

Kommentarer om XY-mätningar

Lite bakgrund. Jag, Ingemar Sjöström, arbetade heltid från 1975 till 1990 (och därefter några år på deltid) på Ericssons mönsterkortfabrik i Norrköping. De första åren tillverkades mönsterkortet av s.k. fenolpapperslaminat och med en kopparfilm på ena eller andra sidan. Total tjocklek var 1.6 mm och koppertjockleken 0.035 mm.

Fenolpappersmaterialet var inte helt stabilt mot formförändringar, dessutom olika beroende på tvärs eller längs pappersfibrerna. Till råga på allt hade dubbelsidigt material ännu sämre stabilitet. Anledningen var att frametsningen av mönstret påverkade till slut även pappersytan och vid dubbelsidigt blev påverkan på bägge sidor.

Det fanns ytterligare en källa till variation. Utgångsmaterialet från materialleverantör var skivor, cirka 1x1 m och som sågades till paneler på vilka ofta (många) mönsterkort tillverkades. I den sista remsan som sågades fram fick panelerna en annan fiberriktning än övriga och således fick man en (då) okänd variationskälla.

Under de första åren fanns det gått om plats för de mönsterkort som behövdes så ledare och lödpunkter var stora. Eventuell felpassning mellan t.ex. kopparmönster och hålbild påverkade inte resultatet. Dessutom placerades komponenter för hand så ett litet fel hålbildens läge inte spelade ingen roll.

Men ganska snart ökade kravet på tätare packning av komponenter och man övergick till glasfiber som basmaterial. Detta är dyrare och mer kostsamt att bearbeta – ställde t.ex. högre krav på borrhningen – och det var nödvändigt med bättre kvalitetsstyrning.

Fabriken hade då en XY-maskin som i första hand var tänkt för att framställa håltremsor för att styra bormaskinerna men vi (på kvalitetssidan) upptäckte att maskinen kunde ge koordinater i numerisk form.

Vi ordnade så att koordinaternas värden skickades till en databas och sedan skrev jag datorprogram som läste och bearbetade data.

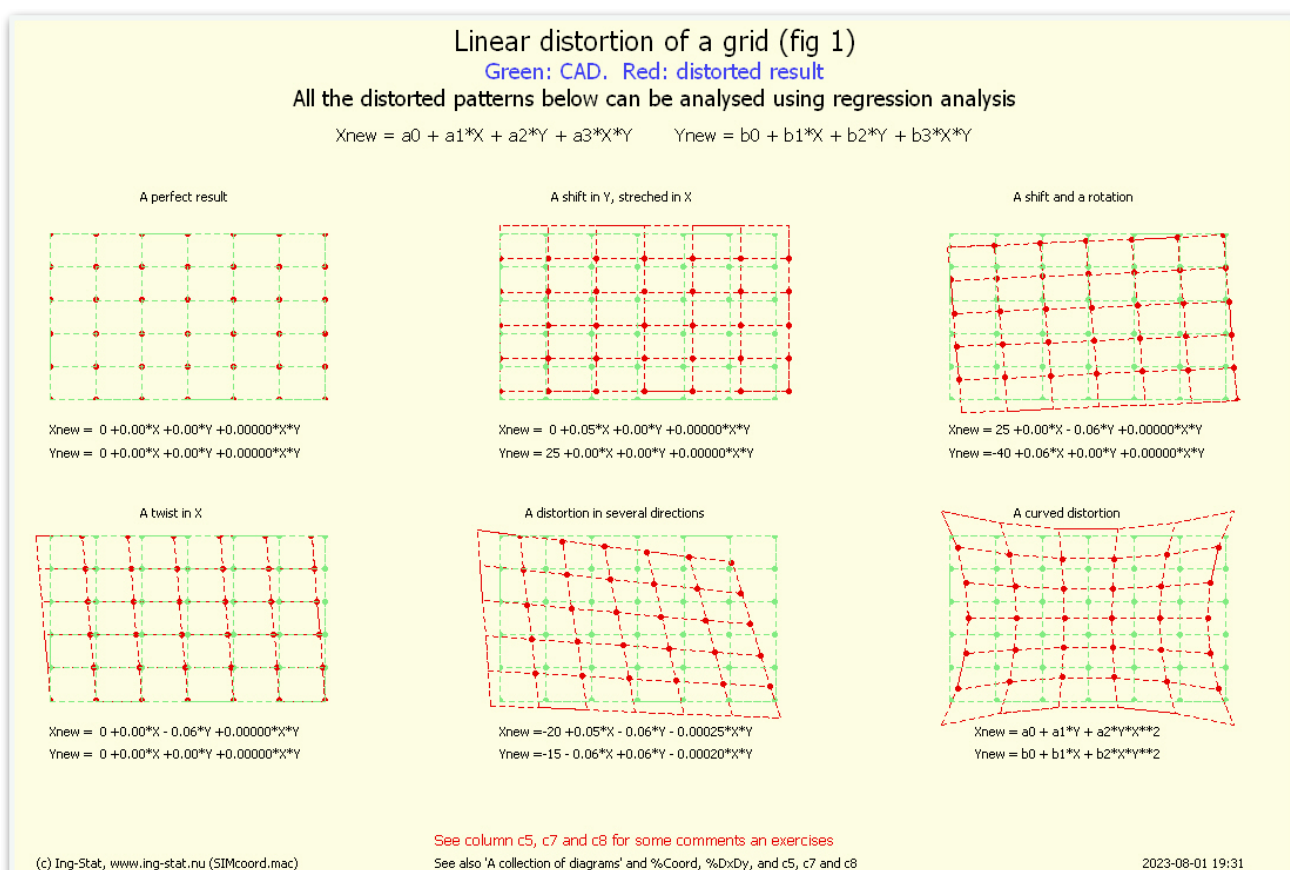
Under de första åren fanns ingen möjlighet att skapa meningsfulla diagram typ den som visas nedan. Därför gjordes all tolkning av de numeriska utskrifterna.

Formförändringar. Alla de olika formförändringarna nedan har funnits i praktiken. Om vi t.ex. fann en rotation misstänkte man att de olika processtegens nollpunkt och uppriktning inte var helt korrekt. Erfarenheten visade att även det mest stillsamma processteget kunde påverka formförändringen, antingen mekaniskt, via värme, via kemi eller på annat sätt.

Det krökta mönstret uppstod sällan men man hade skapat ett processteg som vertikalt doppade ganska stora paneler i flytande tenn (för att förtenna lödytorna).

Panelen värmdes därmed till hög temperatur och på grund av dess tyngd förändrades formen. Det omedelbart följande steget var en snabb och avkylande tvättning av bland annat flussmedel.

Bare-Board-Testing. Just dessa paneler fick sitt mönster testat med 'bare-board-testing' som innebär att en fixtur med kontaktstift i varje punkt kontrollerade att mönstret var helt och utan kortslutningar. Men eftersom mönstret ibland var krökt blev det en ökad andel 'felkontakt' med kontaktstiften. Detta ledde till ett intensivt arbete och resultatet blev att panelerna fick svalna under en kort tid i.st.f. direkt avkylning. Då försvann större delen av formförändringen. . . .



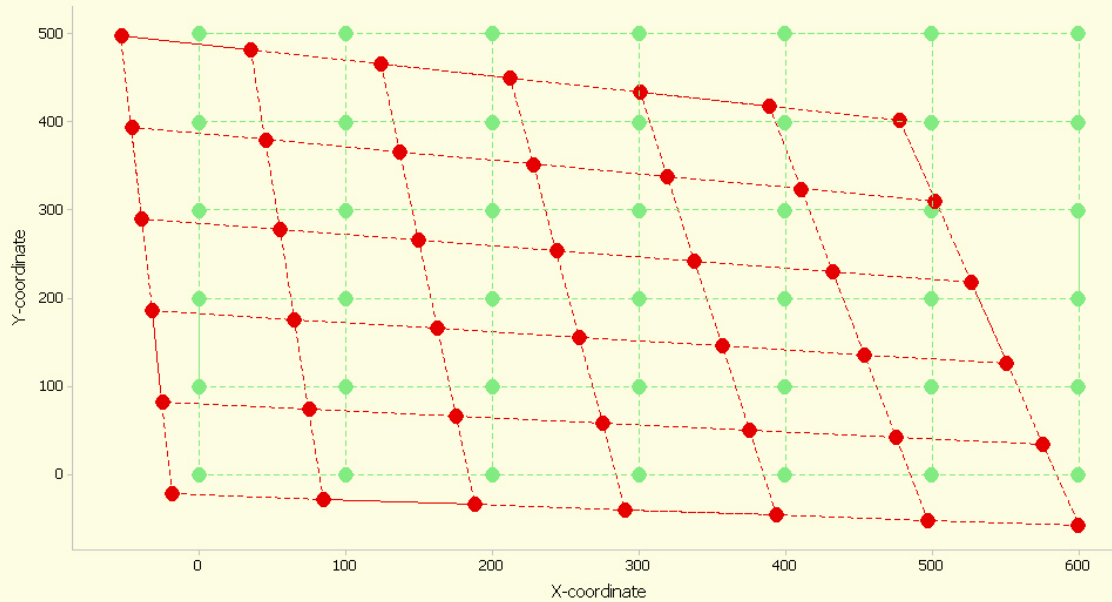
Linear distortion of a grid (fig 2)

Green: CAD. Red: distorted result

$$X_{new} = -18 + 0.03 * X - 0.07 * Y - 0.00029 * X * Y + X$$

$$Y_{new} = -22 - 0.06 * X + 0.04 * Y - 0.00020 * X * Y + Y$$

X and Y are the positions of the original (green) grid, Xnew and Ynew are the red distorted grid positions

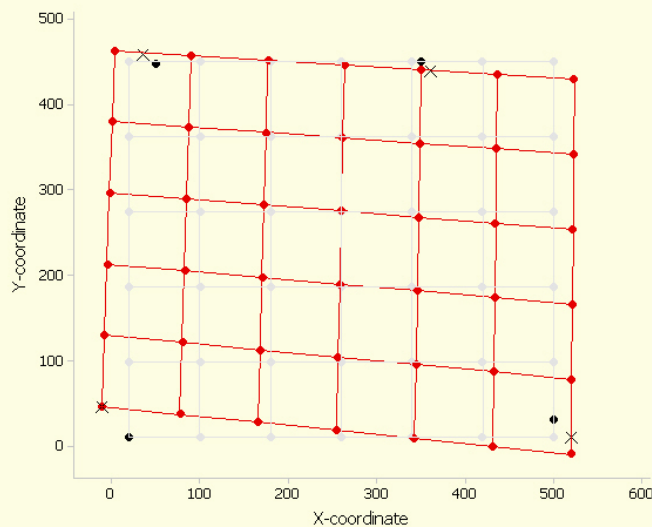


Linear distortion of a grid (fig 2)

grey/red: nominal/distorted grid, black: nominal values, cross: measured result

$$X_{new} = -0.334988 + 0.001065 * X + 0.000342 * Y - 0.000001 * X * Y + X$$

$$Y_{new} = 0.389337 - 0.001178 * X - 0.000546 * Y + 0.000001 * X * Y + Y$$



- * The grey grid spans the lowest/highest values of the nominal values (black dots).
- * Using the measured results and the nominal values the two expressions (Xnew, Ynew) are determined.
- * Using these expressions the nominal grid is recalculated to the red grid.

NB that any point, not only the grid, can be recalculated. This is e.g. the principle of the laser drill. This device measures four corners of the pattern and then calculates new XY-values for the holes.

If the grid is e.g. curved, more points need to be measured and a more complicated model needs to be developed. See e.g. 'A curved distortion' on fig 1.

All the other types of distortions on fig 1 can be handled by measurements from four points.

The two expressions (Xnew and Ynew) are obtained by ordinary regression analysis.