amplification**

PWM-ul este folosit cateodata la sintetizarea sunetului, in special la sinteza de scadere pentru ca ii ofera sunetului un efect similar corului. Proportia dintre perioada in care output-ul este pornit si oprit este modulata cu un oscilator de frecventa mica. In plus, schimband duty cycle-ul unui puls intr-o sinteza substractiva instrumentu creaza variatii folositoare de timbru.