

# **Titel:** Characterization of Low Cost Printed Sensors for Smart Packaging

Tomas Unander

Electronics Design Division

Department of Information Technology and Media

Mid Sweden University, Sundsvall, Sweden

ISBN: 978-91-86073-18-3, ISSN: 1652-8948, Licentiate Thesis 34

## **Sammanfattning**

Det är för närvarande ett stort intresse för tryckt elektronik. Att kunna tillverka elektroniska komponenter i en rulle till rulle process möjliggör en reduktion av tillverkningskostnaden. Dessa nya komponenter kommer sannolikt inte konkurrera ut den traditionella kiselbaserade elektroniken utan kommer att kunna komplettera kiselbaserad elektronik i segment där kostnaden är väldigt viktig som i intelligenta förpackningar och andra tryckta medier. Ett intressant område är tryckta sensorer som kan addera värde till förpackningar. I denna avhandling presenteras en studie kring tryckta sensorer som kan tillverkas till låg kostnad. Sensorerna är tillverkade i kommersiella grafiska tryckpressar. Sensorerna karakteriseras och utvärderas för de applikationer som de är tänkta för. I denna avhandling har fuktsensorer och beröringskänsliga sensorer undersökts.

Det presenteras en tryckt beröringskänslig sensor som integreras i ett högkvalitativt grafiskt tryck. Denna sensor är tänkt att användas i reklamskyltar för att skapa interaktivitet. Sensorn har en bra känslighet vid varierande fukthalter. Även fyra fuktsensorer presenteras och utvärderas. Den första sensorn mäter fukthalten i cellulosabaserade substrat och visar en bra korrelation till fukthalten i substratet. Den andra sensorn mäter den relativa fukten i luften, denna sensor har en mät noggrannhet på 0.22% vid höga fukthalter. Den tredje sensorn använder partiklar i nanostorlek för att mäta fukthalten i luften. Denna sensor fungerar väldigt bra vid låga fukthalter. Den fjärde sensorn är en energicell som producerar el när den blir fuktig. Även en fuktsensor som kan läsas av på håll utvärderas. Detta sensorkoncept är baserat på vanliga RFID (Radio Frequency Identification) taggar och kan användas med både passiva och semi-passiva taggar. Denna avhandling visar att det är möjligt att tillverka sensorer till en låg kostnad i en traditionell grafisk tryckpress.

# **Title:** Characterization of Low Cost Printed Sensors for Smart Packaging

Tomas Unander

Electronics Design Division

Department of Information Technology and Media

Mid Sweden University, Sundsvall, Sweden

ISBN: 978-91-86073-18-3, ISSN: 1652-8948, Licentiate Thesis 34

## **Abstract**

Currently there are significant interests in printed electronics in the world. The possibility to produce electronics in a roll to roll printing process will considerably reduce the cost of the electronic devices. However, these new devices will most probably not replace the traditional silicon based electronics, but will be a complement in low cost applications such as in intelligent packages and other printable media. One interesting area is printable low cost sensors that add value to packages. In this thesis a study of the performance of low cost sensors is presented. The sensors were fabricated using commercial printing processes used in the graphical printing business. The sensors were characterized and evaluated for the intended application. The evaluated sensors were moisture sensing sensor solutions and touch sensitive sensor solutions.

A printable touch sensitive sensor solution is presented where the sensor is incorporated into a high quality image such as in point of sales displays. The sensor solution showed good touch sensitivity at a variety of humidity levels. Four printed moisture sensor concepts are presented and characterized. Firstly, a moisture sensor that shows good correlation to the moisture content of cellulose based substrates. Secondly, a sensor that measures the relative humidity in the air, the sensor has a measuring accuracy of 0.22% at high relative humidity levels. Thirdly, a moisture sensor that utilizes unsintered silver nano-particles to measure the relative humidity in the air, the sensor has a linear response at very low relative humidity levels. And fourth, an action activated energy cell that provides power when activated by moisture. A concept of remote moisture sensing that utilizes ordinary low cost RFID (Radio Frequency Identification) tags has also been presented and characterized. The remote sensor solution works both with passive and semi-passive RFID systems. The study shows that it is possible to manufacture low cost sensors in commercial printing processes.