

# Detektering av perforeringar

## - I löpande plastbana

**Vid tillverkning av påsar på rulle krävs någon form av detektering av varje perforering för att kunna räkna antalet påsar som rullas upp. För att lösa detta utvecklades en princip där en ljuskälla lyser igenom plasten. Skillnaderna i det genomsläppta ljuset ligger till grund för detekteringen.**

FAS Converting Machinery är ett företag som tillverkar maskiner för att producera påsar på rulle. Beroende på hur den färdiga produkten ska se ut går plasten igenom olika steg: perforering/svetsning, vikning, stansning och slutligen upprullning. De tre första stegen kan placeras i olika ordning beroende på vad produkten ska användas till och hur den ska se ut. Sist finns dock alltid en upprullare som rullar upp den konverterade plasten till en säljbar produkt på rulle. Exempel på produkter som kan tillverkas av FAS maskiner är sopsäckar och fryspåsar.

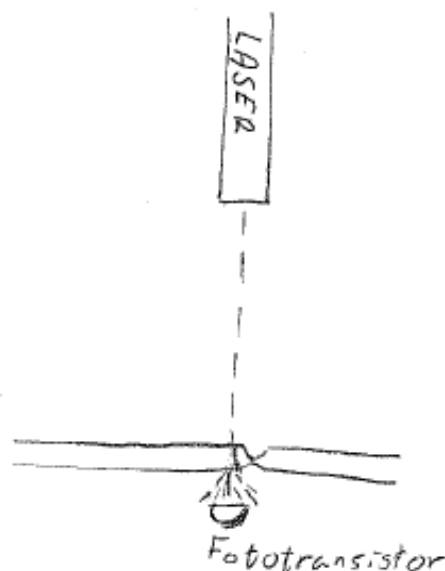
Problemet finns vid upprullaren. Där måste maskinen veta exakt när en perforering kommer för att räkna ut att det blir rätt antal påsar på rullen, så att den inte river av på fel ställe. Om maskinen försöker riva av banan på fel ställe, där det alltså inte finns någon perforering utsätts finmekaniken för stora påfrestningar vilket sliter på maskinen och resulterar i att rullarna inte går att sälja.

På upprullningsmodulen i slutet av processen kommer banhastigheten att variera, detta för att banan vid ett rullbyte står still. Den plast som inte kan tas om hand med en gång ackumuleras i en flytvals. Utifrån hur mycket

plast som finns i denna flytvals bestäms hastigheten på upprullaren för att komma ifatt resten av linan. Eftersom banhastigheten i upprullaren varierar i förhållande till resten av banan kan inte dessa synkroniseras för att få reda på när en skarv kommer. En sensor måste därför sitta på upprullaren för att veta när den ska riva av.

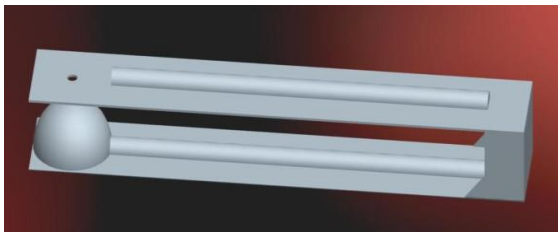
Den teknik FAS använder sig av idag består av en uppladdad stav som laddar ut mot en jordad vals när en perforering (luftspalt) passerar. Denna metod är inte önskvärd då den sänder ut ett elektromagnetiskt fält i alla spektra och sensorn inte är helt tillförlitlig vid högre hastigheter.

Därför undersöktes ett antal möjliga principer för att detektera en skarv. Det konceptet som visade sig vara bäst innebar att man lyser igenom plasten med infrarött (IR) ljus. Med en sensor på undersidan mäts den genomsläppta intensiteten och när en perforering kommer ökar intensiteten.



Figur 1 Principskiss på det konceptet som utvecklades. Ljus går igenom plasten och en fotoreceptor läser av mängden ljus.

För att få intensiteten att öka maximalt lyftes plasten upp lokalt av en halvsfär som tog bort veck och drog isär perforeringen något. I halvsfären satt en fotodiod som var kopplad till en mikroprocessor. Den AD-omvandlade signalen i 500kHz och undersökte om det var en skarv som passerade. Ett problem var att plasten kan vara vikt upp till 16 gånger och då ligger inte perforeringarna rakt över varandra och påsen blir svår att lysa igenom. Detta löstes genom att konstruera sensorn som ett "U" vilket gick att sticka in i en vikning och därför bara läsa igenom ett lager.



2 Hållare för en sensor med längsgående förstärkningar för att öka böjstyvheten

Att använda sig av en ensam sensor var bra för att se om principen fungerade, men den var känslig för plast av sämre kvalitet som hade vissa defekter. Istället gjordes en hållare med två sensorer och för att mikroprocessorn ska tolka en skarv var båda tvungna att ge utslag samtidigt.

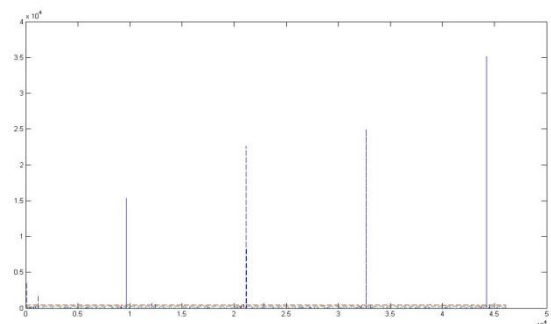
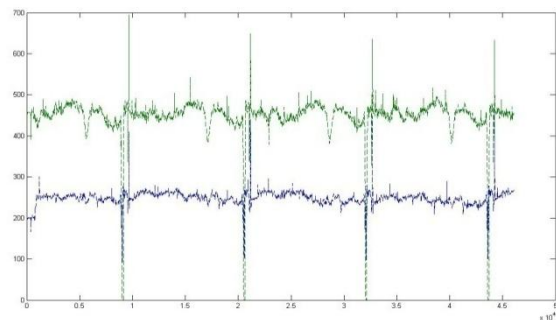
## Skarvigenkänning

För att kunna tolka om det är en perforering, mätbrus eller defekter i plasten utvecklades en del olika algoritmer, som alla byggde på ett eller annat sätt att ta bort ett medelvärde och sen undersöka den resterande signalen. Detta för att göra implementationen i mikroprocessorn enklare.

Den signalen som AD-omvandlades var mellan 0 och 3,3V vilket i processorn fick värdet 0 till 1023 (10 bitar). Avkodningen för en sensor byggde på att multiplicera signalen med sig själv. Dock kan processorn i en operation bara

räkna till 65536 (16 bitar) vilket gjorde att ett medelvärde var tvunget att tas bort. Då två sensorer användes multiplicerades de två signalerna med varandra för att ge stora utslag, då båda sensorerna tog emot mycket ljus. Detta hade nackdelen att båda sensorerna var tvungna att vara helt parallella med perforeringen.

En annan algoritm är en som liknar den för singelsensorn. När den ena sensorn ger en signalnivå som kan liknas vid en skarv har den andra sensorn en tidsperiod som motsvarar tre gånger sträckan för skarven. Om båda sensorerna ger utslag under denna tidsperiod anses en skarv finnas. Denna algoritm fungerade bra för alla typer av plast och hade fördelen att sensorerna inte var tvungna att vara helt parallella.



3 Ovan en Typisk graf från en vanlig sopsäck, Grafen visar data för två sensorer. De höga värdena är perforeringar och de låga är tejpade skarvar. Nedan en graf med samma rådata som ovan men medelvärdena är borta och signalerna är multiplicerade med varandra. Som synes ger detta väldigt tydlig indikering för skarvar.

## Medelvärde

Nu återstod att på ett effektivt sätt få in ett bra medelvärde som ändrade sig då plastens

tjocklek eller ljusförhållandena i rummet ändrades. Detta gjordes genom att ta fram en nivå där 95 % av alla samplings låg under. Genom att dra bort denna nivå från det samplade värdet behövdes enbart 5 % av alla samplings analyseras djupare och att produkten av multiplikationen kunde hållas under 65536. Denna reglering var relativt långsam och tog hänsyn till ljusförhållandena i rummet och variationer i plasten. Sensorn var nu inte heller känslig för påsar med tryck och detta ökade dynamiken i sensorn vilket var ett krav.

### Självkalibrering

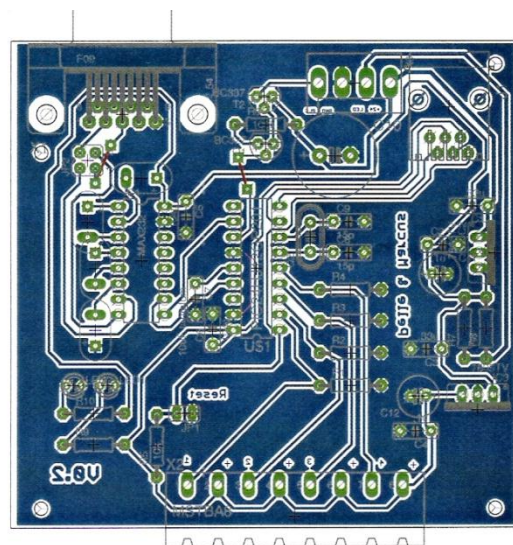
En snabbare reglering än den som var på medelvärdesbildningen var att då en skarv hade hittats reglerades den nya nivån som en fraktion av maxvärdet som uppstod. Ett krav var även att sensorn skulle kalibrera in sig själv utan inverkan från operatör eller ta signaler från upprullarens styrsystem. Ett problem var att då plasten i princip var genomskinlig ökade inte intensiteten utan minskade då en perforering kom. Utan återkoppling av hur lång en påse är och vilken sträcka som har passerat var det svårt för processorn att veta om det var en perforering eller tryck som passerade. Detta problem går att lösa genom att invertera signalen, Svårigheten ligger då i att veta om värdet går ner vid en perforering eller om det var ett tryck som gjorde att intensiteten sjönk. Ytterligare ett problem uppstod. Ifall plastbanan går av så att det inte finns någon plast i sensorn kommer regulatorn att öka medelvärdet tills det når sitt maxvärde. Innan den har sänkts till rätt nivå har många påsar passerat.

### Styrkortet

För att kunna tillämpa den signalbehandling som krävs för att urskilja skarvar i den löpande plastbanan utvecklades ett styrkort

med fokus på snabb AD omvandling, aritmetisk förmåga samt kort utvecklingstid. Styrkortets centrala del är därför en microcontroller från Microchips PIC24H familj.

På kortet finns fyra strömgångar för sensorer vilka jordades över motstånd och parallellt med dessa mättes spänningen av microcontrollern. I övrigt finns två spänningsregulatorer som förser kortet med de olika spänningarna som behövs och en drivkrets för seriell kommunikation med dator.



4 Etsmönster med komponentplacering till styrkortet.

### Slutsats

Själva principen fungerar på alla de plastsorter som har testats. Problemet ligger i önskemålet att systemet ska vara en helt autonom enhet som alltid ska fungera utan inverkan från operatör eller återkoppling av sträcka och påslängder. Detta är väldigt svårt att lösa med ovan behandlad metod och därför rekommenderas att gå tillbaka till början och undersöka andra principer som ger mer likvärdiga utslag för alla sorters plast med avseende på kvalitet och färg.

*Per Fryking & Marcus Lindqvist, Lund 2009-01-15*