

Analoog-digitaal omzetter

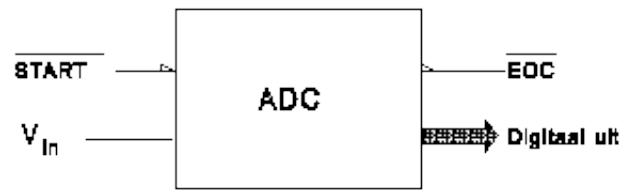
Een analoog naar digitaal converter (ADC) zet een analoog signaal om in een digitale code. Voor het omzetten van analoge signalen in digitale codes worden verschillende methoden toegepast, afhankelijk van de vereiste nauwkeurigheid en snelheid.

Hiernaast is het blokschema van een ADC

weergegeven. Op de analoge ingang kunnen spanningen tussen 0 en +10 volt (unipolaire ingang) of spanningen tussen -5 en +5 volt (bipolaire ingang) aangesloten worden. De conversie begint door het

geven van een startsignaal \overline{START} . De ADC meldt

door middel van een 'end of conversion' signaal \overline{EOC} dat de conversie beëindigd is. In deze paragraaf wordt één conversie-methode besproken.

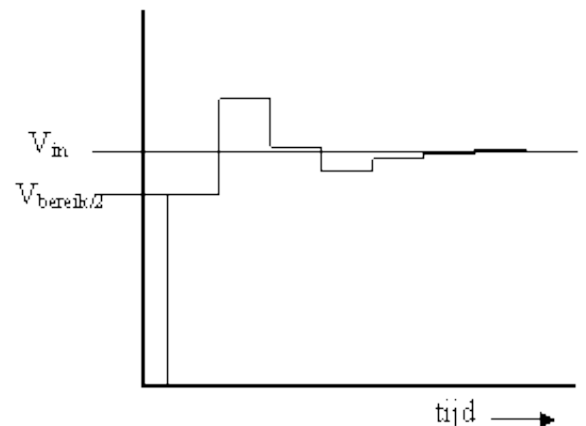


Comparator

Een operationele versterker zonder tegenkoppeling is geschikt om twee spanningen qua grootte te vergelijken. Hij wordt dan als comparator gebruikt. De uitgang geeft het resultaat van het vergelijken. Bij de comparatoren van het PIDAC-systeem ligt V_{uit} binnen het '0'- of binnen het '1'- spanningsgebied zodat deze uitgang TTL-compatibel is.

Successievelijke benaderingsmethode

Deze methode bestaat uit het creëren van een nieuw signaal V_{syn} waarvan de spanning stapsgewijs toe- of afneemt en dit te vergelijken met de te converteren spanning V_{in} . De grootte van een stap is steeds half zo groot als de voorafgaande stap. Of de stap toe- dan wel afneemt wordt bepaald door een comparator die een vergelijking maakt met de te converteren spanning. Is de nieuwe spanning kleiner dan wordt de spanning met de helft van de laatst uitgevoerde stap verhoogd. Is de nieuwe spanning groter dan volgt verlaging (zie nevenstaande figuur). De stappen worden dus steeds kleiner. Elke stap levert de invulling van één bit in de te ontwikkelen binaire code. Een omzetting in bijvoorbeeld een 8-bits binaire code gebeurt in acht stappen. Bij de eerste stap is V_{syn} de helft van het spanningsbereik V_{bereik} van de ADC:



$$V_{in} >? V_{syn} = \frac{1}{2} V_{bereik} .$$

Stel dat de uitkomst van deze test 'ja' is dan is het hoogste bit gelijk aan 1 en wordt de volgende spanning $(\frac{1}{2} + \frac{1}{4})$ maal het spanningsbereik:

$$V_{in} >? V_{syn} = (\frac{1}{2} + \frac{1}{4}) V_{bereik} .$$

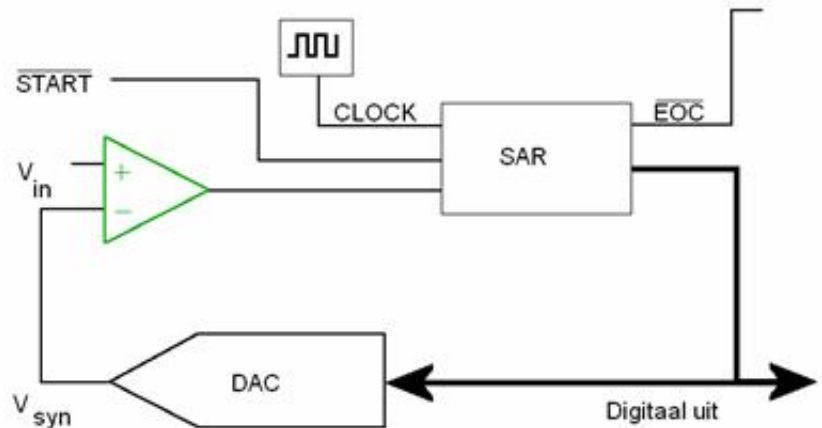
Stel dat deze test 'nee' oplevert, dan is het op één na hoogste bit 0 en wordt de spanning verlaagd met $\frac{1}{8} V_{bereik}$. De derde benadering test dan:

$$V_{in} >? V_{syn} = (\frac{1}{2} + \frac{1}{8})V_{bereik}.$$

Deze procedure wordt herhaald tot het laagste bit bepaald is.

De schakeling voor deze procedure staat in nevenstaande figuur. De SAR (successive approximation register) is een IC met een data-ingang D, een ingang CLOCK en een 'start conversie'-ingang \overline{START} . Een conversie kan beginnen als \overline{START} laag is bij de eerste klokpuls die in die stand ontvangen wordt. Op dat moment worden

bit 0 t/m 6 op '1' gezet en bit 7 op '0'. De DAC maakt van de uitgangscodes van de SAR een spanning V_{syn} (bij de code 0111 1111) en de comparator vergelijkt deze met de te converteren spanning. Als $V_{in} > V_{syn}$ komt op de D-ingang een '1' en anders een '0'. De tweede klokpuls ontwikkelt twee acties. De eerste is dat de waarde van D wordt doorgeschoven naar bit 7. Bij een grotere V_{in} wordt bit 7 dus op '1' gezet, bij een kleinere blijft deze op '0'. Dit bit zal verder niet meer veranderen. De tweede actie is dat bit 6 op '0' wordt gezet. Bij de volgende klokpuls zal dan bit 6 zijn definitieve waarde krijgen en bit 5 op '0' worden gezet. Dit herhaalt zich tot de Least Significant Bit (LSB) is vastgesteld. Op dat moment is de conversie klaar, het geen de SAR kenbaar maakt door de uitgang \overline{EOC} laag te maken.



Experiment: ADC volgens de successieve benaderingsmethode

Bouw en test een acht bits ADC volgens de successieve benaderingsmethode (zie figuur). Gebruik de modulen: WAARDEGEEVER, KLOK, SAR, INDICATOR en DIG./AN OMVORMER met COMPARATOR en de potentiometer van het "Servo systeem". Sluit de rode stekerbuis van deze potentiometer aan op de +5 Volt en de zwarte stekerbuis aan op de aarde. Laat de spanning op de blauwe stekerbuis als V_{in} voor de ADC dienen. Zet de potentiometer op de meest linker stand aangegeven door een streepje. Meet de waarde van V_{in} met een multimeter en noteer de bijbehorende binaire code in een tabel. Herhaal deze procedure voor alle streepjes op de schaalverdeling van de potentiometer.

Is de relatie tussen analoge spanning en digitale code 40 mV/bit?

Wat is het ingangsbereik van de ADC?

Geef de relatie tussen de aspositie en de sensorspanning grafisch weer.

Laat de schakeling intact voor het volgende experiment.