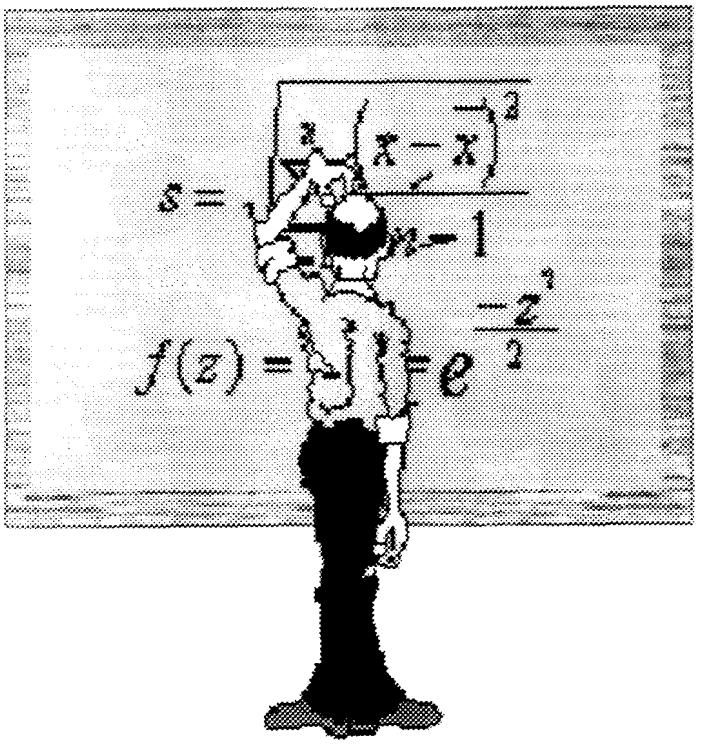
PN-ADE-903

STATISTICAL PROCESS CONTROL



Dr. Khaled Hamdy

Technical Services Team

Agriculture-Led Export Businesses

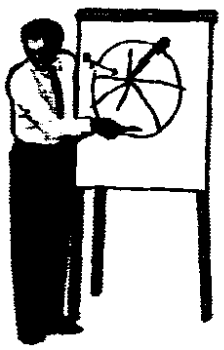
12 Dokki Street, 6th Floor

Giza, Cairo

TEL 02-338-1445 (6 Lines)

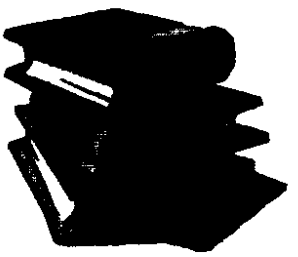
USAID Funded Project No. 263-0264

Statistical Process Control
SPC



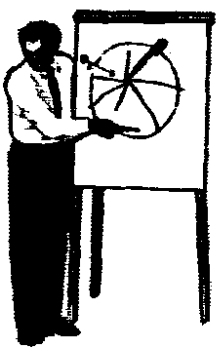
Dr. Khaled Hamdy

KH Consulting Engineers



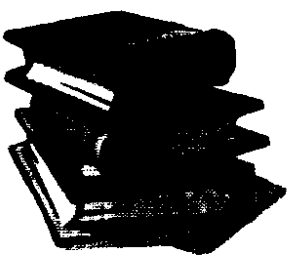
KH

الضبط الإحصائي للعمليات



- د. خالد حمدي

KH Consulting Engineers



KH

Course Contents

- History and Philosophy of SPC
- Understanding Variation
- Control Charts:
  - Control Charts for Variables
  - Control Charts for Attributes
- Measurement Capability Analysis
- Process Capability Analysis

KH

محتويات الدورة

- التطور التاريخي للضبط الإحصائي للعمليات والمفاهيم الخاصة به.
- تفهم "التباين"
- منحنيات التحكم:
  - منحنيات التحكم للمتغيرات
  - منحنيات التحكم للخصائص
- قياس قدرة نظم التحليل والقياس
- قياس قدرة العمليات

KH

Section 1

History and Philosophy of SPC

KH

الجزء ١

التطور التاريخي للضبط الإحصائي للعمليات والمفاهيم الخاصة به

KH

History of SPC

- 1920's: Walter Shewhart of Bell Telephone Labs develops SPC as an economical means to control quality in manufacturing
- 1930's: U.S. telecommunications industry is world standard for quality
- 1940's: During WWII, Bell Labs personnel train armament manufacturers to use SPC
- 1940's -1950's: Use of SPC following the war:
  - U.S. economy intact, SPC "disappears"
  - Japanese devastated, W. Edwards Deming arrives

تاريخ الضبط الإحصائي للعمليات

- العشرينات: قام والتر شيوارت الذي كان يعمل لدى معامل Bell Telephone Labs بوضع الضبط الاحصائي للعمليات كوسيلة اقتصادية لمراقبة جودة عمليات التصنيع.
- الثلاثينات: أصبحت صناعة الاتصالات السلكية واللاسلكية بالولايات المتحدة الأمريكية هي المعيار الدولي للجودة.
- الاربعينات: اثناء الحرب العالمية الثانية، قام العاملون بمعامل Bell telephone Labs بتدريب مصنعي الأسلحة الحربية على كيفية استخدام الضبط الاحصائي للعمليات .
- الأربعينات – الخمسينات: استخدام الضبط الاحصائي للعمليات عقب الحرب:
  - اقتصاد أمريكي سليم: "اختفاء" الضبط الاحصائي للعمليات
  - دمار اليابان بعد الحرب، وصول إدواردز ديمنج

History of SPC

- 1960's-1970's: Quality techniques blossom in Japan
- 1980's: The world begins to recognize "Made in Japan" as a sign of quality. In U.S., automotive and electronics industry lead the "quality revolution"
- 1990's: SPC now recognized by most U.S. industries as a vital quality management tool.
  - In wood products industry, prinicipal use is size control in primary sawmills

تاريخ الضبط الإحصائي للعمليات

- الستينات – السبعينات: ازدهار تقنيات الجودة في اليابان.
- الثمانينات: بدأ العالم يدرك مفهوم "صنع في اليابان" بأنه علامة للجودة. أما في الولايات المتحدة الأمريكية، قادت صناعة السيارات والالكترونيات "ثورة الجودة الصناعية".
- التسعينات: في الولايات المتحدة الأمريكية، أصبح مفهوم الضبط الإحصائي للعمليات معروفا لدى العديد من الصناعات بأنه الوسيلة المثلى لضبط الجودة.
  - في صناعة الأخشاب، يكون التطبيق الاساسي للضبط الإحصائي للجودة في التحكم في حجم ماكينات نشر الخشب.

Philosophy of SPC

- Variation is inevitable
- Real quality improvement comes from defect prevention, not defect detection- *"You can't inspect quality into a product"*
- Prevent defects by monitoring, controlling & reducing variability
  - Reduce scrap and rework = increased productivity, increased profits, increased employee morale
- Continuous process improvement to reduce variability

مفهوم الضبط الإحصائي للعمليات

- التباين ضرورة حتمية
- إن تحسين الجودة الفعلي يتحقق من خلال منع العيوب وتفاديها وليس كشف العيوب – *" ليس في الإمكان بناء الجودة في المنتج عن طريق التفتيش"*
- يتم الحد من العيوب بواسطة مراقبة التباينات والتحكم فيها والإقلال منها.
- الإقلال من الهوالك وإعادة التصنيع = زيادة الإنتاجية.
- ينبغي أن يكون هناك تحسين مستمر في العمليات لخفض التباينات .

Continuous Process Improvement:

Tools-

- brainstorming
- cause and effect diagrams
- Deming's 14 points of TQM
- process flow diagram
- scatter diagrams
- designed experiments
- trend charts
- nominal group technique
- process teams
- check sheets
- Pareto analysis
- histogram
- process capability
- SPC

KH

التحسين المستمر للجودة

الوسائل:

- Brainstorming
- مخططات السبب والأثر
- الأربعة عشرة نقاط لنظم الجودة الشاملة لديمنج
- مخطط تتابع العمليات
- مخططات التبدد
- التجارب المصممة
- منحنيات الاتجاهات
- أسلوب المجموعات الاسمية
- فرق العمليات
- قوائم الفحص
- تحليل "باريتو"
- مخطط توزيع التواتر
- قياس قدرة العمليات
- الضبط الإحصائي للعمليات

KH

Statistical Process Control- What is it?

- Statistical- With the help of numbers or data...
- Process- we study the characteristics of our process...
- Control- in order to make it behave the way we want it to behave.

Source: The Statistical Quality Control Handbook, Western Electric Company, 1956

ما هو الضبط الإحصائي للعمليات؟

- إحصائي – بمساعدة الأرقام أو البيانات...
- العمليات – نقوم بدراسة خصائص العمليات...
- الضبط – لكي تسير العمليات حسبما هو مقرر لها.

Source: The Statistical Quality Control Handbook, Western Electric Company, 1956

A change of mindset-

- ✦ Product Quality Control
  - Activities to evaluate and regulate quality following production ("inspect and reject/ rework")
- ☆Process Quality Control
  - Activities to ensure a quality product is produced during manufacturing through ***defect prevention***

تغيير طريقة التفكير

- **ضبط جودة المنتج**
  - الأنشطة التي يتم القيام بها لتقييم الجودة وتنظيمها بعد الإنتاج ("التفتيش ورفض المنتج / إعادة تصنيع المنتج")
- **مراقبة جودة العمليات**
  - الأنشطة التي يتم القيام بها لتوكيد جودة المنتج أثناء تصنيعه من خلال عملية منع *العيوب*

Who needs to understand and commit to SPC?

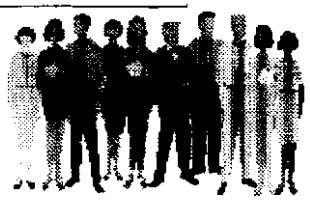
- Everyone in the plant
  - ✓ management
  - ✓ production
  - ✓ engineering and design
  - ✓ sales

KH

Giving one person all of the responsibility for SPC will not work

من الذي يرغب في فهم الضبط الإحصائي للعمليات والالتزام به

- كافة العاملين في المصنع
  - الإدارة
  - الإنتاج
  - الهندسة والتصميم
  - المبيعات



KH

إسناد مسئولية الضبط الإحصائي للعمليات لفرد واحد لن يجدي

A partial list of benefits of SPC

- Increase profits by:
  - reduce scrap
  - reduce rework
  - increase production
- Improve employee morale
- Improve customer confidence
- Better understanding of process
- Documents and tracks improvement
- One aspect towards attaining ISO 9000 certification

قائمة جزئية بفوائد الضبط الإحصائي للعمليات

- زيادة الأرباح عن طريق:
  - الإقلال من الهوالك
  - الإقلال من عملية إعادة التصنيع
  - زيادة الإنتاج
- رفع الحالة المعنوية للعاملين
- اكتساب ثقة العملاء
- تفهم العمليات بشكل أفضل
- تحسين عملية حفظ المستندات وطرق الحصول عليها
- خطوة تجاه الحصول على شهادة الأيزو ٩٠٠٠

Increase profits???

- Publicly traded Baldridge Award winners have increased stock value 324.9% between 1988 and 1995
- Publicly traded Baldridge Award applicants have increased stock value 167% between 1990-1995
- Many companies report 15% or more improvement in profits following SPC implementation

Source: Jerry Welsh, SPC Specialist, Lane Community College citing 3rd NIST Stock Investment Study, 2/97

KH

زيادة الأرباح؟؟؟

- إن الحائـــزين عـــلى جائزة Baldridge Award قد زادوا من قيمة اسهمهم بنسبة ٣٢٤,٩% ما بين عامي ١٩٨٨ و ١٩٩٥.
- إن المـــتقدمين للحصـــول عـــلى تلك الجائزة قد زادوا من قيمة أسهمهم بنسبة ١٦٧% ما بين عامي ١٩٩٠ و ١٩٩٥.
- تصـــرح العديـــد مـــن الشركات بأنها حققت تحسينا في الأرباح بحوالي ١٥% أو أكثر عقب تطبيق الضبط الإحصائي للعمليات.

KH

If SPC is the answer, What was the question?

- **How capable is the process of meeting customer (internal or external) expectations?**
  - or, is the supplier's product meeting specs.?
- **What is the distribution of process output?**
  - centering, range or "spread", likelihood of an extreme value
- **What is causing the variability?**
  - When is it reasonable to "get tough" with employees?

إذا كان الضبط الإحصائي للعمليات هو الجواب فما هو السؤال إذن؟

١. مـــا هـــو قـــدرة تلك العملية على الوفاء بالمتطلبات أو التوقعات (الداخلية والخارجية) للعملاء؟

- أو هل يتطابق المنتج الذي يوفره المورد مع المواصفات؟

٢. ما هو توزيع ناتج العملية؟

- ممركز، "منتشر" احتمالية وجود قيمة قصوى

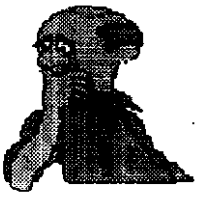
٣. ما الذي يسبب التباين؟

- متى يكون من الممكن تبني سياسة الشدة مع العاملين؟

If SPC is the answer, What was the question?

- Can we afford to minimize the variability?
- Over time, how can we be sure the process hasn't changed?
- When should we "tinker" with the process and when should we leave it alone?

KH



إذا كان الضبط الإحصائي للعمليات هو الجواب فما هو السؤال إذن؟

٤. هل يمكننا الإقلال من التباين؟
٥. مع الوقت، كيف يمكننا التأكد من أن العملية لم تتغير؟
٦. مـــا الذي ينبغي "إصلاحه أو تغييره" في العملية ومتى نبقيها كما هي؟

KH

Section 2

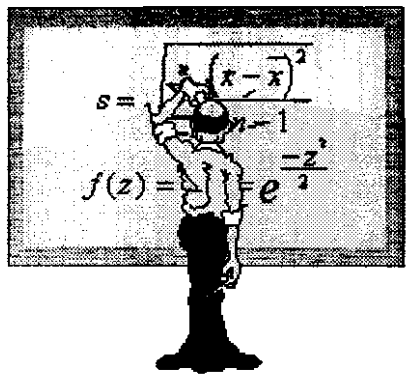
Understanding Variation

الجزء ٢

تفهم التباين

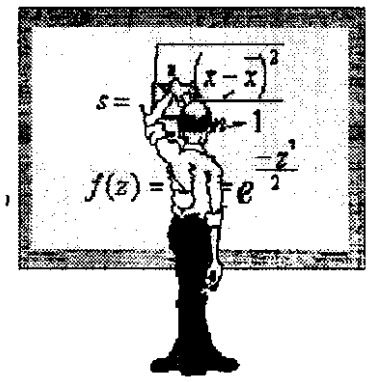
Statistics- Who Needs It???

- Statistics- The Science of Variation
- "In God We Trust- All Others Must Use Data"
- Answers to, "If SPC is the Answer, What was the Question?":
  - process capability?
  - process distribution?
  - causes of variability?
  - afford to minimize variability?
  - changes over time?
  - to tinker or not to tinker?



الإحصائيات – من الذي يحتاجها؟

- علم الإحصاء: هو علم التباين
- ينبغي أن تكون هناك بيانات وافية
- إجابات لسؤال: إذا كان الضبط
- الإحصائي للعمليات هو الجواب
- فما هو السؤال إذن؟:
  - قدرة العمليات؟
  - توزيع العمليات؟
  - أسباب التباين؟
  - هل بالامكان الاقلال من التباين؟
  - إجراء تغييرات على مدى الوقت؟
  - هل نقوم بالتغيير أم لا نقوم به؟



Sources of Variation:

- "4M's and OE"
  - Machine
  - Material
  - Method
  - Measurement
  - Operator
  - Environment

KH

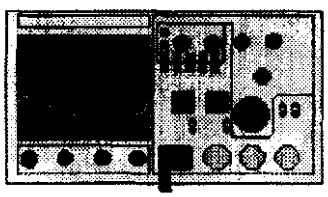
مصادر التباين

- بعض النقاط الأساسية:
  - الماكينة
  - المادة
  - الطريقة
  - القياس
  - المشغل
  - البيئة

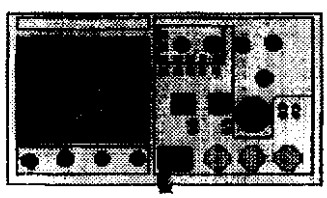
KH

Variation-

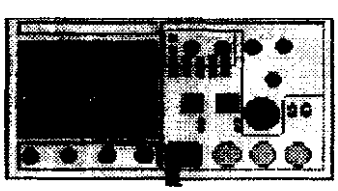
- Random, chance, constant, common, unknown causes
  - the "rhythm" of the process



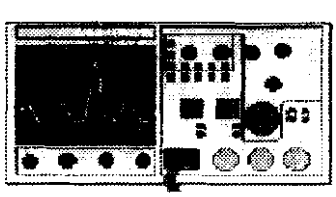
- Assignable, special causes
  - something has changed



التباين



- أسباب عشوائية، تحدث بالصدفة، مشتركة وغير معروفة
  - "إيقاع" العملية

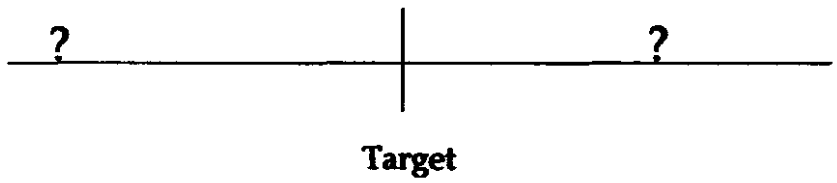


- أسباب محددة
  - حدث تغيير في شئ ما

What is Variation?

Loss Function

What is the target for a given process?

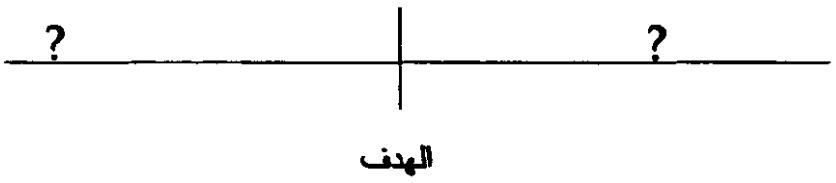


How far away from the target is still OK?

ما هو التباين؟

دالة الفاقد

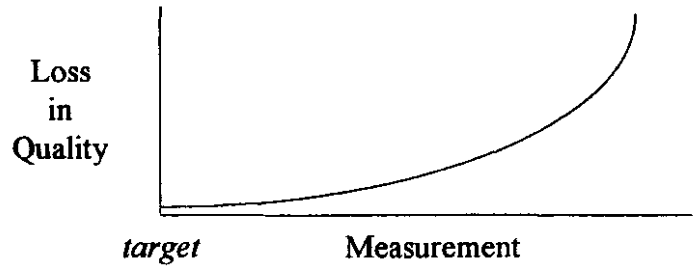
ما هو هدف عملية معينة؟



ما هو مدى الحياد المسموح عن الهدف؟

What is Variation?

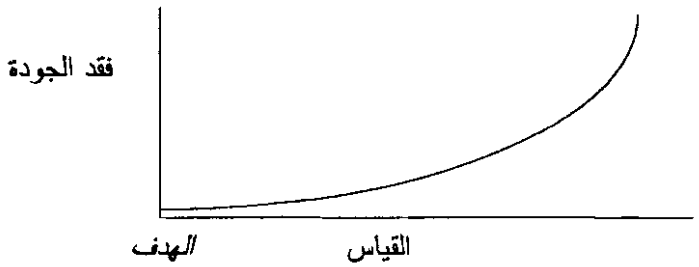
Loss Function



A curve representing loss in quality as a function of a measured value

ما هو التباين؟

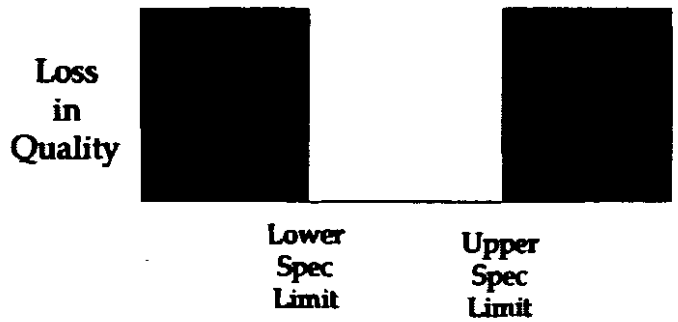
دالة الفقد



منحنى يمثل فقد الجودة كدالة لقيمة تم قياسها

What is Variation?

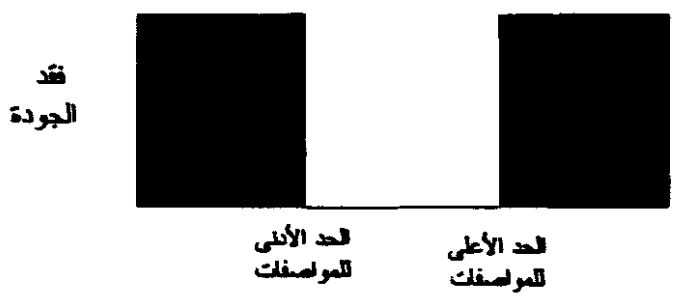
Traditional "Loss Function"



Spec limits define acceptable and unacceptable quality

ما هو التباين؟

"دالة الفقد" المعتادة



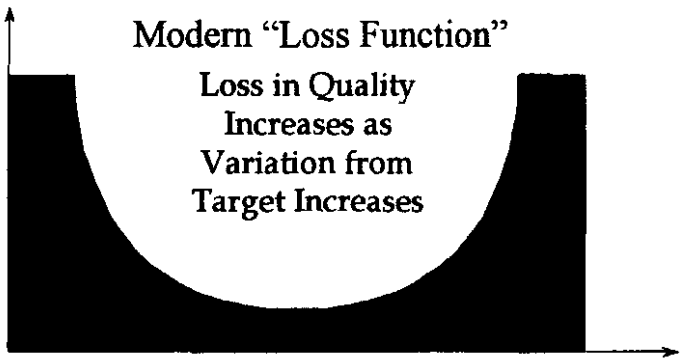
حدود المواصفات تحدد الجودة المقبولة والجودة الغير المقبولة

What is Variation?

Modern "Loss Function"

Loss in Quality Increases as Variation from Target Increases

Loss in Quality



Target

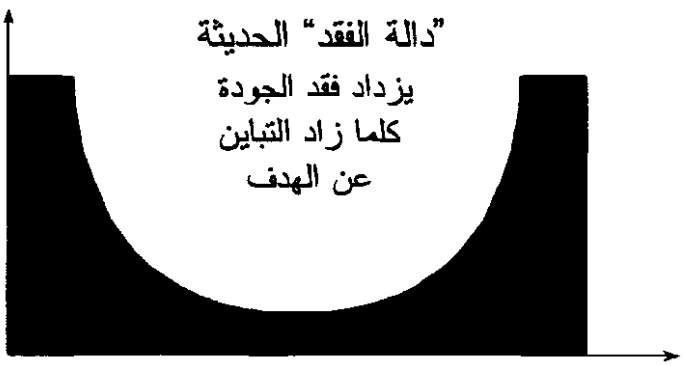
Target: Desired Value or Outcome

ما هو التباين؟

"دالة الفقد" الحديثة

يزداد فقد الجودة كلما زاد التباين عن الهدف

فقد الجودة

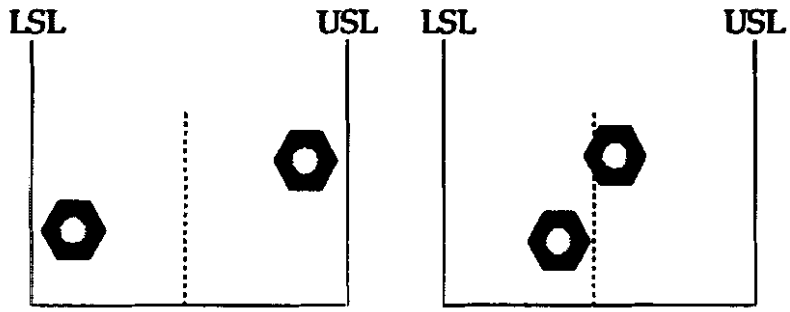


الهدف

الهدف: يعني القيمة أو الناتج المطلوب

What is Variation?

How the Loss Function Affects Product

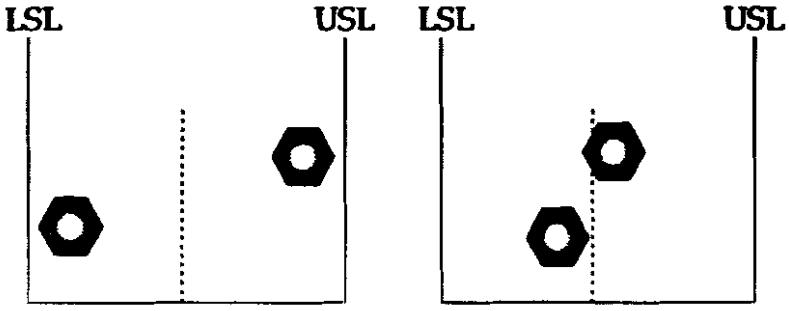


Both are within spec
Which is more desirable?

KH

ما هو التباين؟

كيف تؤثر دالة الفقد على المنتج



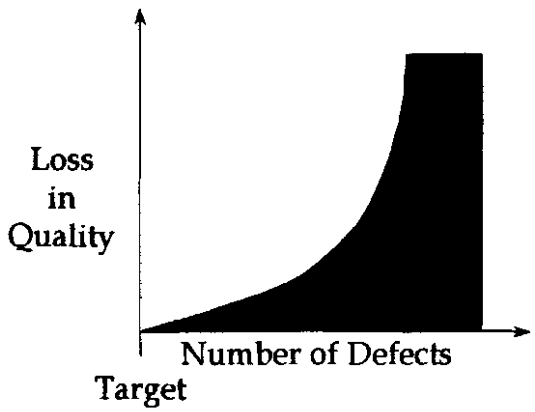
كلاهما في نطاق المواصفات المحددة

أيهما افضل؟

KH

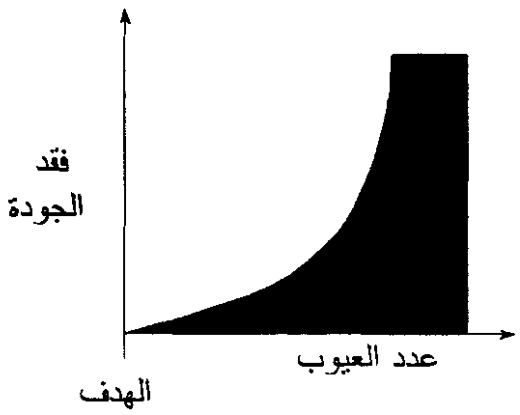
What is Variation?

Loss Function for Defects



ما هو التباين؟

دالة الفقد لكشف العيوب



What is Variation?

Less Variation

=

Higher Quality

KH

ما هو التباين؟

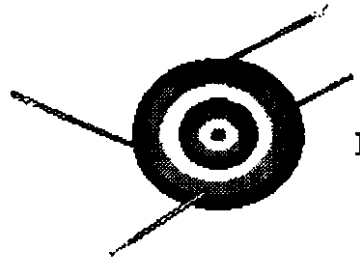
تباين أقل

=

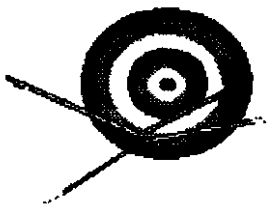
جودة أعلى

KH

Distribution of Process Ouput



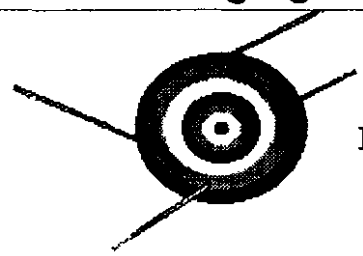
Neither accurate, nor precise



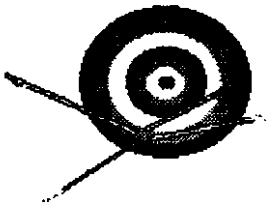
Precise, but not accurate

Precise and accurate

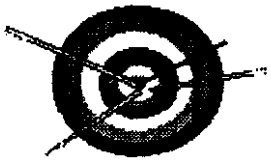
توزيع ناتج العملية



Neither accurate, nor precise



Precise, but not accurate

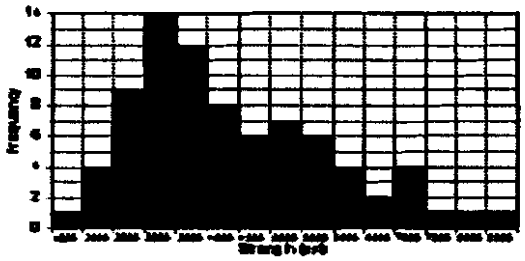


Precise and accurate

Distribution of Process Output

Histograms:

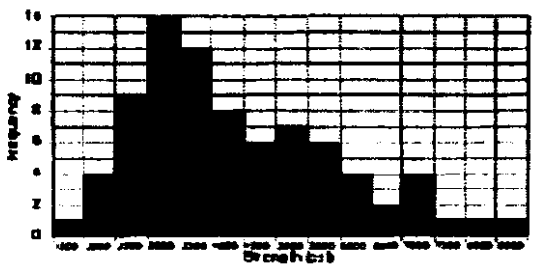
- Frequency distribution- a tally of process output falling into specific "categories"
- Histogram- a pictorial representation of the frequency distribution



توزيع ناتج العملية

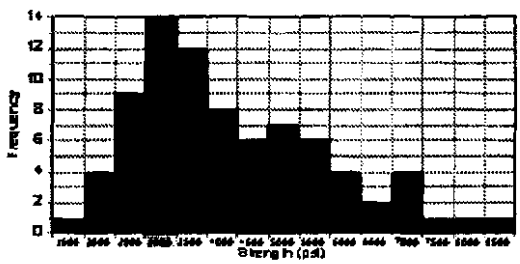
مخططات توزيع التواتر:

- توزيع التواتر: جدول لناتج العمليات يقسم إلى عدة "فئات"
- مخطط توزيع التواتر: رسم توضيحي مصور لتوزيع التواتر



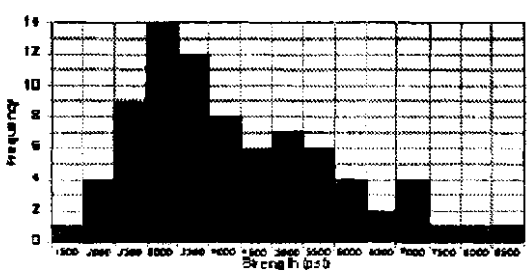
Estimating Process Parameters:

- Central tendency- arithmetic mean ("average")
- Dispersion- range or standard deviation



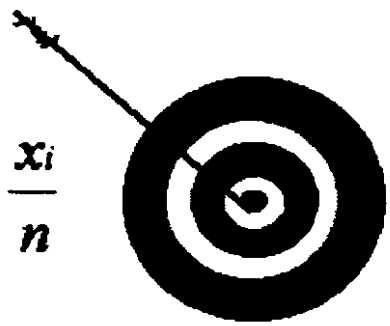
تقدير معالم العمليات:

- الاتجاه المركزي – الوسط الحسابي ("المتوسط")
- التشتت – المجال أو الانحراف المعياري



Estimating Process Parameters:

- Process centering

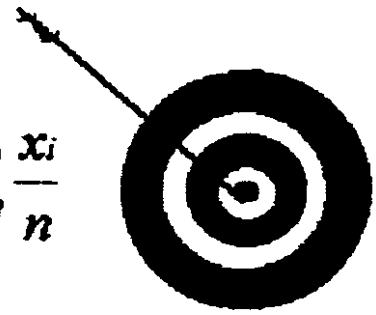


mean or average, $\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$

(an estimate of the population mean, μ)

تقدير معالم العمليات:

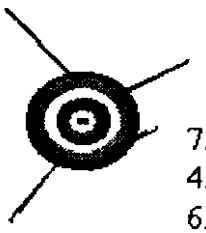
- تمركز العملية



mean or average, $\overline{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i}{n}$

(an estimate of the population mean, μ)

Why isn't the average alone, good enough?

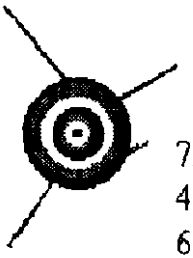


Target 6"

7.95	6.10
4.05	5.90
6.95	6.05
5.05	5.95
$\overline{X} = 6.00$	$\overline{X} = 6.00$

☆ We need a way to quantify the "spread" in the data

لماذا لا يكون المتوسط وحده كافياً؟



Target 6"

7.95	6.10
4.05	5.90
6.95	6.05
5.05	5.95
$\overline{X} = 6.00$	$\overline{X} = 6.00$

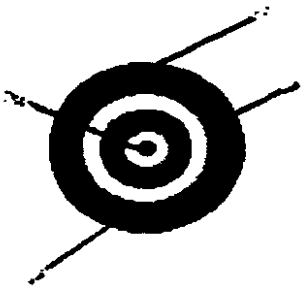
☆ نحتاج إلى طريقة لتحديد كمية "الانتشار" في البيانات

Estimating Process Parameters:

- Process "spread":

standard deviation, $s = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{X})^2}{n-1}}$

range, $R = X_{max} - X_{min}$



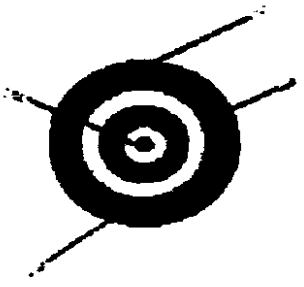
(both are estimates of the population standard deviation, σ)

تقدير معالم العمليات

"انتشار" العملية:

الانحراف المعياري = $s = \sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{X})^2}{n-1}}$

range, $R = X_{max} - X_{min}$



(كلاهما تقديرين للانحراف المعياري σ)

Do 2 little numbers really tell us that much?

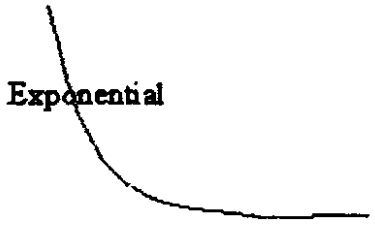
- **Wouldn't it be nice, if knowing only the mean and standard deviation, we could <u>predict</u> the amount of product that will be produced within the specs. or any given range?**
  - *For example, with a mean of 3.5 inches, and a standard deviation of 0.05 inches, how much product can we expect to produce that is 4 inches or larger?*

★ **To do this, you need an equation to describe the distribution.**

هل هذين الرقمين يوضحان لنا الكثير؟

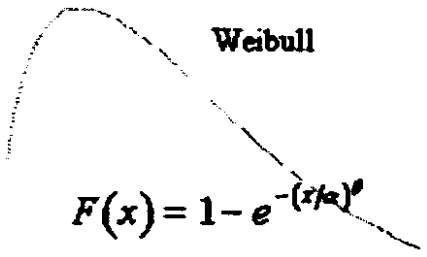
- ألا يكـــون جميـــلا أنـــه إذا عرفنا المتوسط والانحراف المعياري، يمكننا أن نتنبأ بكمية المنتج الذي سيتم انتاجه طبقا للمواصفات أو المدى المحدد؟
  - *عـلى سـبيل المثال، إذا كان الوسط ٣,٥ بوصة والانحراف المعياري ٠,٠٥ بوصـة، مـا هـي كمية المنتج المتوقع انتاجها بحيث تكون ٤ بوصة أو أكثر؟*

- يتطلب هذا الأمر معادلة خاصة لشرح التوزيع



Exponential

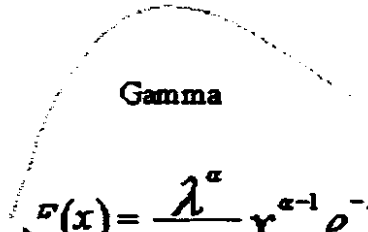
$$F(x) = \lambda e^{-(\lambda x)}$$



Weibull

$$F(x) = 1 - e^{-(x/\alpha)^{\beta}}$$

How about one of these equations?

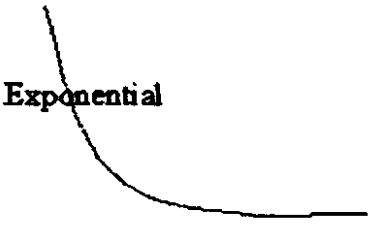


Gamma

$$F(x) = \frac{\lambda^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x}$$

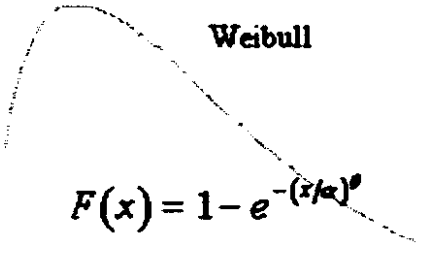
Normal

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$



Exponential

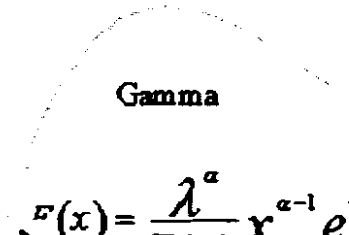
$$F(x) = \lambda e^{-(\lambda x)}$$



Weibull

$$F(x) = 1 - e^{-(x/\alpha)^{\beta}}$$

ماذا عن تلك المعادلات؟



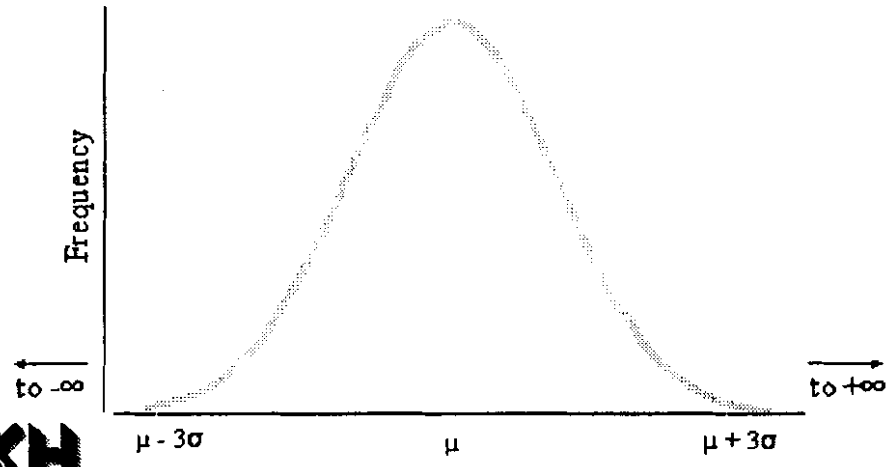
Gamma

$$F(x) = \frac{\lambda^{\alpha}}{\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\lambda x}$$

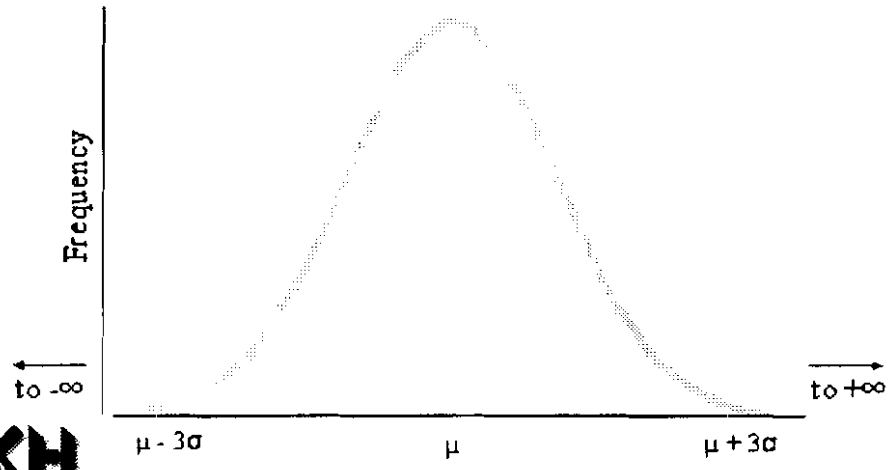
Normal

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

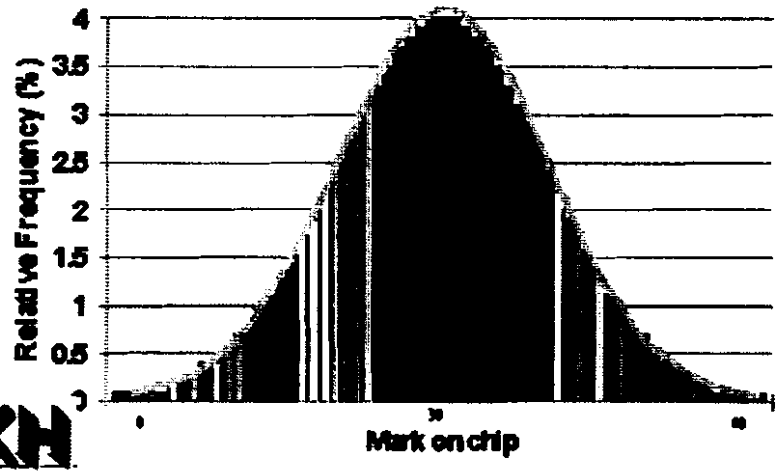
Determining the "limits":
The Normal Distribution



تحديد "الحدود:
التوزيع الطبيعي



The Normal Distribution



التوزيع الطبيعي

So what?

- By knowing the mean and standard deviation, and that the numbers are approximately normally distributed, we know everything we need to know about the distribution- it is predictable...

IF- we can somehow be sure that the process is stable

ماذا بعد ذلك؟

- عـن طريق معرفة المتوسط والانحراف المعياري، وأن الأرقـام تقريبا موزعة بشكل طبيعي، فإننا على دراية بكـل شئ نحتاجه بخصوص التوزيع – أنه يمكن التنبؤ به...

- إذا تأكدنا من أن العملية ثابتة

Is the Process "Stable"?

or

in SPC lingo,

Is the process "*in statistical control*"?

KH

هل العملية "ثابتة"؟

أو

بلغة الضبط الإحصائي للعمليات

هل العملية تحت التحكم "الإحصائي"؟

KH

"Statistical Control"

- The term "in control" in SPC does not have entirely the same meaning as in common usage:
  - The process is **out of control**!!!

- "A process is described as *in control* when a stable system of chance causes seems to be operating." (Grant & Leavenworth, Statistical Quality Control)

"التحكم الإحصائي"

- المصطلح "تحت التحكم" بلغة الضبط الإحصائي للعمليات لا يتشابه معناه مع الاستخدام الشائع للمصطلح: "العملية خرجت عن حدود التحكم"

- يتم وصف العملية بأنها "تحت التحكم" عندما يكون هناك نظاما ثابتا للأسباب العارضة"

(Grant & Leavenworth, Statistical Quality Control)

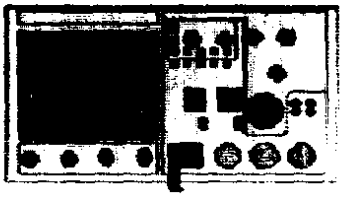
The affect of "control" on the process

- "<u>In control</u>"- a stable system of chance causes seems to be in operation. The variability of the process is reasonably predictable.
  - It is likely to be unprofitable to search for assignable causes of variability.

KH

تأثير "التحكم" على العملية

- " تحت التحكم": نظام ثابت للأسباب العارضة. يمكن التكهن بقابلية تغير العملية إلى حد ما.



- من المحتمل ألا يكون الأمر مفيدا عند البحث عن أسباب معينة لقابلية التغير.

KH

Examining Variation
Definition

A **Stable Process** has the same normal distribution at all times.

A stable process is **In Control**

A stable process still has variation

KH

اختبار التباين
تعريف

إن العملية الثابتة يكون لها نفس
التوزيع الطبيعي في كافة الأحيان

تكون العملية الثابتة تحت التحكم

لا يزال يكون هناك تباين في العملية الثابتة

KH

Examining Variation

Common Causes

The cause of variations in a stable process is called a **Common Cause**.

A common cause is a natural cause of variation in the system.

KH

اختبار التباين

الأسباب الشائعة

يطلق على سبب التباينات في العملية الثابتة
مصطلح السبب المشترك

السبب الشائع هو سبب طبيعي
للتباين في النظام

KH

Examining Variation

Common Cause Examples

- Machine vibration
- Temperature fluctuations
- Slight variation in raw materials
- Human variation in setting control dials

KH

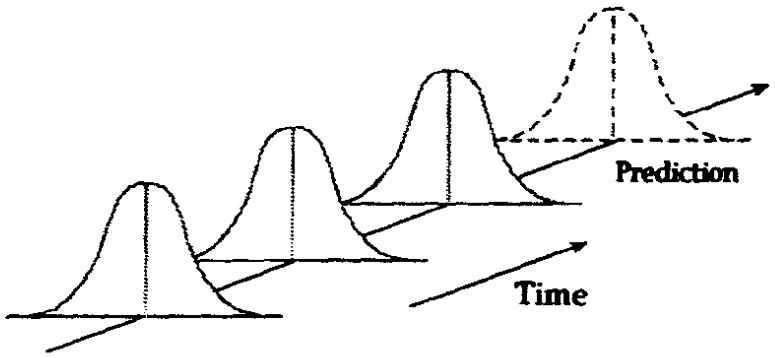
اختبار التباين
أمثلة للسبب الشائع

- اهتزاز الماكينة
- تقلبات في درجات الحرارة
- تغير طفيف في المواد الخام
- التغيير البشري عند ضبط بيانات التحكم المدرجة

KH

Examining Variation

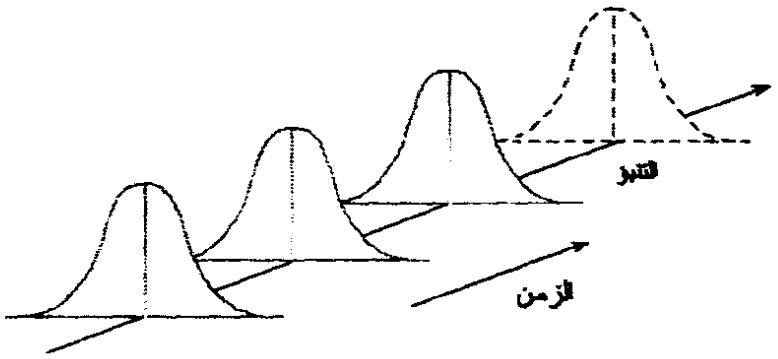
Stable Process



Normal distribution at all times

اختبار التباين

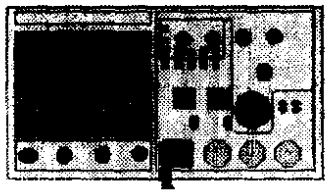
العملية الثابتة



توزيع طبيعي في كافة الأوقات

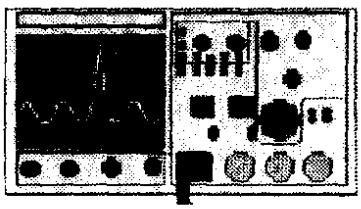
The affect of "control" on the process

- "Out of control"- assignable causes of variability must be present. A little investigation is suggested to find and eliminate those causes.



- **Statistically rare occurences are indications of lack of control**

تأثير "التحكم" على العملية



- "خارج حدود التحكم" – يجب أن تكون هناك أسباب معينة للتباين. يكون من المتطلب إجراء تفتيش بسيط لكشف تلك الاسباب والحد منها.
- المصادفات النادرة إحصائيا تدل على عدم وجود تحكم

A statistically rare event-

- an outcome with a very small probability of occurrence ("the odds are against it")
- In manufacturing, an outcome that is "statistically rare" usually signals the presence of assignable causes of variation
- How can you know what is statistically rare and what is commonplace?

KH

SPC

الحدث النادر إحصائيا

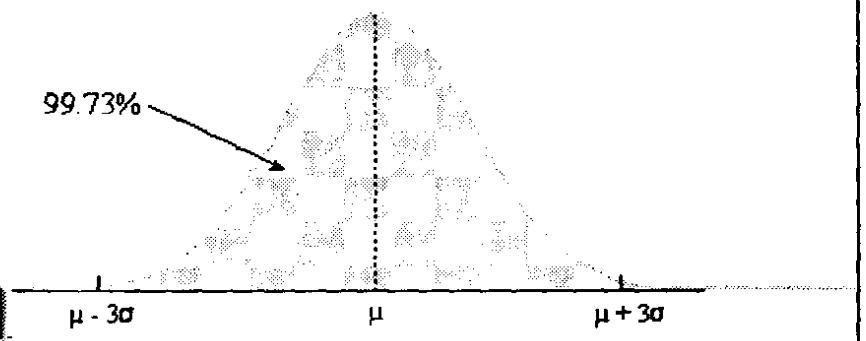
- يكون نتيجة لاحتمالية ضئيلة جدا للحدوث
- في عمليات التصنيع، عندما يحدث شئ "يندر حدوثه" إحصائيا، فإن هذا يدل على وجود أسباب معينة للتباين
- كيف يمكنك أن تفرق بين ما يندر حدوثه إحصائيا وبين ما يحدث بشكل عادي؟

الضبط الإحصائي للعمليات

KH

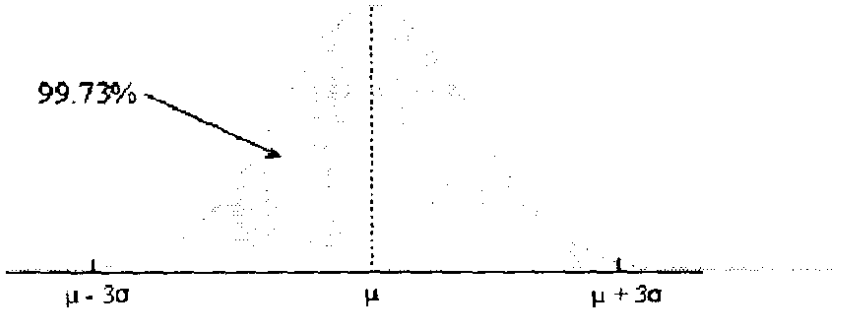
What is a "statistically rare occurrence"

- Obtaining a sample value that is "very far away" from the average is a highly unlikely event
- In SPC, we usually define "very far away" as 3σ

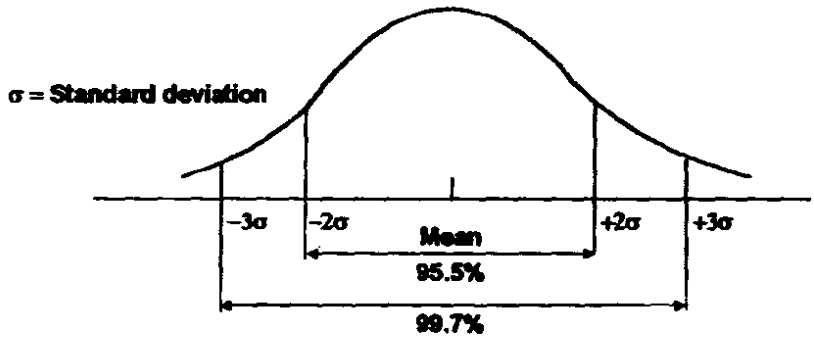


ما هو "الحدث النادر إحصائيا"

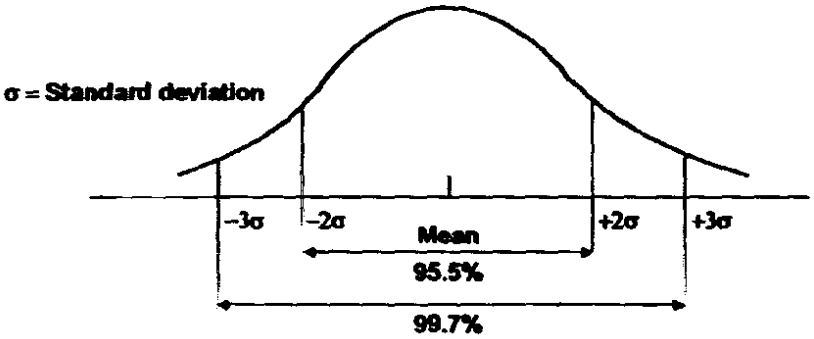
- إن الحصول على عينة من القيمة التي "تكون بعيدة تماما" عن المتوسط هو حدث غير محتمل بشكل كبير
- دائما ما نقوم بتعريف مصطلح "قيمة بعيدة تماما" في الضبط الإحصائي للعمليات، كـ ٣ σ



Normal Distribution

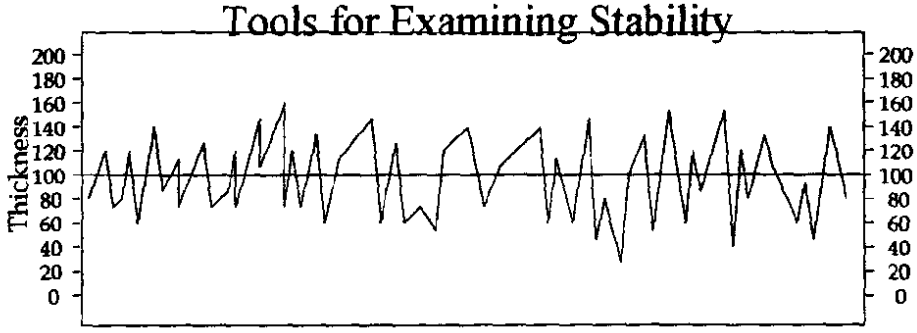


التوزيع الطبيعي



Examining Variation

Tools for Examining Stability

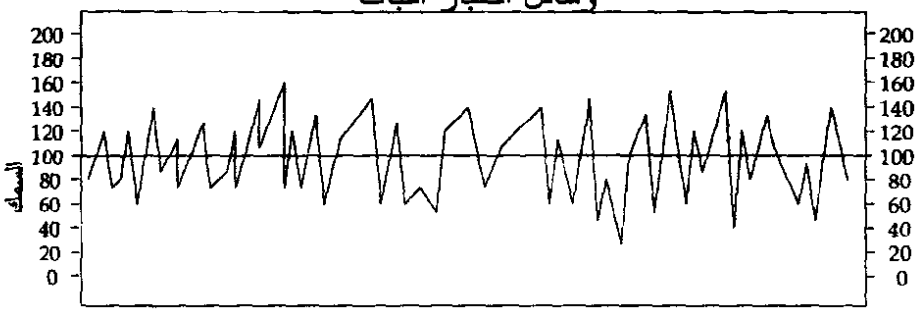


Time

Trend Chart: A plot showing the behavior of a process over time.

اختبار التباين

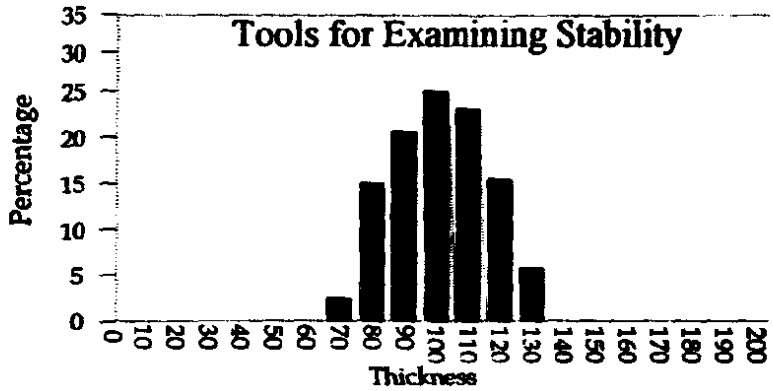
وسائل اختبار الثبات



الزمن

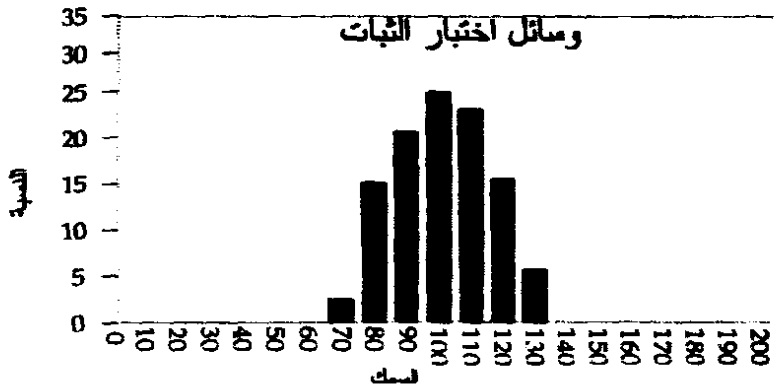
منحنى الاتجاهات: مخطط يوضح سير العملية على مدى الوقت

Examining Variation



Histogram: A barchart showing the distribution of the process.

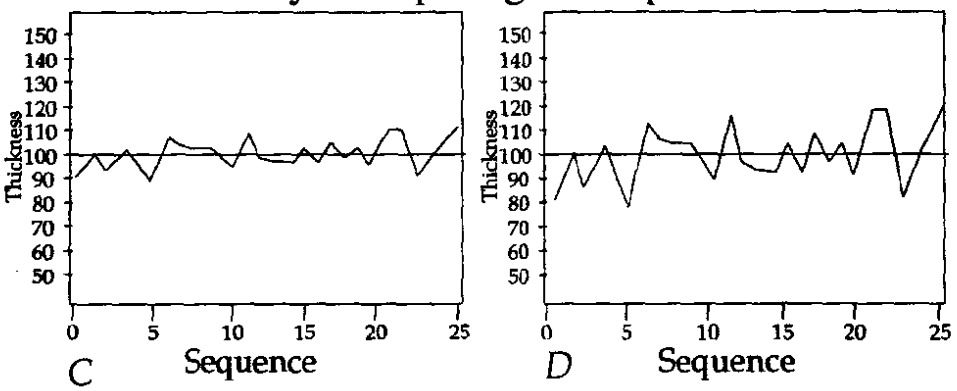
اختبار التباين



مخطط توزيع التواتر: مخطط يوضح توزيع العملية

Examining Variation

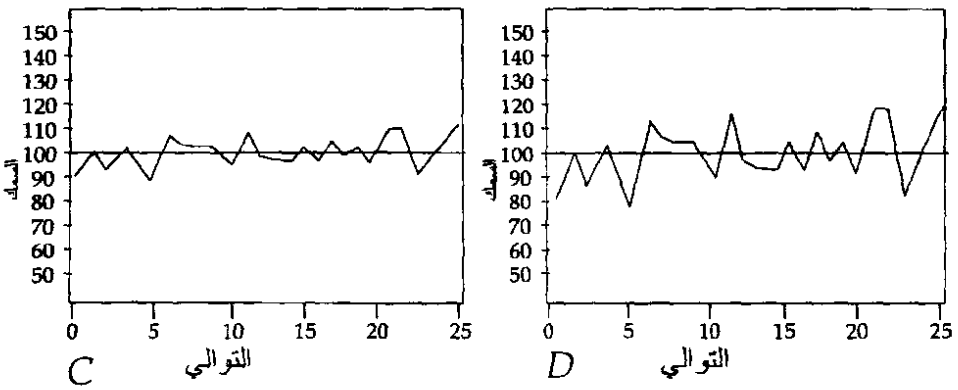
Activity: Comparing stable processes



Which process has better quality?

اختبار التباين

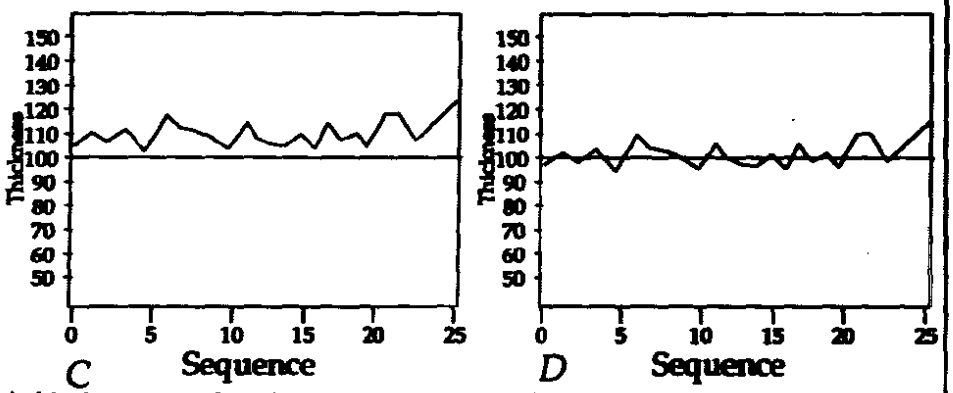
مقارنة العمليات الثابتة



أي العمليات التي تتميز بالجودة؟

Examining Variation

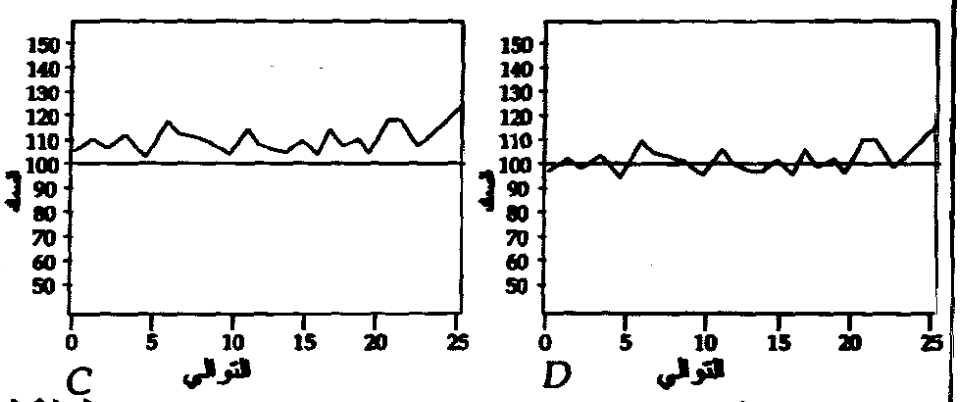
Activity: Comparing stable processes (cont'd)



Which process has better quality?

اختبار التباين

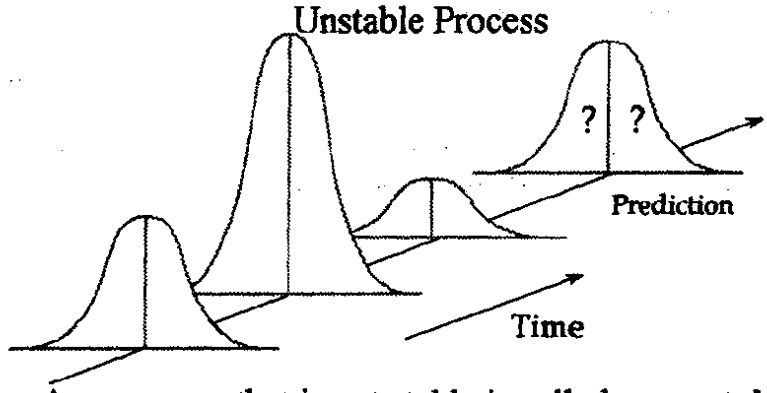
مقارنة العمليات الثابتة (تابع)



أي العمليات التي تتميز بالجودة؟

Examining Variation

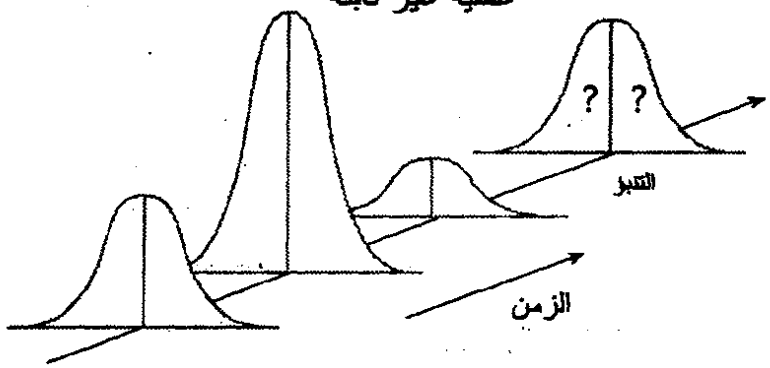
Unstable Process



Any process that is not stable is called an **unstable** or **out-of-control** process.

اختبار التباين

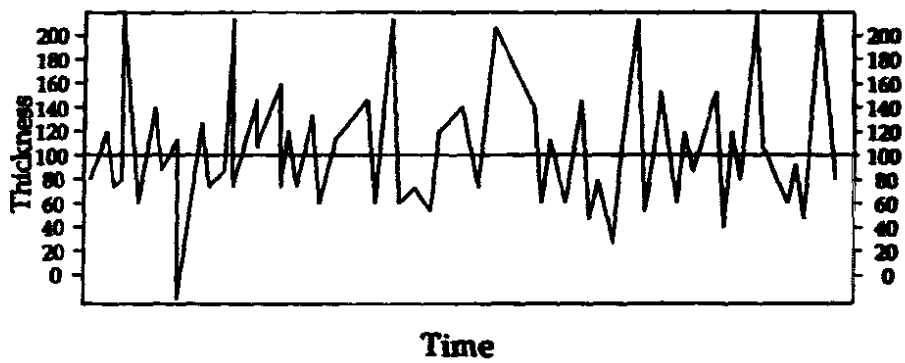
عملية غير ثابتة



يطلق على أي عملية غير ثابتة بأنها عملية غير ثابتة أو عملية خارج حدود التحكم

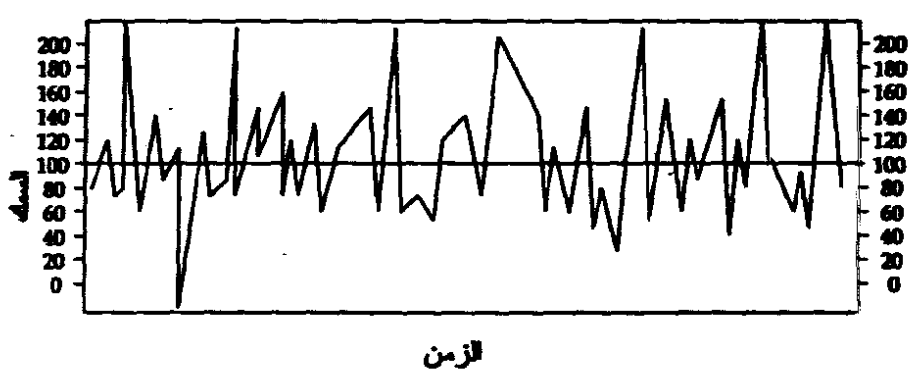
Examining Variation

Kinds of Instability: Excursions



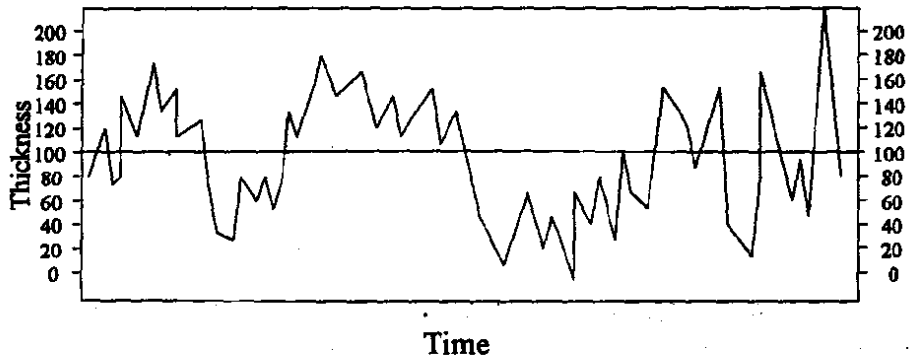
اختبار التباين

أنواع عدم الثبات: الترحيل



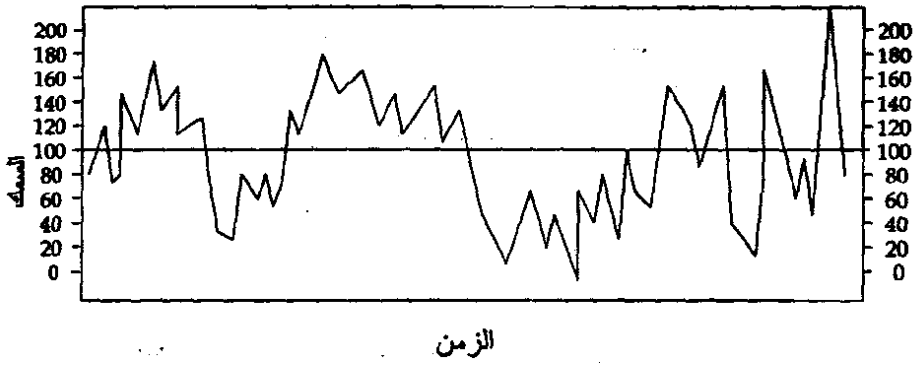
Examining Variation

Kinds of Instability: Shifts



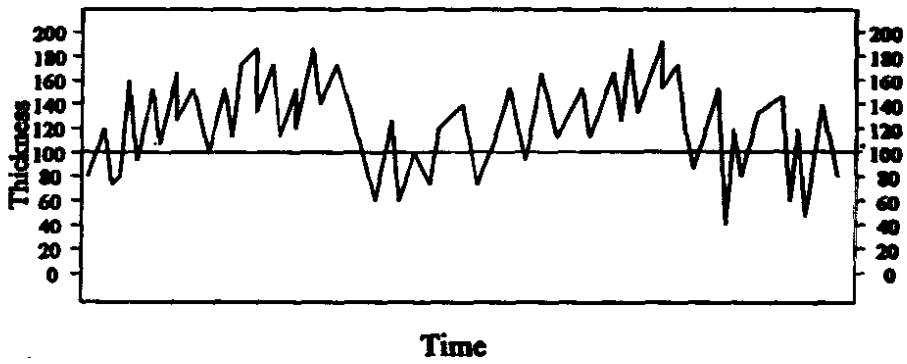
اختبار التباين

أنواع عدم الثبات: الانتقالات



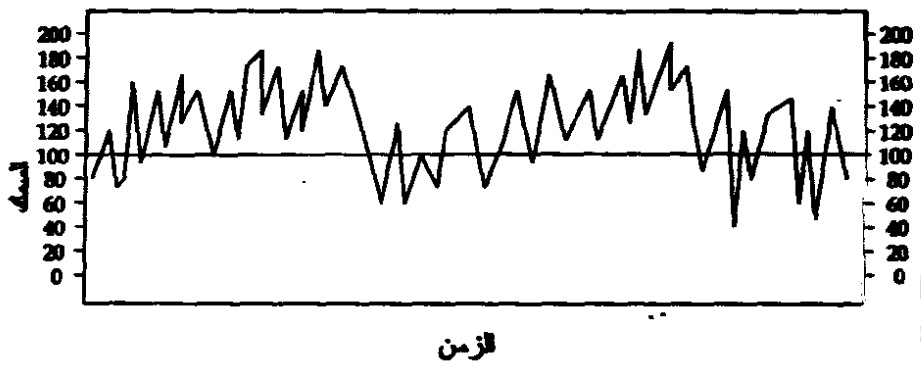
Examining Variation

Kinds of Instability: Drifts



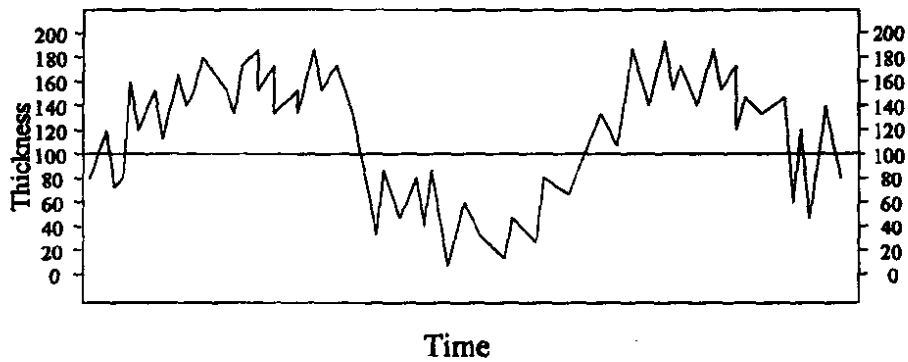
اختبار التباين

أنواع عدم الثبات: الانتقالات التدريجية



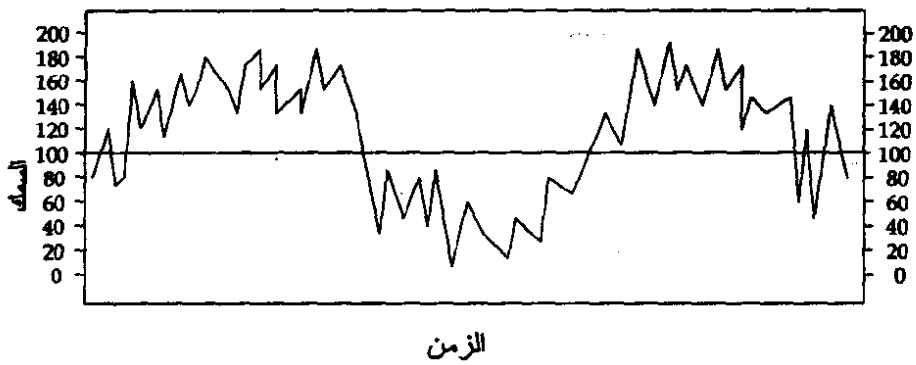
Examining Variation

Kinds of Instability: Cycles



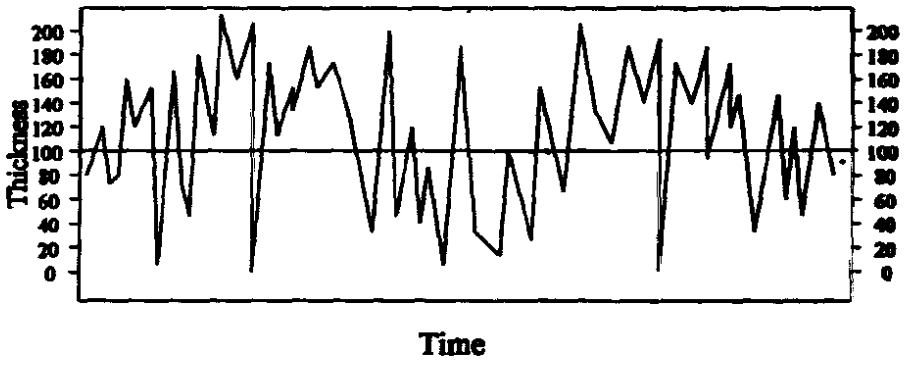
اختبار التباين

أنواع عدم الثبات: الدورات



Examining Variation

Kinds of Instability: Chaos



اختبار التباين

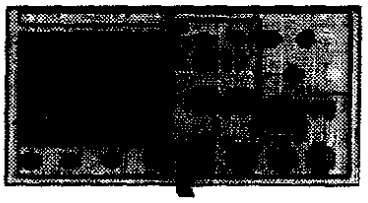
أنواع عدم الثبات: التشوش

Assignable Causes of Variation: The Backbone of SPC

- Examples of things that may be assignable causes of variation:
  - machine troubles (damaged saw teeth, plugged blowpipe, etc.)
  - faulty measuring device
  - operator overcontrol
  - worker fatigue
  - drastic changes in raw material

الأسباب المحددة للتباين
أساس الضبط الإحصائي للعمليات

- أمثلة للأسباب المحددة للتباين:
- مشكلات في الماكينات (تلف في اسنان المنشار، انسداد في أنابيب النفخ، الخ)
- جهاز قياس يعطي قياسات خاطئة
- زيادة تحكم المشغل
- ارهاق العامل
- تغيرات شديدة في المادة الخام



Examining Variation

Special Causes

Anything that causes variations that are not part of the stable process is called a **special cause**, **assignable cause**, or **unnatural cause**.

KH

اختبار التباين

أسباب معينة

يطلق على أي شئ يُحدث تباينات لا تشكل جزءاً من العمليات الثابتة بالسبب المعين، السبب المحدد، أو السبب الغير طبيعي.

KH

Examining Variation

Examples of Special Causes

- Batch of defective raw material
- Faulty set-up
- Human error
- Incorrect recipe
- Blown gasket
- Earthquake

KH

اختبار التباين

أمثلة للاسباب المعينة

- كمية من المواد الخام المحتوية على عيوب
- تركيب نظام خاطئ
- خطأ بشري
- وصفة غير صحيحة
- تلف في جوان المحرك
- زلزال

KH

Section 3

The Control Chart

KH

الجزء ٣

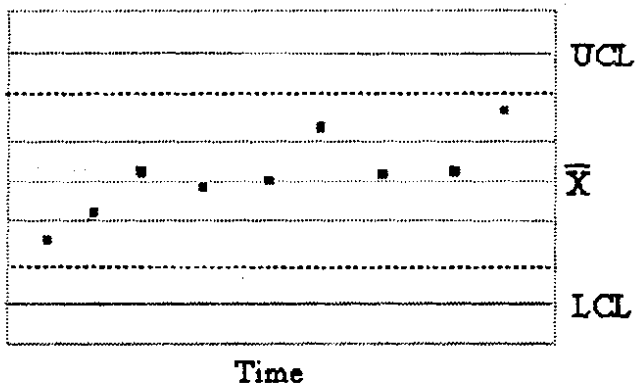
منحنى التحكم

KH

Determining the state of control:
The Control Chart

✦ **Graphical view of the process over time-**

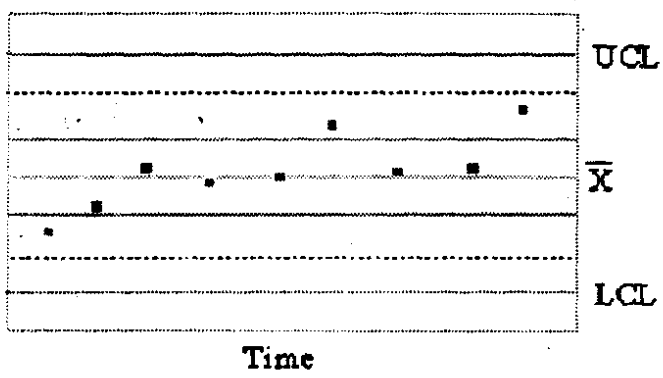
- central tendency
- trends
- spread
- changes



تحديد حالة التحكم
منحنى التحكم

منظر بياني للعملية على مدى الوقت

- central tendency
- trends
- spread
- changes

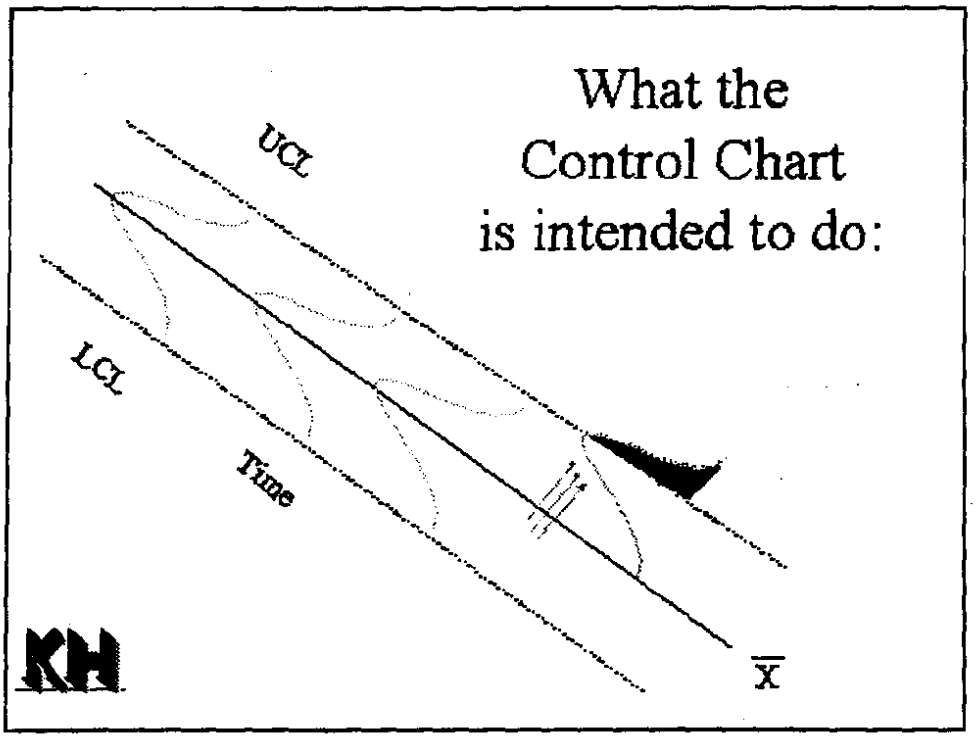


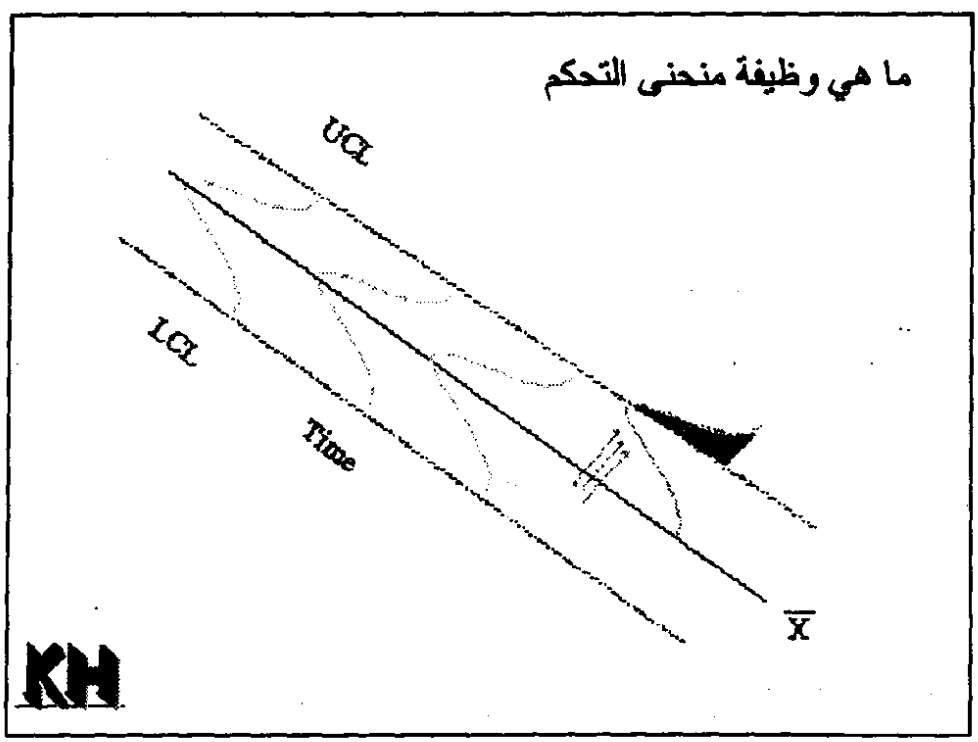
The Control Chart:
(a.k.a- The Shewhart Control Chart)

- Developed by Dr. Walter A. Shewhart of Bell Telephone Labs in the 1920's
- Emphasis was on developing procedures to ***economically*** control quality of manufactured product
- Mathematical and statistical theory provides the foundation

منحنى التحكم:
(منحنى التحكم لشيوارت)

- قام والتر شيوارت الذي كان يعمل لدى معامل Bell Telephone Labs بوضع منحنى التحمن في العشرينات.
- تم التركيز على وضع بعض الإجراءات للتحكم في جودة المنتج اقتصاديا.
- النظريات الحسابية والإحصائية هي الأساس.


What the
Control Chart
is intended to do:
UCL
LCL
Time
$\overline{X}$


ما هي وظيفة منحنى التحكم
UCL
LCL
Time
$\overline{X}$

Control Charts:

- Two different broad categories:
  - attributes
    - fraction defective (go/ no-go data)
    - defect counts
  - variables
    - measurement data

منحنيات التحكم:

- هناك فئتين واسعتي المجال:
- الخصائص
  - fraction defective (go/ no-go data)
  - defect counts
- المتغيرات
- بيانات القياس

Control Charts for Variables

- Process centering
  - X (mean)
  - individuals
- Process spread
  - s (standard deviation)
  - R (range)

R charts are quite common due to ease of calculations ($R = x_{max} - x_{min}$)

KH

منحنيات التحكم للمتغيرات

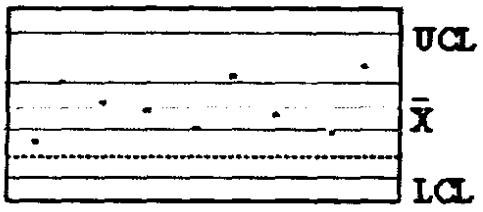
- تركيز العملية
- X (المتوسط)
- فرديات
- انتشار العملية
- S (الانحراف المعياري)
- R (المدى)

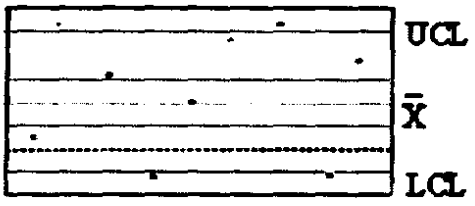
R charts are quite common due to ease of calculations ($R = x_{max} - x_{min}$)

KH

Determining the state of control:

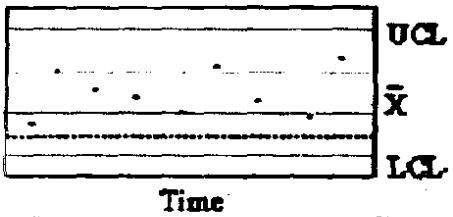
Interpreting the Control Chart

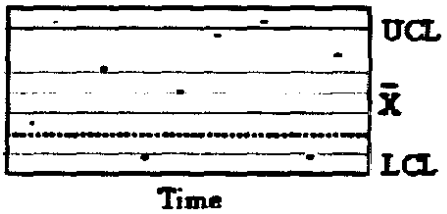


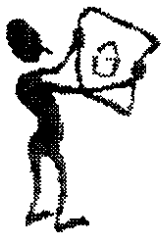


تحديد حالة التحكم:

تفسير منحنى التحكم







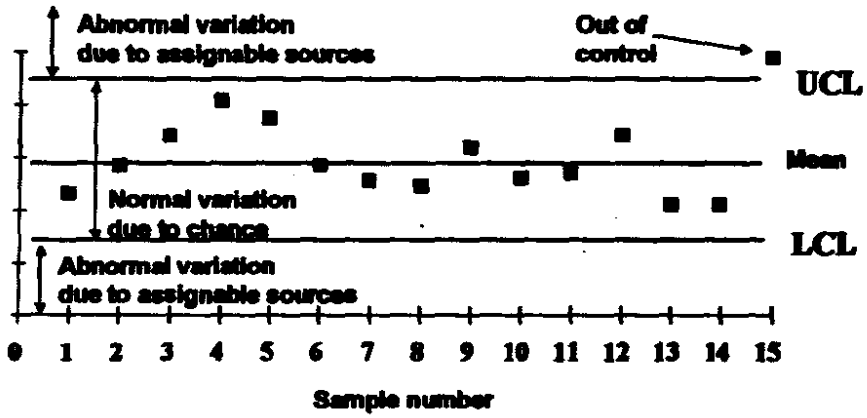
To be useful, control charts should be updated, interpreted, and actions taken in real time

KH

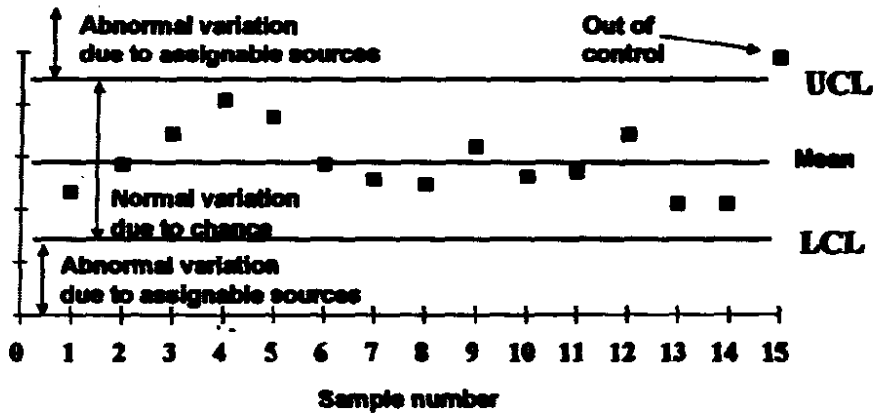
إنه من أجل أن تكون منحنيات التحكم مفيدة،
فإنه ينبغي أن يتم تحديثها وتفسيرها واتخاذ
الاجراءات اللازمة في الزمن الحقيقي

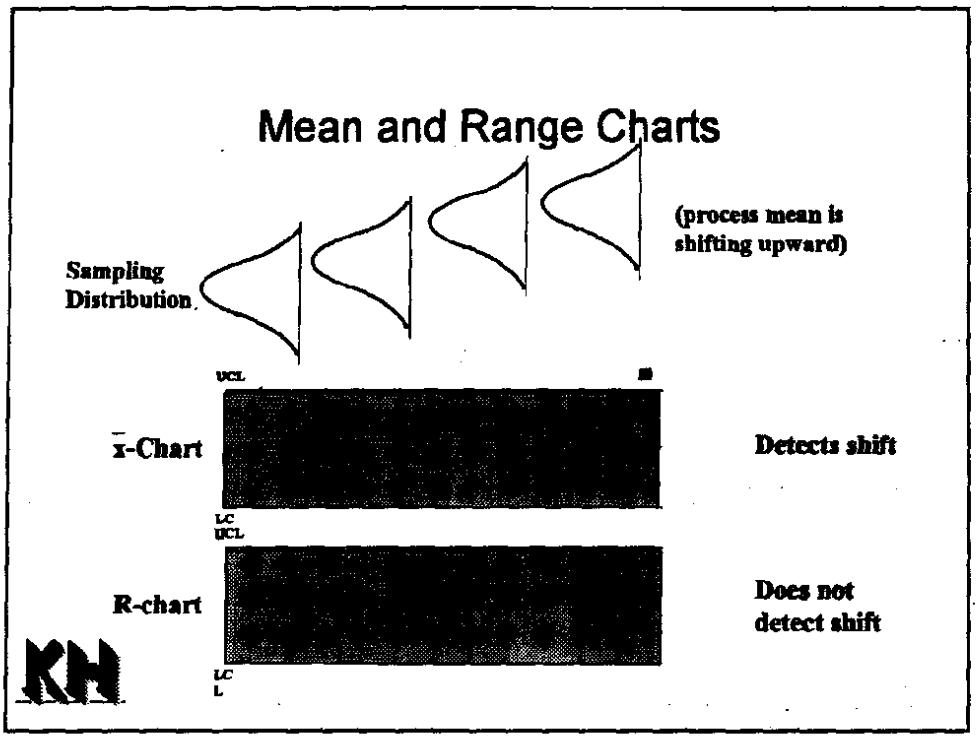
KH

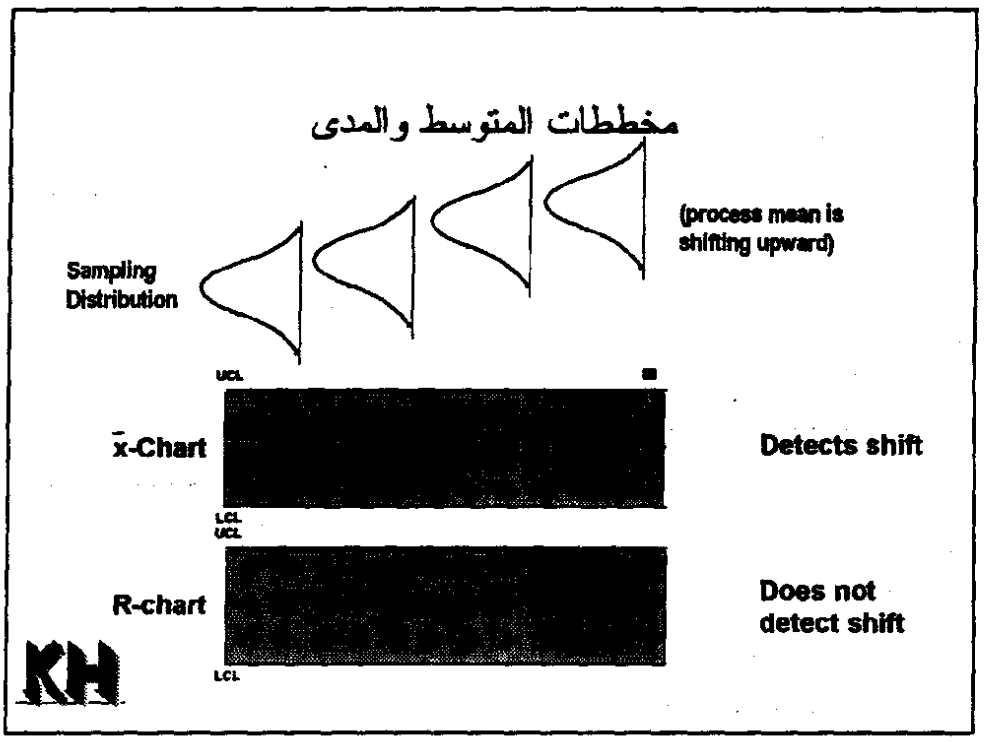
Control Chart

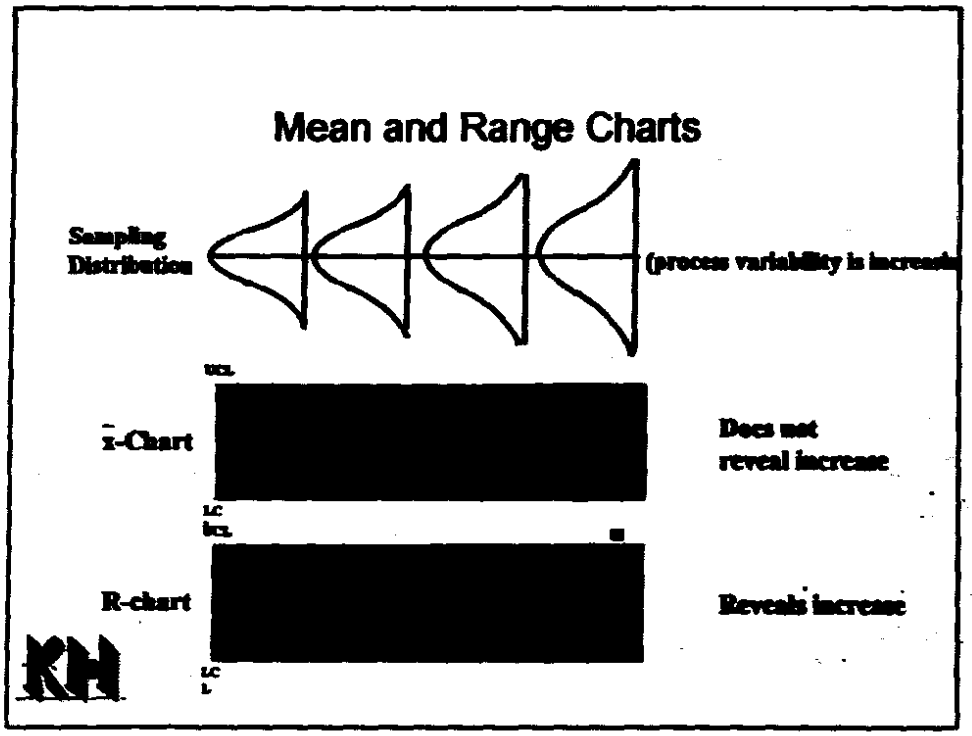


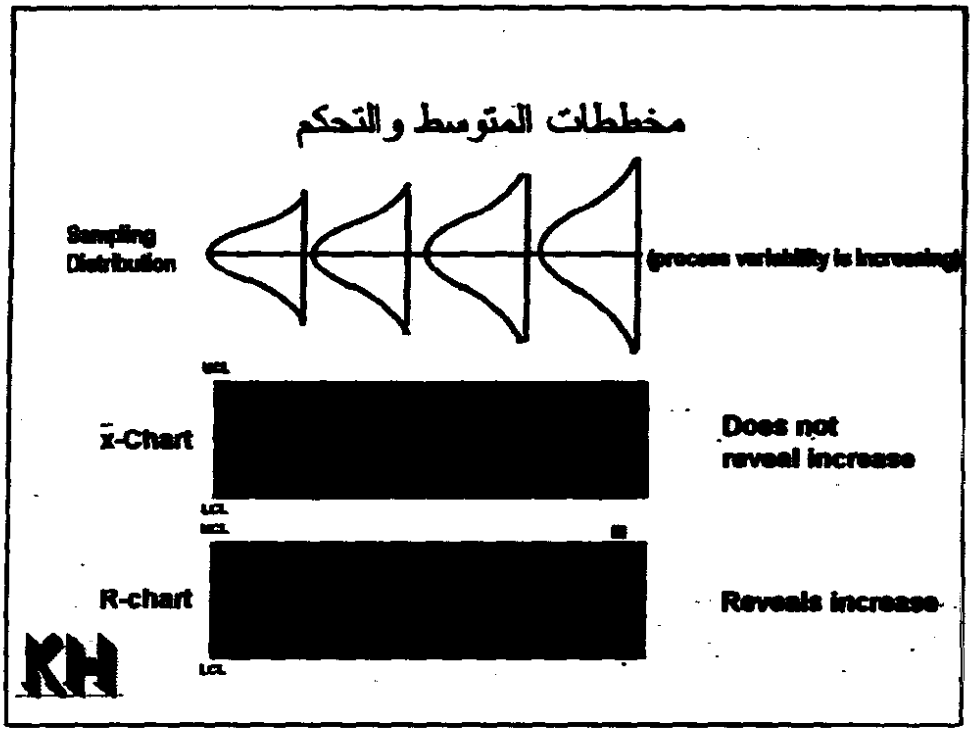
منحنى التحكم



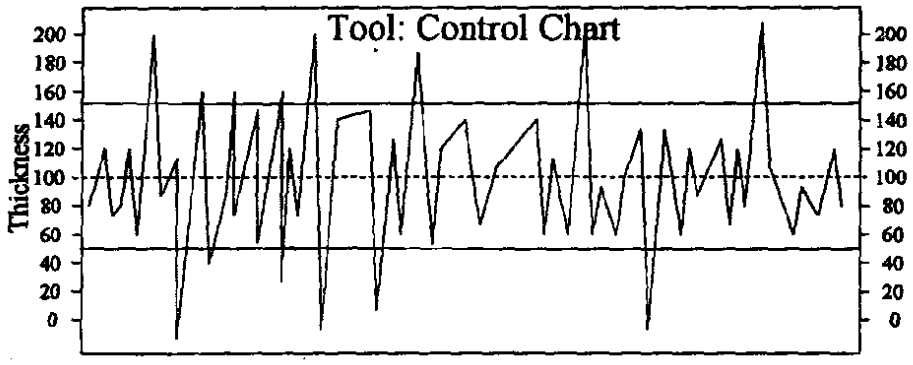

Mean and Range Charts
Sampling Distribution
(process mean is shifting upward)
UCL
x̄-Chart
Detects shift
LC
UCL
R-chart
Does not detect shift
LC
L


مخططات المتوسط والمدى
Sampling Distribution
(process mean is shifting upward)
UCL
x̄-Chart
Detects shift
LCL
UCL
R-chart
Does not detect shift
LCL


Mean and Range Charts
Sampling Distribution
(process variability is increasing)
x̄-Chart
Does not reveal increase
R-chart
Reveals increase


مخططات المتوسط والتحكم
Sampling Distribution
(process variability is increasing)
x̄-Chart
Does not reveal increase
R-chart
Reveals increase

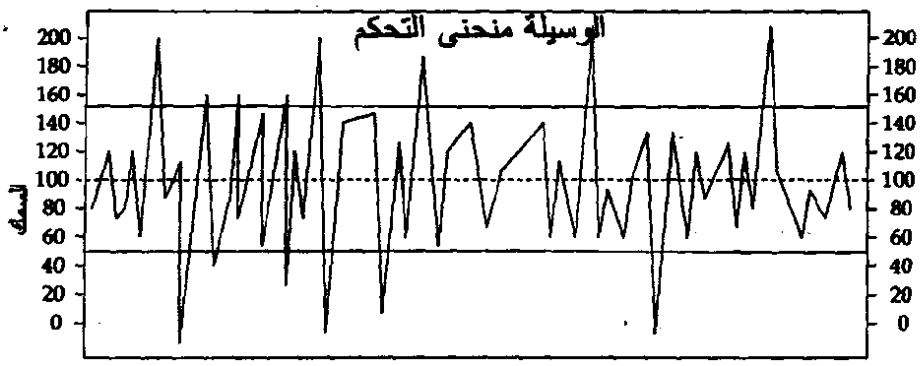
Detecting Variation



Time

Benefit: Prevents tampering or ignoring

كشف التباين



الزمن

وجه الإفادة: منع التلاعب أو التجاهل

Detecting Variation

Control Chart for Detecting Variation

Control Chart

KH

كشف التباين

منحنى تحكم لكشف التباين

منحنى التحكم

KH

Detecting Variation

Control Chart for Detecting Variation

Control Chart

Trend Chart + Center Line + Control Limits

Upper Control Limit

Center Line

Lower Control Limit

كشف التباين

منحنى تحكم لكشف التباين

منحنى التحكم

منحنى الاتجاهات + الخط المركزي + حدود التحكم

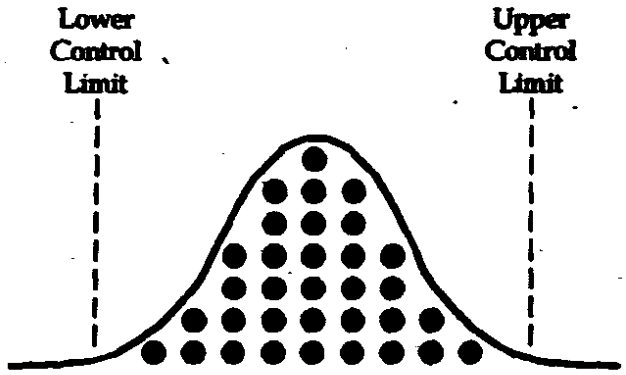
حد التحكم العلوي

الخط المركزي

حد التحكم الأدنى

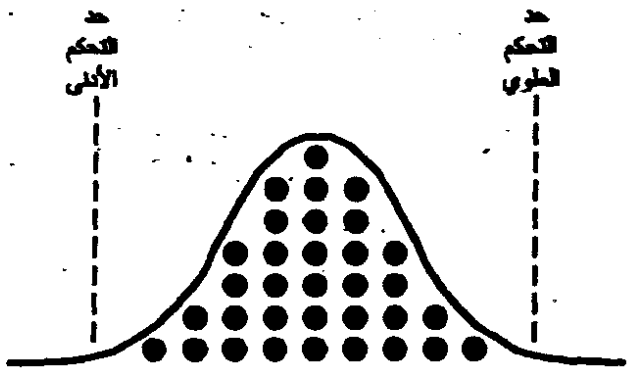
Detecting Variation
Control Limits

Control limits tell us where the measurements in a stable process should fall



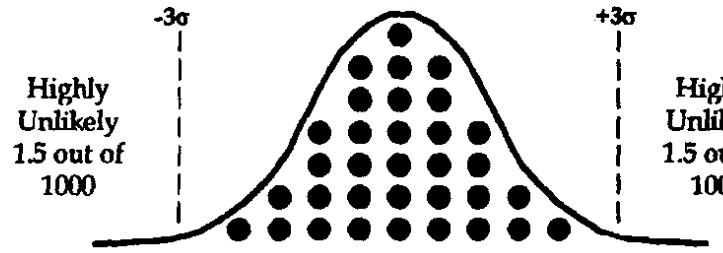
كشف التباين
حدود التحكم

توضح لنا حدود التحكم أين ينبغي أن تكون قياسات العملية الثابتة



Detecting Variation

Control Limits



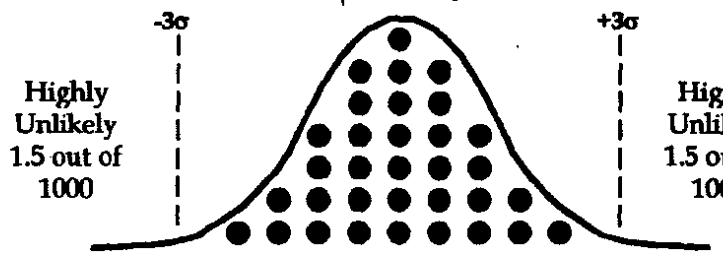
Calculated statistically, based on:

- Historical Data
- Characteristics of the stable process

Also called 6 sigma limits

كشف التنوع

حدود التحكم

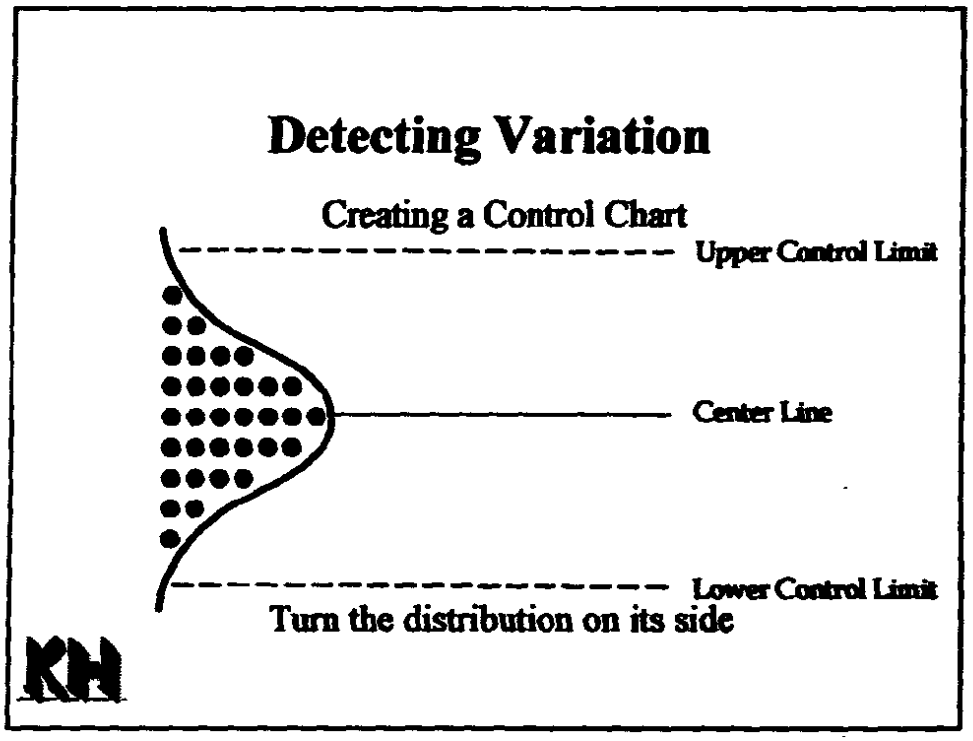


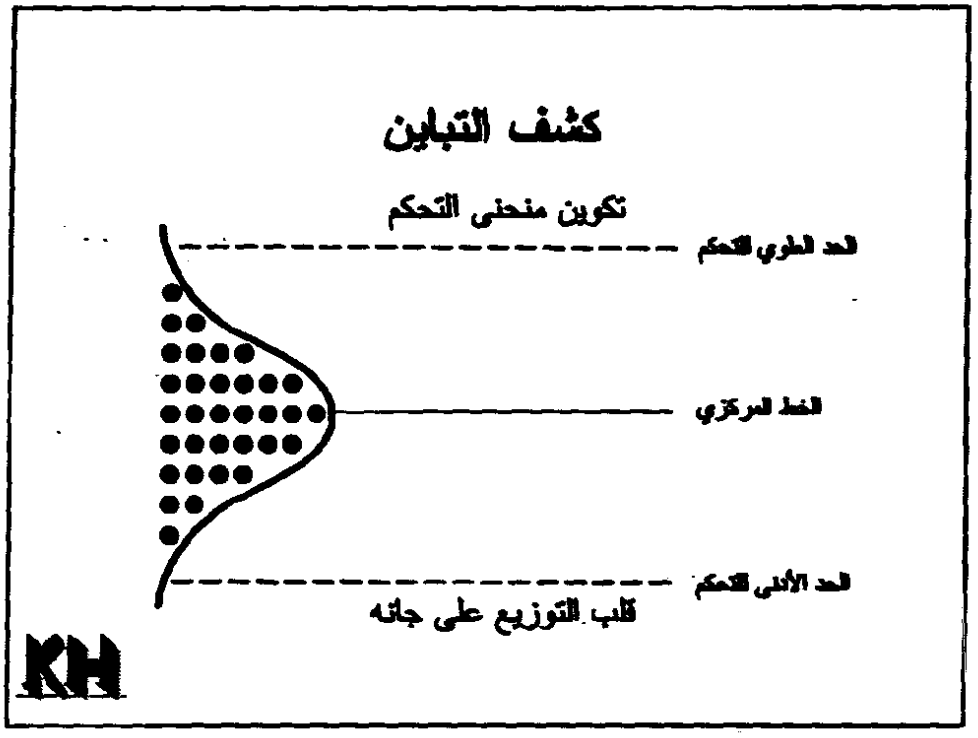
تم الحساب إحصائيا على أساس:

البيانات التاريخية

خصائص العملية الثابتة

تسمى كذلك 6 sigma limits


Detecting Variation
Creating a Control Chart
Upper Control Limit
Center Line
Lower Control Limit
Turn the distribution on its side
KH


كشف التباين
تكوين منحنى التحكم
الحد العلوي للتحكم
الخط المركزي
الحد الأدنى للتحكم
قلب التوزيع على جانبه
KH

Detecting Variation

Can we use spec limits as control limits?

Can we compute control limits for an unstable process?

KH

كشف التباين

هل يمكننا استخدام حدود المواصفات كحدود تحكم؟

هل يمكننا حساب حدود التحكم في العملية الغير ثابتة؟

KH

Detecting Variation

Creating a Control Chart

What is the Center Line?

Process mean, based on historical data

or

Process Target

KH

كشف التباين

تكوين منحنى التحكم

ما هو الخط المركزي؟

وسط العملية الذي يستند على البيانات التاريخية

أو

هدف العملية

KH

Detecting Variation

Creating a Control Chart

Selecting the Center Line

Measurements: The center line should be the target, unless we are unable or unwilling to control the process to target.

Defects: Since the target is zero defects, the center line is the process mean.

كشف التباين

تكوين منحنى التحكم

اختيار الخط المركزي

القياسات: ينبغي أن يكون الخط المركزي هو الهدف، إلا إذا لم نتمكن أو لا نرغب في التحكم في العملية طبقا للهدف.

العيوب: إذا كان الهدف خاليا من العيوب، يكون الخط المركزي هو وسط العملية

Detecting Variation

Control Limits vs. Spec Limits

Control Limits	Spec Limits
• Based on performance of the *process.*	• Based on performance of the *product.*
• Tell us when to take action on the *process.*	• Tell us when to disposition the *product.*

KH

كشف التباين

حدود التحكم مقابل حدود المواصفات

حدود التحكم	حدود المواصفات
- تستند على أداء *العملية*.	- تستند على أداء *المنتج*.
- توضح لنا متى نتخذ إجراءا ما في *العملية*.	- توضح لنا متى يتم التخلص من *المنتج*.

KH

Detecting Variation

Control Limits vs. Spec Limits

Focus On

↓

Control Limits

↓

Improve Process Quality → Improve Product Quality

KH

كشف التباين

حدود التحكم مقابل حدود المواصفات

التركيز على

↓

حدود التحكم

↓

تحسين جودة العملية → تحسين جودة المنتج

KH

Detecting Variation

Uses of a Control Chart

- On-Line: Assess the present stability of a process, as part of a *process control system* (PCS)
- Off-Line: Assess the historical stability of a process

كشف التباين

استخدامات منحنى التحكم

- استخدام فوري: تقييم الثبات الحالي لعملية ما كجزء من نظام التحكم في العمليات (PCS)
- الاستخدام الغير فوري: تقييم الثبات السابق للعملية

Control Charts for Attributes

- ***p* charts**- counts of percent nonconforming in a sample (sample size may vary)
- ***np* charts**- counts of number of items nonconforming (requires uniform sample size)
- ***c* charts**- counts of nonconformities per unit (sample size may be 1)
- ***u* chart**- counts of nonconformities per unit area

منحنيات التحكم الخاصة بالخصائص

- *p* charts: حساب النسبة المئوية الغير متطابقة في عينة ما (قد يختلف حجم العملية)
- *np* charts: حساب عدد الأشياء الغير متطابقة (يتطلب الأمر حجم متسق للعينة)
- *c* charts: حساب عدد الاشياء الغير منطبقة لكل وحدة (قد يكون حجم العينة ١)
- *u* chart: حساب عدد الاشياء الغير منطبقة لكل وحدة مساحة

Use of p-Charts

- When observations can be placed into two categories.
  - Good or bad
  - Pass or fail
  - Operate or don't operate
- When the data consists of multiple samples of several observations each

استخدام الـ p-Charts

- عندما تقع الملاحظات في فئتين
  - جيد أو سيئ
  - نجاح أو إخفاق
  - التشغيل أو عدم التشغيل
- عندما تحتوي البيانات على عينات متعددة مع العديد من الملاحظات لكل منها

Use of c-Charts

- Use only when the number of occurrences per unit of measure can be counted; nonoccurrences cannot be counted.
  - Scratches, chips, dents, or errors per item
  - Cracks or faults per unit of distance
  - Breaks or Tears per unit of area
  - Bacteria or pollutants per unit of volumn
  - Calls, complaints, failures per unit of time

KH

استخدام الـ c-Charts

- يستخدم فقط عندما يمكن عد عدد الحدوث في وحدة القياس، لا يمكن عد الأحداث التي لا تحدث
  - الخدوش، الكسور، الانبعاجات أو الأخطاء لكل وحدة
  - التشققات أو الاخطاء لكل وحدة مسافة
  - القطع لكل وحدة من المساحة
  - وجود بكتيريا أو ملوثات لكل وحدة من الحجم
  - شكاوى وإخفاق لكل وحدة من الزمن

KH

Section 4

Measurement Capability Analysis

KH

الجزء ٤

قياس قدرة نظم التحليل والقياس

KH

Measurement Capability

Have you ever been bitten by a measurement system?

قدرة القياس

هل سبق وهزمك نظام القياس؟

Measurement Capability
A Measurement Process

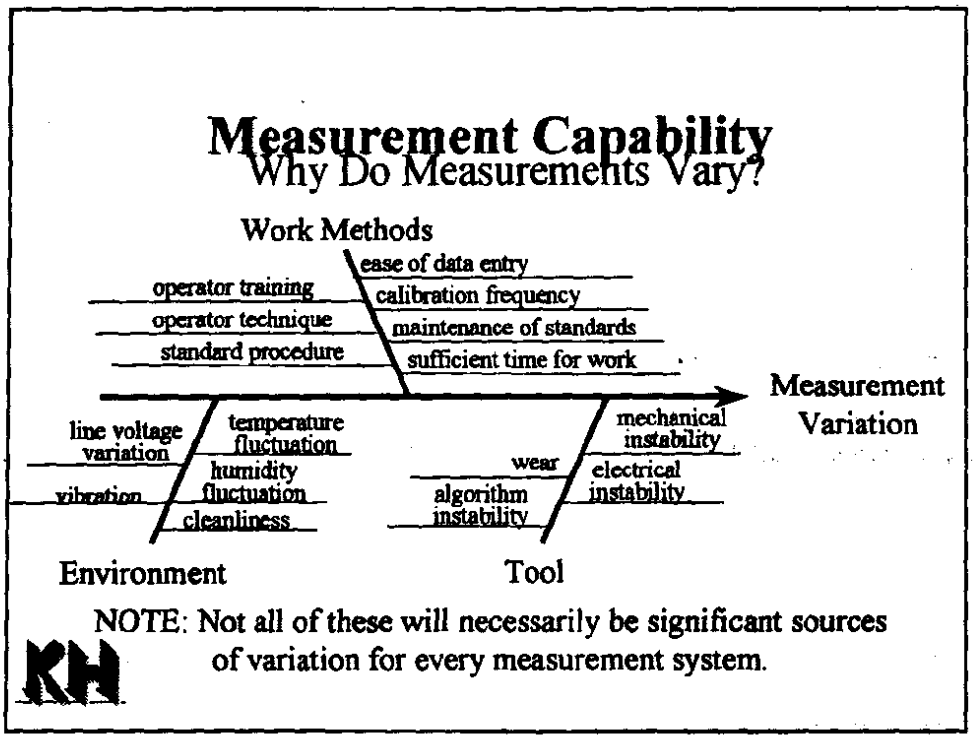
- Measurement tools themselves
  - hardware
  - software
- All the procedures for using the tools
  - which operators
  - set-up/handling procedures
  - off-line calculations and data entry
  - calibration frequency and technique

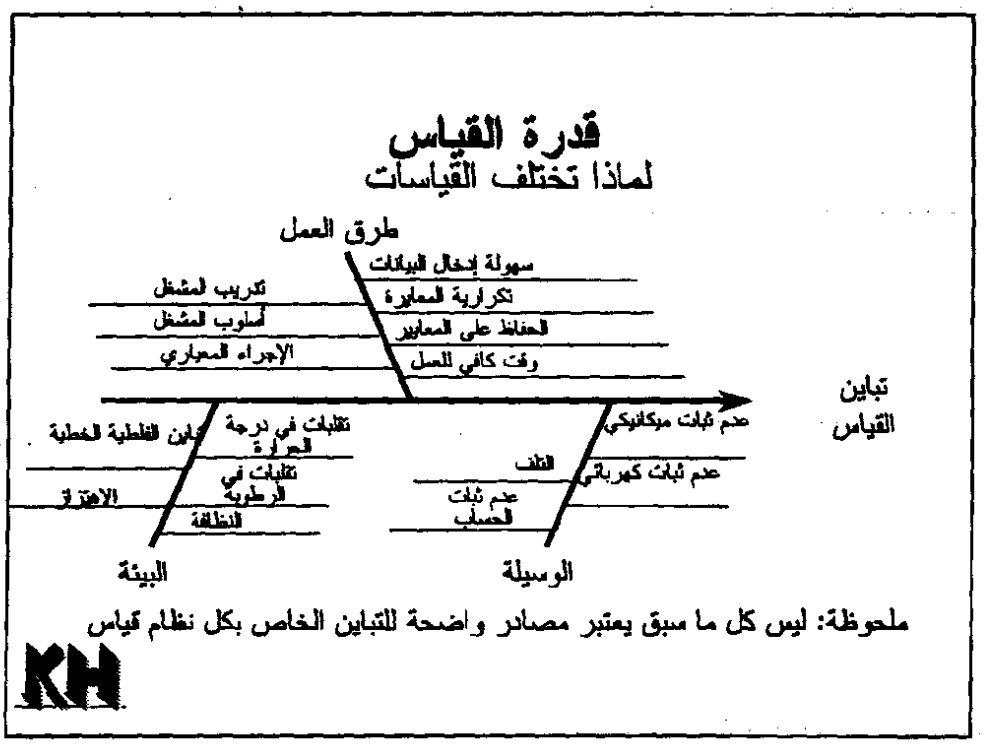
KH

قدرة القياس
عملية القياس

- وسائل القياس
  - أجهزة الكمبيوتر
  - برامج الكمبيوتر
- كافة خطوات استخدام تلك الوسائل
  - أي المشغلين
  - خطوات الإعداد/المناولة
  - حسابات وإدخال بيانات خارج خط الإنتاج
  - تكرار وأسلوب عملية المعايرة

KH


Measurement Capability
Why Do Measurements Vary?
Work Methods
ease of data entry
operator training
calibration frequency
operator technique
maintenance of standards
standard procedure
sufficient time for work
Measurement Variation
line voltage variation
temperature fluctuation
humidity fluctuation
vibration
cleanliness
mechanical instability
wear
electrical instability
algorithm instability
Environment
Tool
NOTE: Not all of these will necessarily be significant sources of variation for every measurement system.


قدرة القياس
لماذا تختلف القياسات
طرق العمل
سهولة إدخال البيانات
تكرارية المعايرة
تدريب المشغل
الحفاظ على المعايير
أسلوب المشغل
وقت كافي للعمل
الإجراء المعياري
تباين القياس
تقلبات في درجة الحرارة
عدم ثبات ميكانيكي
تقلبات في الرطوبة
التلف
عدم ثبات كهربائي
الاهتزاز
النظافة
عدم ثبات الحساب
البيئة
الوسيلة
ملحوظة: ليس كل ما سبق يعتبر مصادر واضحة للتباين الخاص بكل نظام قياس

Measurement Capability

Assumptions We Often Make

- Metrology tools are perfectly accurate
- No day-to-day variation in performance
- No operator-to-operator variation

KH

قدرة القياس

الافتراضات التي نقوم دائما بوضعها

- تكون وسائل القياس دقيقة جدا
- لا يوجد تباين في الأداء من يوم لآخر
- لا يوجد تباين من مشغل لآخر

KH

Measurement Capability

MCA Tells Us:

- How big is the measurement error?
- What are the sources of measurement error?
- Is the tool stable over time?
- Is the tool capable of making the measurements for this project?
- Is the tool capable of making the measurements for this process?
- What needs to be done to improve the measurement process?

قدرة القياس

توضح لنا قدرة التحليل والقياس ما يلي:

- ما مدى كبر حجم خطأ القياس؟
- ما هي مصادر خطأ القياس؟
- هل وسيلة القياس ثابتة على مدى الوقت؟
- هل وسيلة القياس قادرة على أداء عملية القياس لهذا المشروع؟
- هل وسيلة القياس قادرة على أداء عملية القياس لتلك العملية؟
- ما الذي يتطلبه الأمر لتحسين عملية القياس؟

Measurement Capability

Capability vs. Calibration

Calibration

Procedure to compare readings from a tool with a standard and then correct for any deviations.

Statistically: centering the mean of the distribution of readings on the "true value" (obtained from a standard).

قدرة القياس

القدرة مقابل المعايرة

المعايرة

إجراء يتم لمقارنة القراءات من وسيلة القياس مع المعيار المحدد ثم يتم بعد ذلك عمل التصحيحات اللازمة لأي انحرافات

من الناحية الإحصائية: يتم مركزة متوسط التوزيع الخاص بالقراءات على "القيمة الفعلية"
(التي تم الحصول عليها من المعيار)

Measurement Capability

Capability vs. Calibration (cont'd)

Capability

Procedure to identify and quantify sources of variation in readings and then eliminate them.

Statistically: fitting the model to the readings so that the components of variance can be estimated.

Both work together to keep measurement tool performing optimally.

قدرة القياس

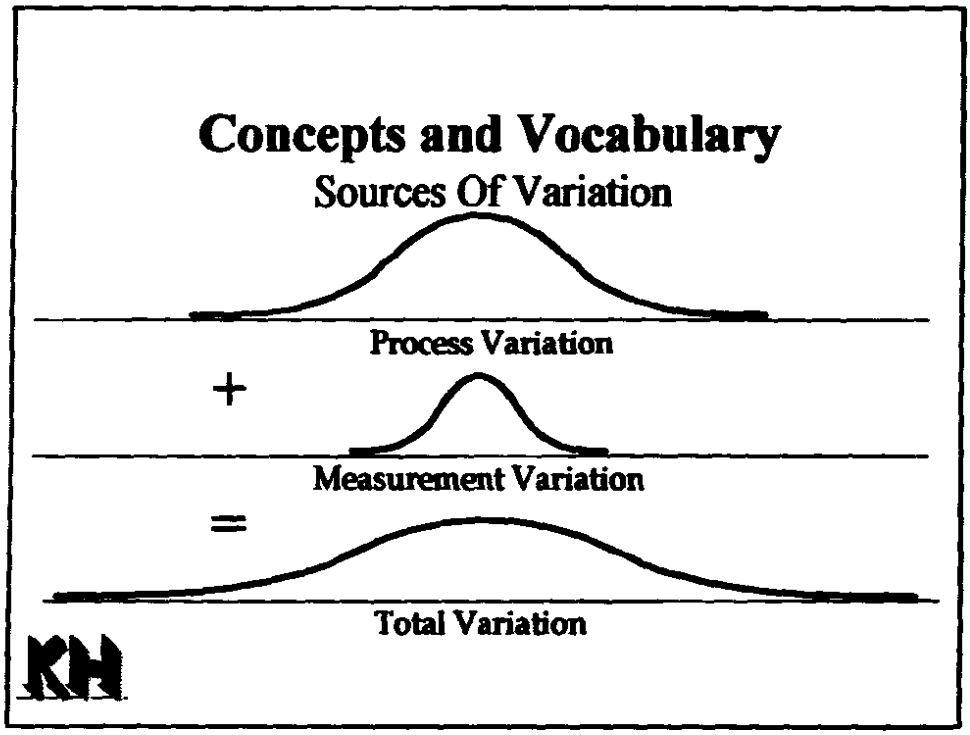
القدرة مقابل المعايرة (تابع)

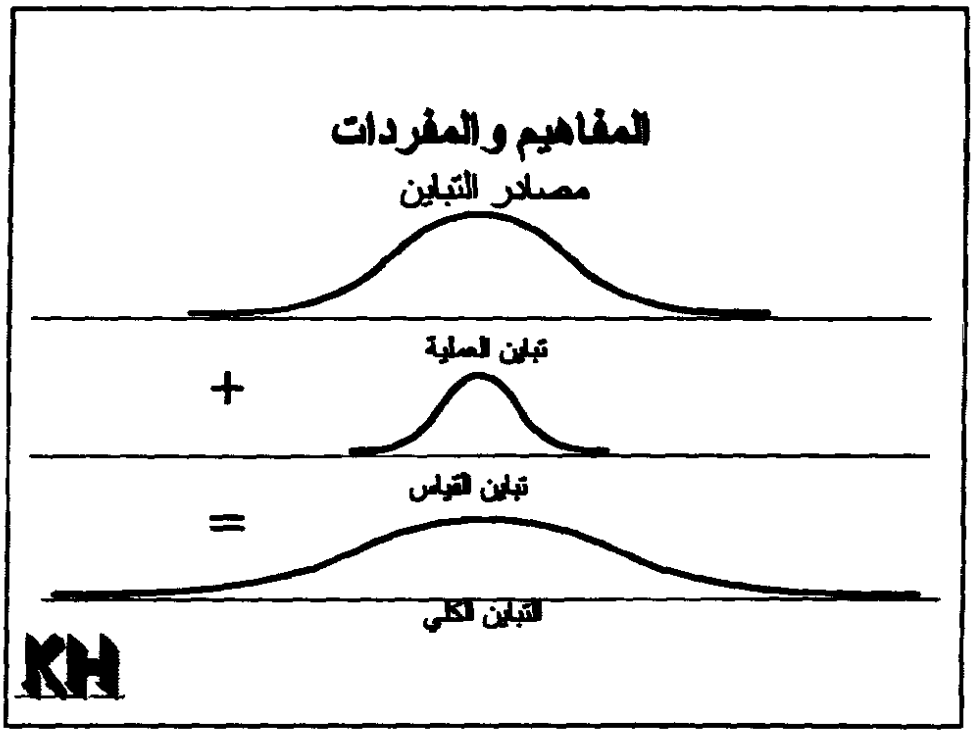
القدرة

إجراء يتم لتحديد ومعرفة كمية مصادر التباين في القراءات ثم التخلص منها بعد ذلك.

من الناحية الإحصائية: ملاءمة النموذج مع القراءات على نحو بحيث يمكن تقدير مكونات التباين.

كلاهما يعمل سويا حتي يكون أداء وسيلة القياس فعالا.


Concepts and Vocabulary
Sources Of Variation
Process Variation
+
Measurement Variation
=
Total Variation
KH


المفاهيم والمفردات
مصادر التباين
تباين العملية
+
تباين القياس
=
التباين الكلي
KH

Concepts and Vocabulary

Relationship Of These Distributions

Averages

$$m_{total} = m_{product} + m_{measurement\ error}$$

or, if the measurement tool is calibrated

$$m_{total} = m_{product}$$

Variabilities

$$s^2_{total} = s^2_{product} + s^2_{measurement\ error}$$

Never Add Standard Deviations.

Note: These Relationships Are True Regardless Of The Distribution (Normal, Skewed, Bimodal, ...).

المفاهيم والمفردات

العلاقات بين تلك التوزيعات

المتوسط

$$\mu_{total} = \mu_{product} + \mu_{measurement\ error}$$

أو إذا تمت معايرة وسيلة القياس

$$\mu_{total} = \mu_{product}$$

المتغيرات

$$\sigma^2_{total} = \sigma^2_{product} + \sigma^2_{measurement\ error}$$

لا يجب إضافة الانحرافات المعيارية على الإطلاق

ملحوظة: تلك العلاقات صحيحة بغض النظر عن التوزيع

(Normal, Skewed, Bimodal, ...)

Concepts and Vocabulary

Activity

Suppose you have a process which has been operating for a significant period of time and has a σ of 10 units. Then a measurement capability study is done and the measurement error (σ_{me}) of the metrology system is found to be 6 units.

- What is the true variability of the product?
- How could you confirm that?

KH

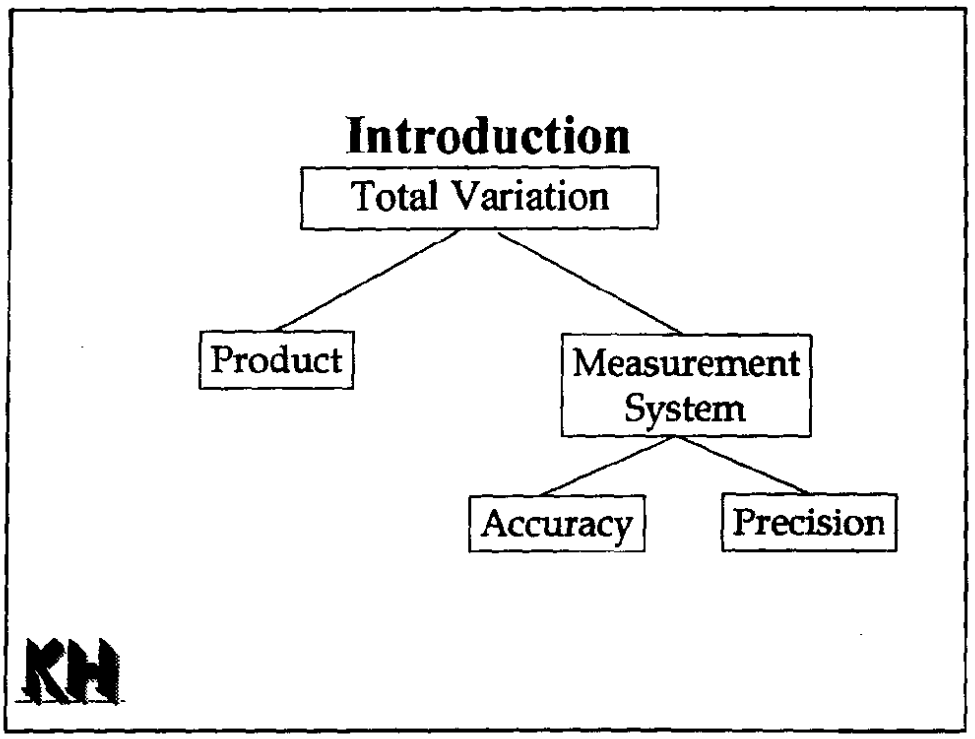
المفاهيم والمفردات

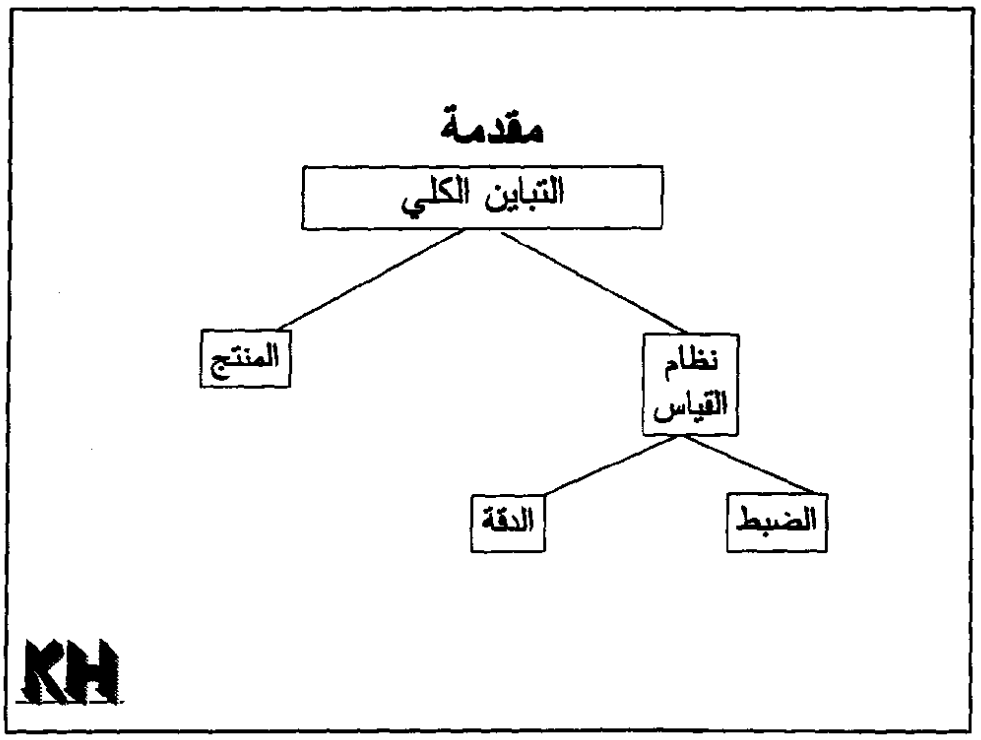
النشاط

افترض ان لديك عملية ما تم تشغيلها لفترة معينة من الزمن ولها σ قدرها ١٠ وحدات. بعد ذلك يتم الانتهاء من دراسة قدرة القياس واكتشف أن خطأ القياس (σ_{me}) الخاص بنظام القياس هو ٦ وحدات

- ما هو التباين الحقيقي للمنتج؟
- كيف يمكن التأكد من ذلك؟

KH


Introduction
Total Variation
Product
Measurement System
Accuracy
Precision
KH


مقدمة
التباين الكلي
المنتج
نظام القياس
الدقة
الضبط
KH

Concepts and Vocabulary

Accuracy

The degree to which a process mean is on target

Related Terms

True Value

Bias

KH

المفاهيم والمفردات

الدقة

الدرجة التي يكون عندها وسط العملية طبقا للهدف المحدد

مصطلحات ذات الصلة

القيمة الفعلية

الحياد

KH

Concepts and Vocabulary

Precision

The degree of variability in a process

Related Terms

Repeatability

Reproducibility

KH

المفاهيم والمفردات

الضبط

درجة التباين في العملية

مصطلحات ذات الصلة

إمكانية التكرار

إمكانية الاستعادة

KH

Concepts and Vocabulary

Bias

Distance between the average value of all the measurements and the **true value**. Can be positive or negative.

$$\text{Bias} = \mu - \text{True Value}$$

- Measures the amount by which a tool is consistently off target from the truth.
- Bias is the numerical value we use to measure accuracy.
- Synonyms: systematic error, offset.

KH

المفاهيم والمفردات

الحياد

المسافة بين متوسط قيمة كافة القياسات والقيمة الفعلية والتي يمكن ان تكون موجبة أو سالبة

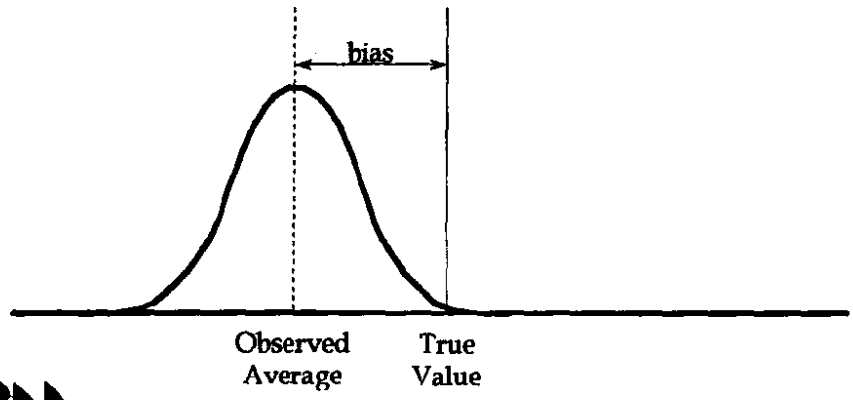
$$\text{Bias} = \mu - \text{True Value}$$

- قياس مدى بعد وسيلة القياس عن الحقيقة.
- الحياد هو القيمة العددية التي نستخدمها لقياس الدقة
- المرادفات: الخطأ التراكمي، الحيد

KH

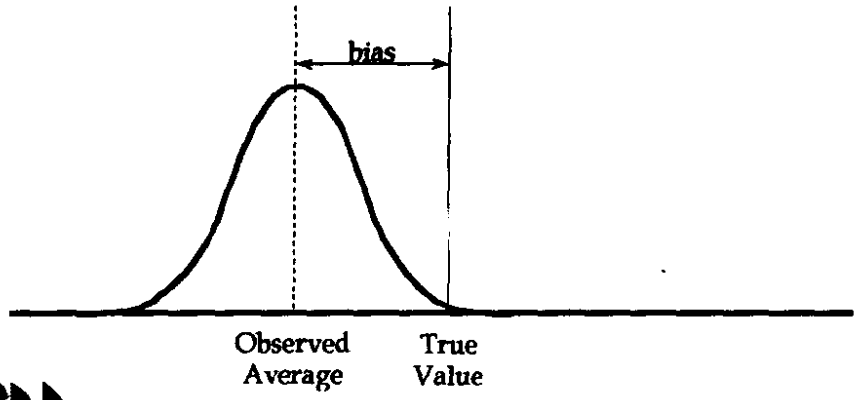
Concepts and Vocabulary

Bias



المفاهيم والمفردات

الحياد



Concepts and Vocabulary

Precision Says Nothing About How Close The Measurements Are To The Truth.

Accuracy Says Nothing About How Close Measurements Are To Each Other.

المفاهيم والمفردات

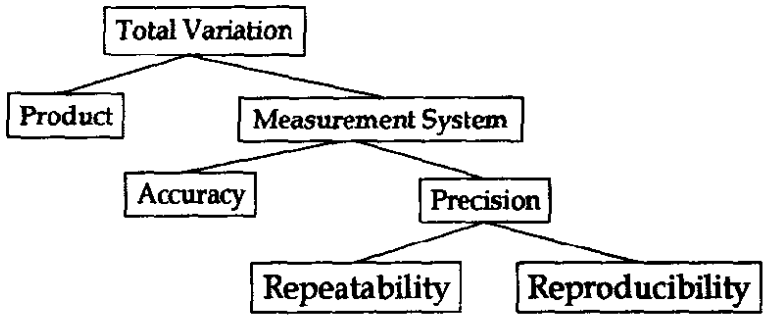
لا يدل الضبط على مدى قرب القياسات من الحقيقة

لا تدل الدقة على مدى قرب القياسات من بعضها البعض

Concepts and Vocabulary

Precision

Can be separated into repeatability and reproducibility



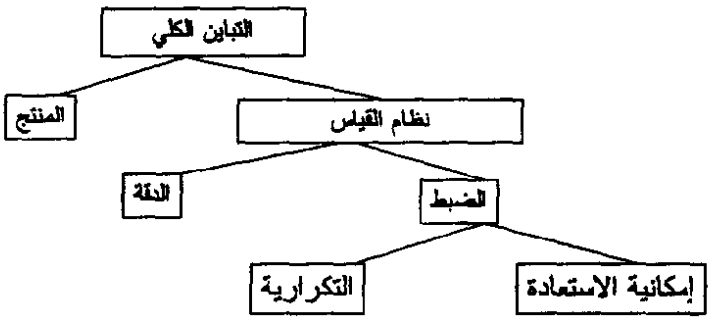
These characteristics have the relationship:

$$\sigma^2_{ms} = \sigma^2_{rpt} + \sigma^2_{rpd}$$

المفاهيم والمفردات

الضبط

يمكن أن يقسم إلى إمكانية التكرار وإمكانية الإستعادة



تلك الخواص لها العلاقة التالية:

$$\sigma^2_{ms} = \sigma^2_{rpt} + \sigma^2_{rpd}$$

Concepts and Vocabulary
Repeatability

Variation that results when repeated measurements are made of the same parameter under absolutely identical conditions.

- Same operator
- Same set-up procedure
- Same part
- Same environmental conditions

Repeatability (σ^2_{rpt}) is usually much smaller (better) than the precision of the system.

KH

المفاهيم والمفردات
التكرارية

التباين الذي يحدث عندما يتكون للقياسات المكررة نفس البارامتر تحت نفس الظروف

- نفس المشغل
- نفس إجراء الإعداد
- نفس الجزء
- نفس الظروف البيئية

دائما ما تكون إمكانية التكرار (σ^2_{rpt}) أقل بكثير (أفضل) عن ضبط العملية

KH

Concepts and Vocabulary

Reproducibility

The variation that results when different conditions are used to make the measurement.

- Different Operators
- Different Set-Up Procedures
- Different Measurement Tools
- Different Environmental Conditions
- Different Days

Reproducibility (σ_{rpd}), is approximately the standard deviation of the averages of measurements from different measurement conditions.

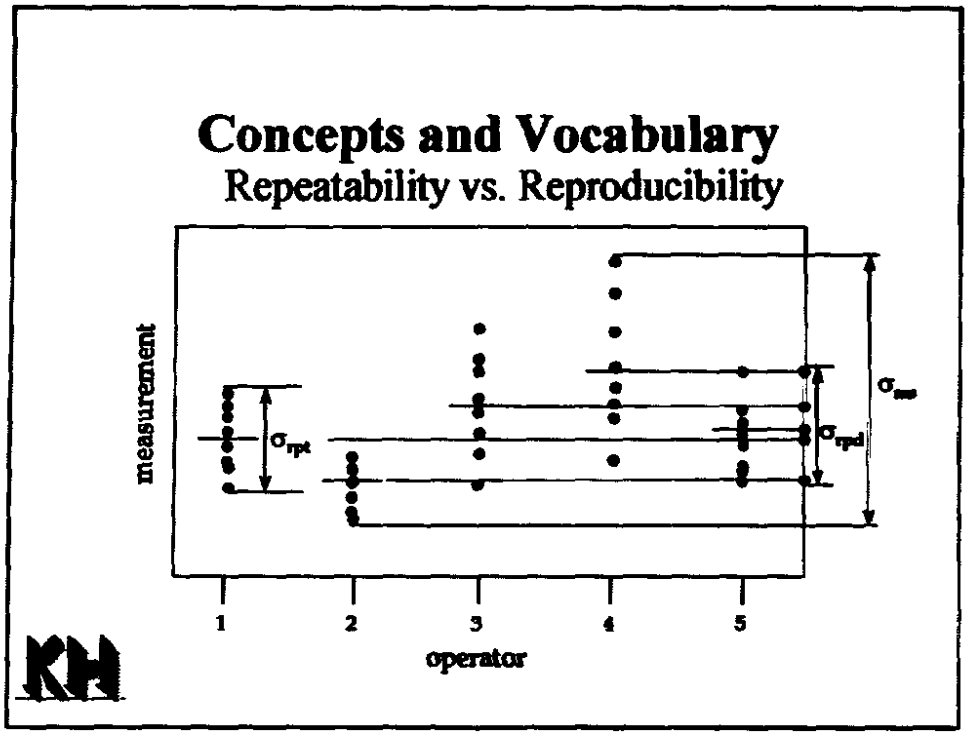
المفاهيم والمفردات

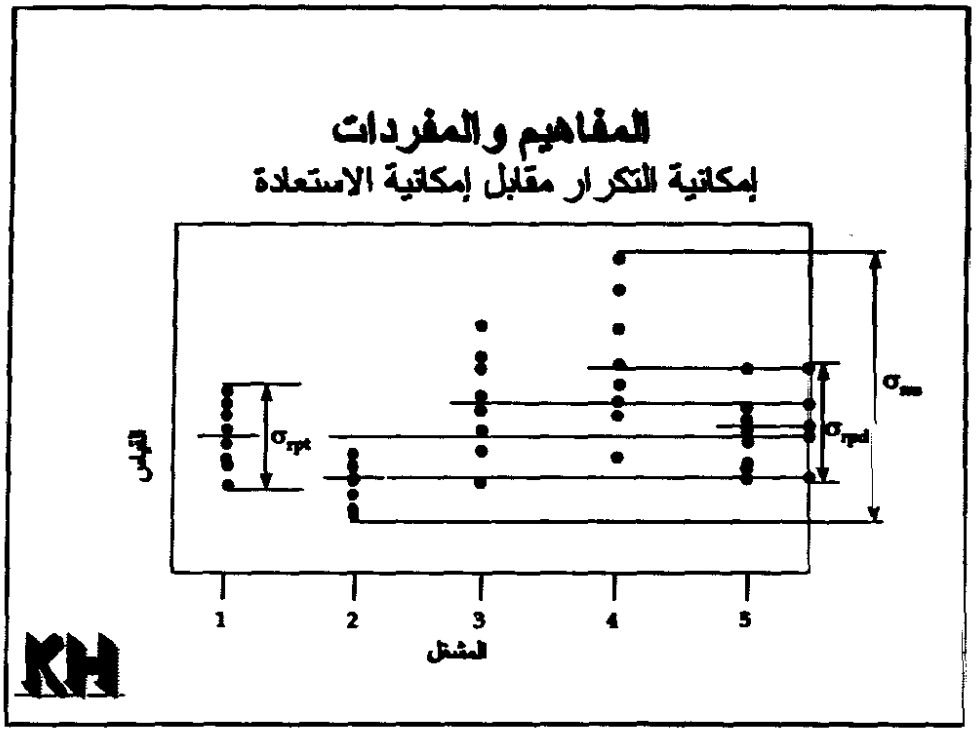
إمكانية الاستعادة

التباين الذي ينتج عندما يتم الاستعانة بعدة ظروف لعمل القياس

- تشغيلات مختلفة
- إجراءات إعداد مختلفة
- وسائل قياس مختلفة
- ظروف بيئية مختلفة
- أيام مختلفة

إمكانيـــة الاســـتعادة (σ_{rpd}) هـــي الانحـــراف المعياري لمتوسط القياسات عن ظروف التشغيل المختلفة


Concepts and Vocabulary
Repeatability vs. Reproducibility
measurement
σ_{rpt}
σ_{rpd}
σ_{ms}
1
2
3
4
5
operator


المفاهيم والمفردات
إمكانية التكرار مقابل إمكانية الاستعادة
القياس
σ_{rpt}
σ_{rpd}
σ_{ms}
1
2
3
4
5
المشغل

Concepts and Vocabulary

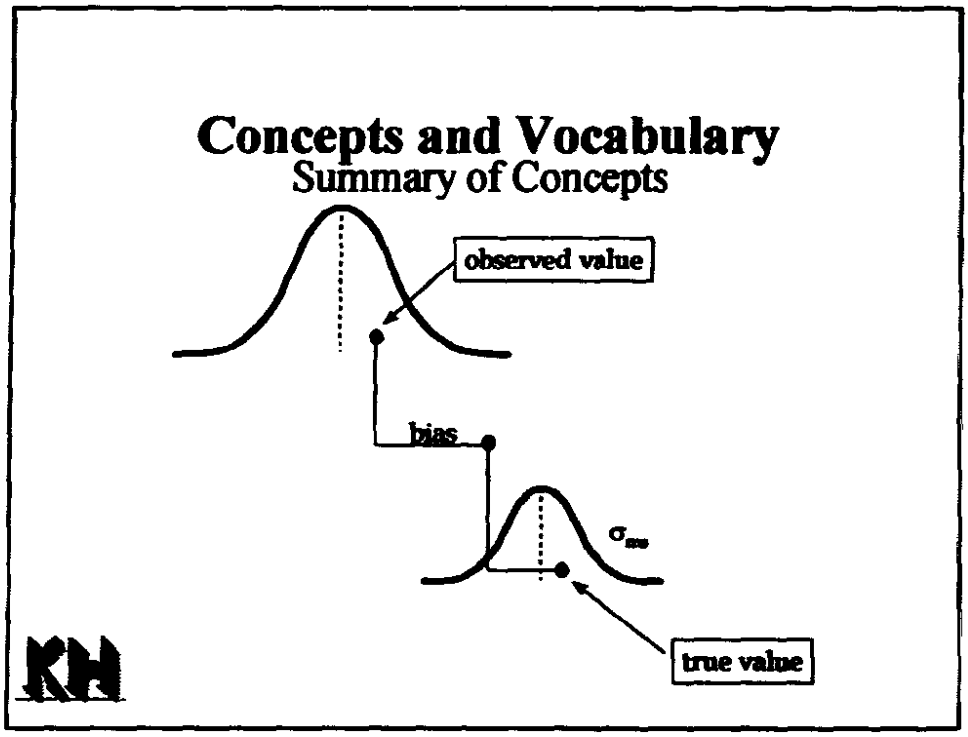
Suppose the results of your measurement capability study show that σ_{rpt} is 2.4 Units and σ_{rpd} is 1.1 Units.

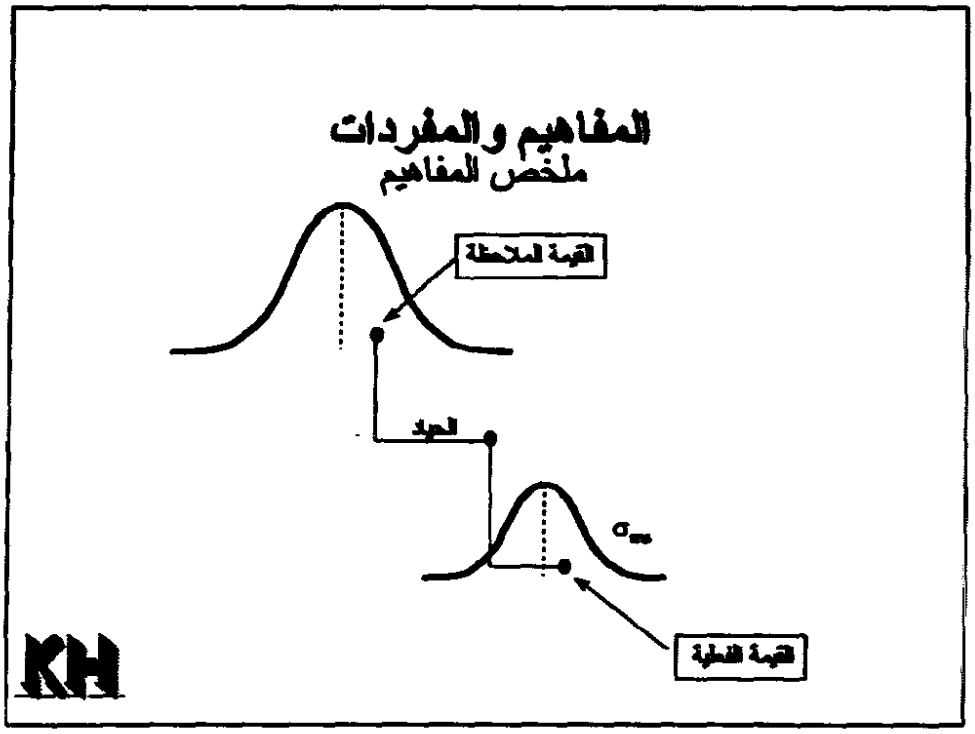
What Is The Precision?

المفاهيم والمفردات

إفترض أن نتائج دراسة قدرة القياس توضح أن σ_{rpt} هي ٢,٤ وحدة و σ_{rpd} هي ١,١ وحدة

إذن ما هو الضبط؟


Concepts and Vocabulary
Summary of Concepts
observed value
bias
σ_{ms}
true value


المفاهيم والمفردات
ملخص المفاهيم
القيمة الملاحظة
الحيد
σ_{ms}
القيمة الفعلية

Measurement Capability Indices

Now that we understand the impact that measurement has on variation, how can we determine its impact on the product and process?

Two Approaches

- Compare measurement error to specs
- Compare measurement error to process variability

دلالات قدرة القياس

والآن بعد أن تفهمنا تأثير القياس على التباين، كيف يمكننا تحديد تأثيره على المنتج والعملية؟

طريقتان

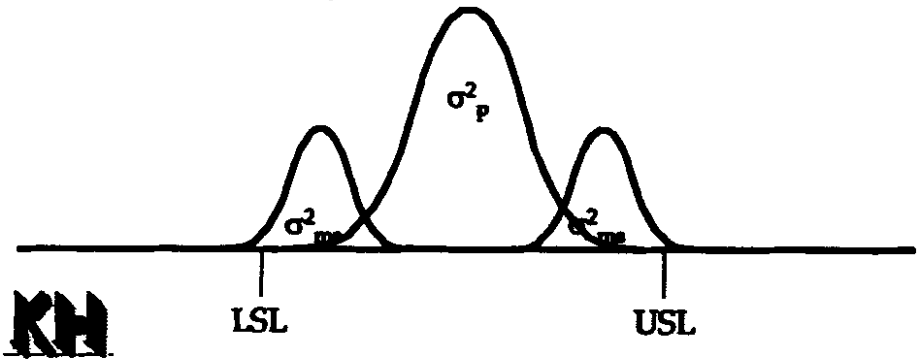
مقارنة خطأ القياس مع المواصفات

مقارنة خطأ القياس مع تباين العملية

Measurement Capability Indices

Compare Measurement Error To Specs

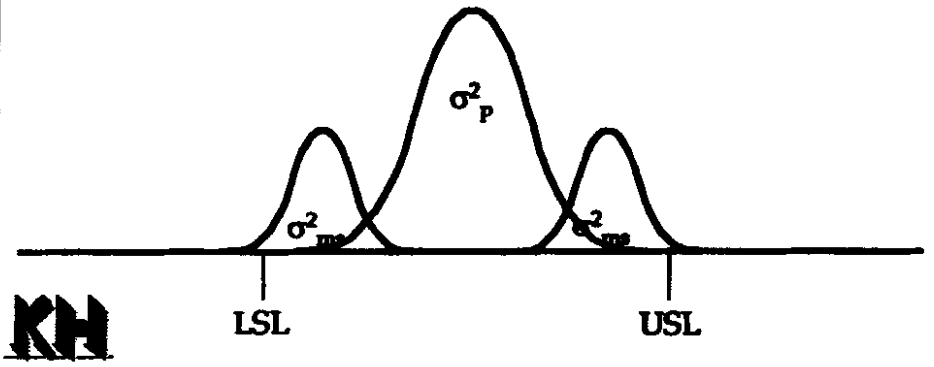
"How much of the specs window is eaten up by measurement error"?



دلالات قدرة القياس

مقارنة خطأ القياس مع المواصفات

" ما هو مدى تجاوز خطأ القياس للمواصفات؟"



Measurement Capability Indices

Compare Measurement Error to Specs

P/T = Precision/Tolerance Ratio

$= 6 * \sigma_{ms} /(USL - LSL)$

- Tolerance = Upper Spec Limit - Lower Spec Limit
- You Want P/T To Be Small.
- The position of the measurement distribution relative to the product specs does not matter!

دلالات قدرة القياس

مقارنة خطأ القياس مع المواصفات

P/T = Precision/Tolerance Ratio

$= 6 * \sigma_{ms} /(USL - LSL)$

- التفاوت = الحد العلوي للمواصفات – الحد الأدنى للمواصفات
- تريد أن يكون الـــ P/T صغيرا
- لا يهم موقع توزيع القياس بالنسبة لمواصفات المنتج

Measurement Capability Indices

Compare Measurement Error To Specs

- P/T is designed to measure how much of the spec window is lost to measurement error.
- P/T uses only the standard deviation of the measurement error distribution.

Recall that $\sigma^2_{total} = \sigma^2_p + \sigma^2_{ms}$

KH

دلالات قدرة القياس

مقارنة خطأ القياس مع المواصفات

- P/T يكون مصمما لقياس مدى الفاقد من المواصفات بالنسبة لخطأ القياس.
- P/T تستخدم فقط الانحراف المعياري الخاص بتوزيع خطأ القياس

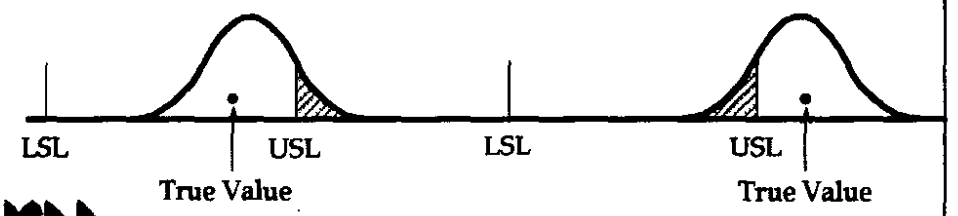
تذكر ان $\sigma^2_{total} = \sigma^2_p + \sigma^2_{ms}$

KH

Measurement Capability Indices

Interpretation of P/T

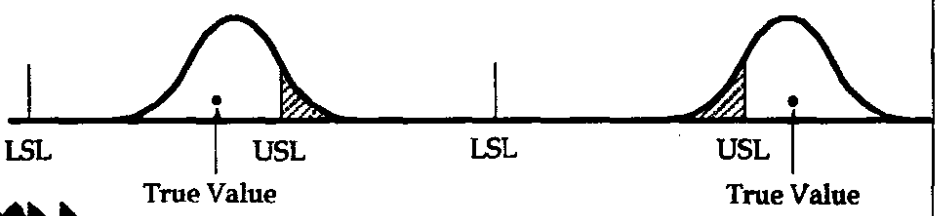
Large P/T Increases the Probability That We Will Misclassify Product As Defective When Really It Is Good, or Misclassify the Product As Good When It Is Really Defective



دلالات قدرة القياس

تفسير P/T

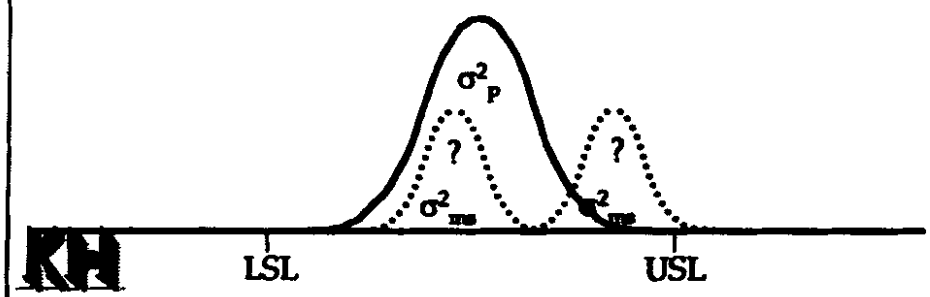
كبر نسبة الـ P/T يزيد من احتمالية سوء تصنيف المنتج على ان به عيوب في حين أن جيد أو سوء تصنيف المنتج على انه جيد في حين أن به عيوب



Measurement Capability Indices

Compare Measurement Error To Process Variability

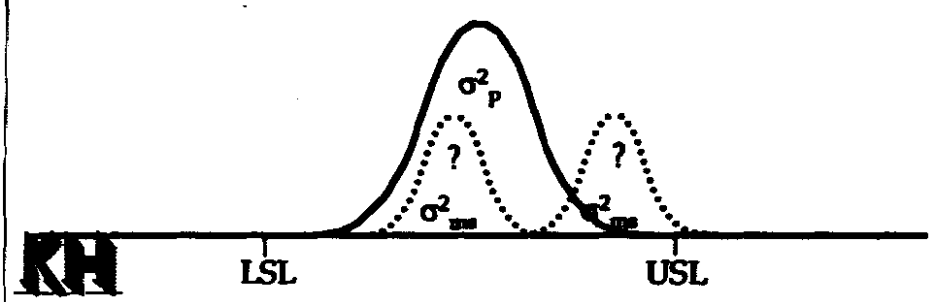
"How well can we discriminate where in the product distribution a measurement error came from?"



دلالات قدرة القياس

مقارنة خطأ القياس مع تباين العملية

" كيف يمكننا التفريق أي نقطة في توزيع المنتج قد نتج عنا خطأ في القياس؟"



Measurement Capability Indices

Compare Measurement Error To Process Variability

SNR = Signal-To-Noise Ratio

$= \sigma_{product} / \sigma_{ms}$

You want SNR to be big.

دلالات قدرة القياس

مقارنة خطأ القياس مع تباين العملية

SNR= نسبة الإشارة إلى الضوضاء

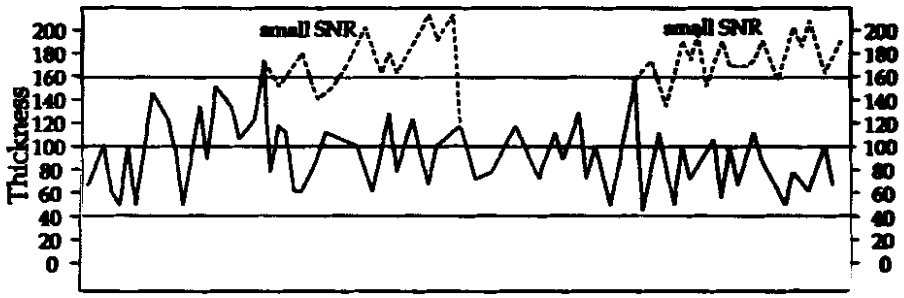
$= \sigma_{product} / \sigma_{ms}$

أنت تريد أن تكون SNR كبيرة

Measurement Capability Indices

Interpretation of SNR

Small SNR Increases The Time Before An Out-Of-Control Process Is Detected By A Control Chart.

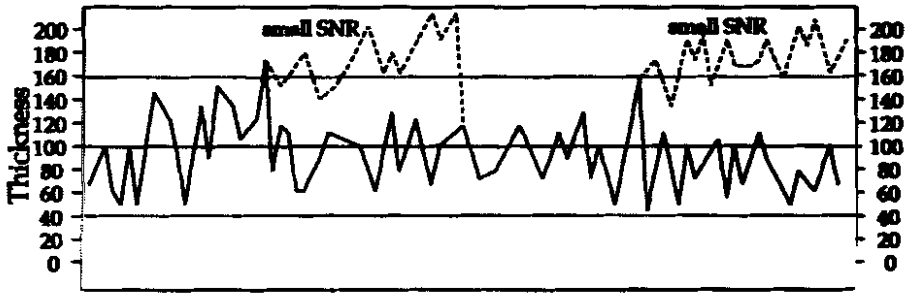


Time

دلالات قدرة القياس

تفسير SNR

SNR عندما تكون صغيرة تزيد من الوقت قبل أن يتم كشف العملية التي خرجت عن حدود السيطرة بواسطة منحنى التحكم



Time

Measurement Capability Indices

Typical Target Value for P/T

P/T: <= 0.30

Typical Target Value for SNR

SNR: > 10

دلالات قدرة القياس

القيمة المستهدفة للـ P/T هي

P/T: <= 0.30

القيمة المستهدفة للـ SNR هي

SNR: > 10

Measurement Capability Indices

Cautions

- Poorly developed spec limits imply meaningless P/T.
- Large P/T does not mean that engineering effort should be expended on improving metrology. The process may be so poor that improving metrology won't help in the short run.
- P/T and SNR do not indicate where the problem exists in the measurement system (operator, tool, repeatability).

دلالات قردة القياس

نقاط ينبغي توخي الحذر منها

- حـدود المواصفات التي يتم وضعها على نحو سيئ تدل على P/T لا معنى له.
- عـندما يكـون معـدل P/T كبيرا فإن ذلك لا يعني أنه ينـبغي بذل مجهود لتحسين القياس. قد تكون العملية في غايـة السوء بحيث لا يجدي تحسين القياس على المدى القصير.
- إن كـل من P/T, SNR لا يدلان أين تكمن المشكلة في نظام القياس (المشغل، وسيلة القياس، إمكانية التكرار)

Measurement Capability Indices

Caution (cont'd)

- Poor P/T performance may be partially overcome by increasing the sample size.
- Need to look at both P/T and SNR to get the full story.
- Confidence intervals for P/T and SNR can be calculated.

دلالات قدرة القياس

نقاط ينبغي توخي الحذر منها (تابع)

- قد يمكن التغلب على أداء الـ P/T السيئ عن طريق زيادة حجم العينة.
- ينبغي إلقاء نظرة على كل من P/T و SNR لمعرفة الموضوع بأكمله.
- يمكن حساب الفواصل الزمنية للـ P/T و الـ SNR.

Section 5

Process Capability Analysis

KH

الجزء ٥

قياس قدرة العمليات

KH

Is the process "capable" of meeting specifications?
Process Capability Analysis:

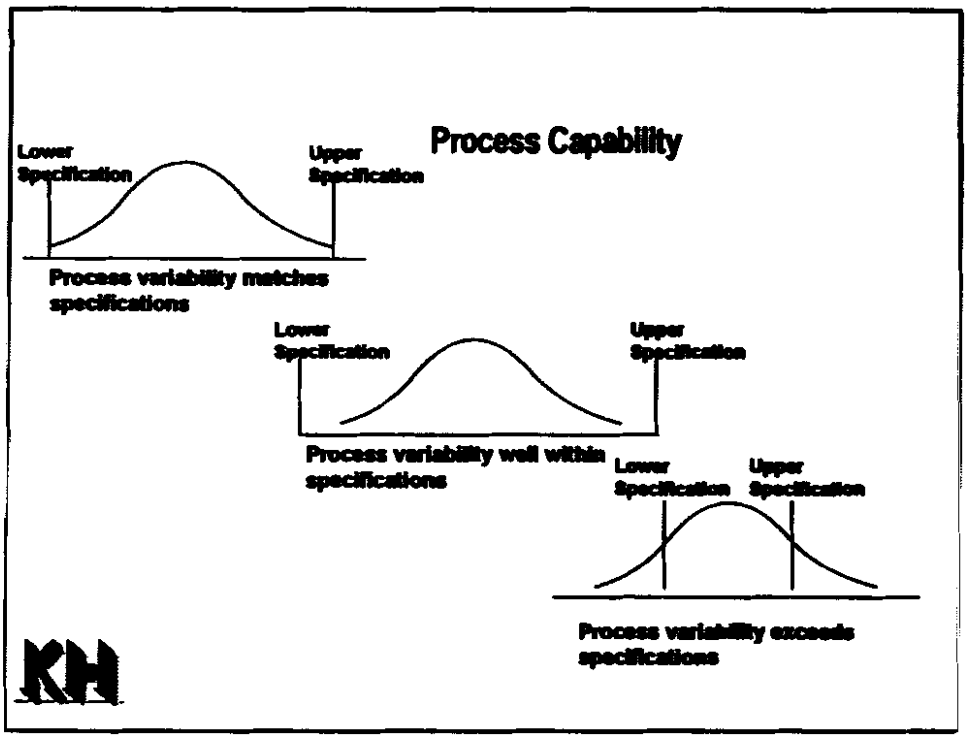
- Process capability- A measure of process "potential" by relating the spread of the process to the specification width
- Many customers are setting capability index requirements for their suppliers

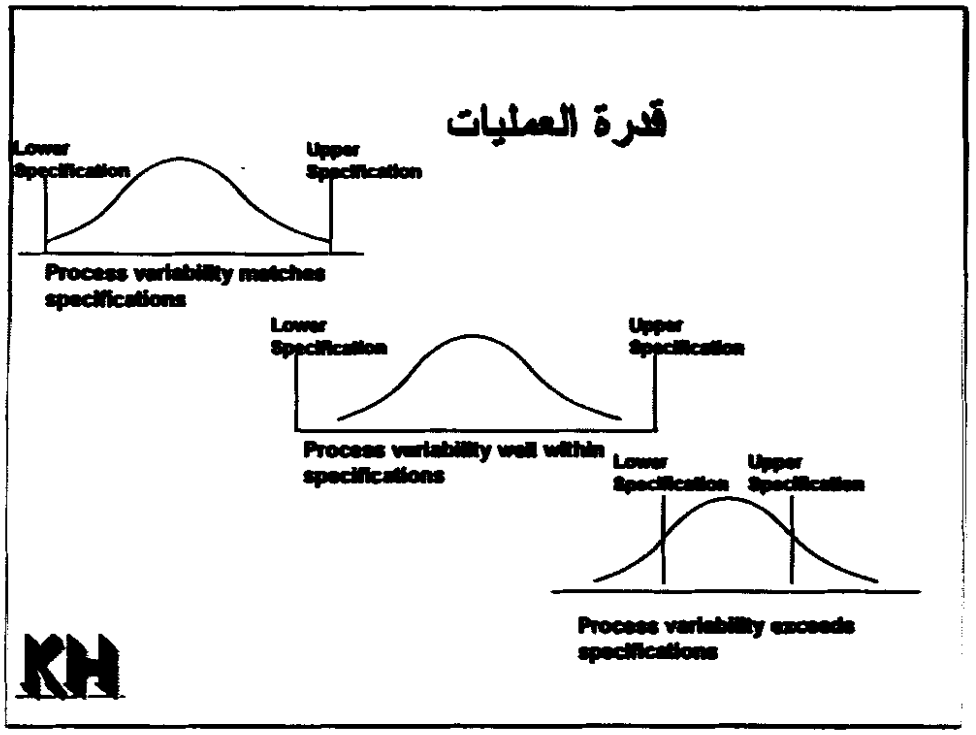
KH

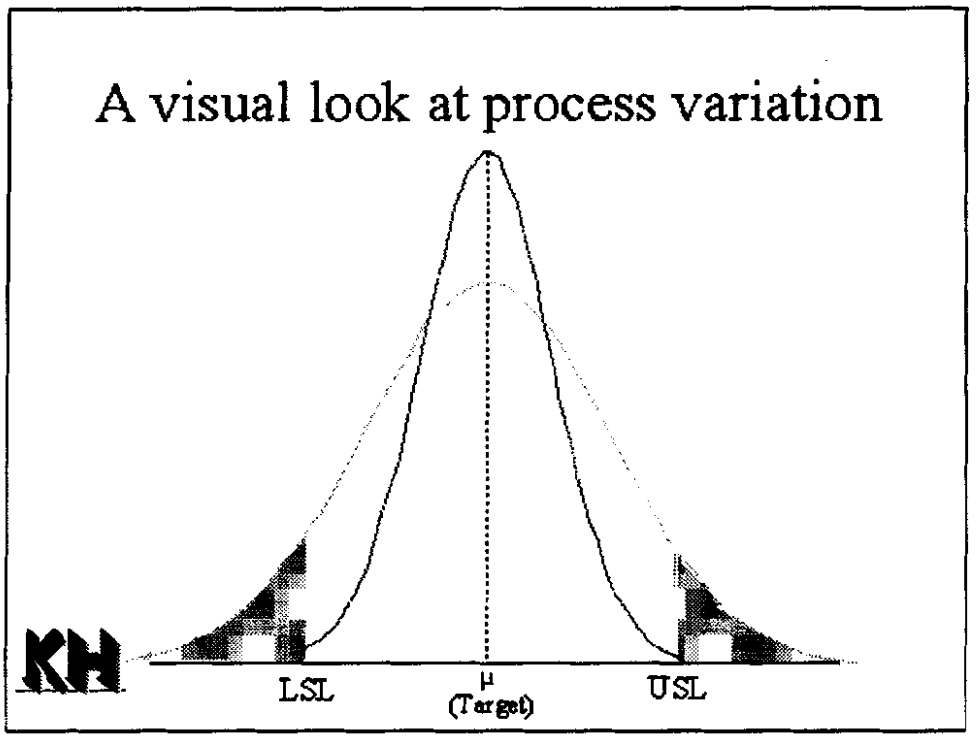
هل العملية "قادرة" على الالتزام بالمواصفات؟
تحليل قدرة العمليات:

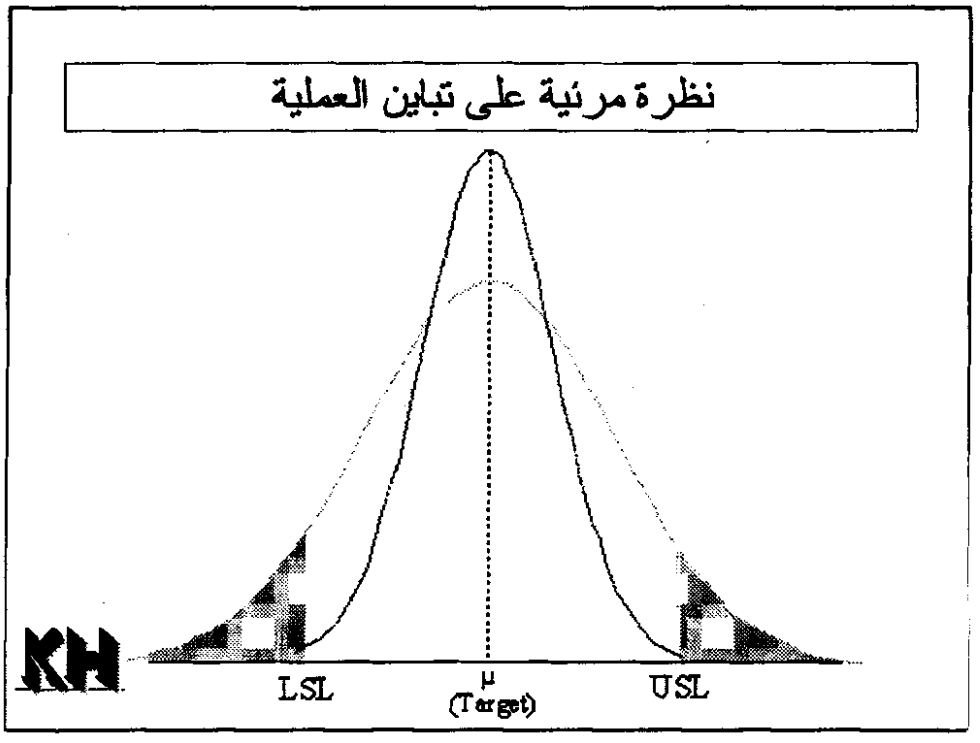
- قدرة العمليات: قياس "قدرة" العمليات" عن طريق ربط انتشار العملية مع عرض المواصفات.
- هناك العديد من العملاء الذين يقومون بوضع المتطلبات الخاصة بدليل القدرات لمورديهم

KH


Process Capability
Lower Specification
Upper Specification
Process variability matches specifications
Lower Specification
Upper Specification
Process variability well within specifications
Lower Specification
Upper Specification
Process variability exceeds specifications


قدرة العمليات
Lower Specification
Upper Specification
Process variability matches specifications
Lower Specification
Upper Specification
Process variability well within specifications
Lower Specification
Upper Specification
Process variability exceeds specifications


A visual look at process variation
LSL
μ
(Target)
USL


نظرة مرئية على تباين العملية
LSL
μ
(Target)
USL

Capability Indices:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$$

$$C_{pl} = \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\hat{\sigma}} \qquad C_{pu} = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\}$$

دلالات قدرة العمليات

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\hat{\sigma}}$$

$$C_{pl} = \frac{\overline{\overline{X}} - LSL}{3\hat{\sigma}} \qquad C_{pu} = \frac{USL - \overline{\overline{X}}}{3\hat{\sigma}}$$

$$C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\}$$

Process Capability-
An Example

- **Customer specifications are 3.20 inches ± 0.10**
  - LSL = 3.10 inches, USL = 3.30
- **Process operates at an estimated mean ($\overline{X}$) of 3.15 inches and estimated standard deviation ($\hat{\sigma}$) of 0.05 inches**

$$C_p = \frac{3.30 - 3.10}{6(0.05)} = 0.666$$

$$C_{pl} = \frac{3.15 - 3.10}{3(0.05)} = 0.333 \qquad C_{pu} = \frac{3.30 - 3.15}{3(0.05)} = 1.00$$

$$C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\} = 0.333$$

قدرة العمليات
مثال

- تكون مواصفات العميل هي 3.20 inches ± 0.10
  - LSL = 3.10 inches, USL = 3.30
- يتم تشغيل العملية عند وسط مقدر بحوالي ($\overline{X}$) of 3.15 بوصة
  و يكون الانحراف المعياري المقدر حوالي ($\hat{\sigma}$) of 0.05

$$C_p = \frac{3.30 - 3.10}{6(0.05)} = 0.666$$

$$C_{pl} = \frac{3.15 - 3.10}{3(0.05)} = 0.333 \qquad C_{pu} = \frac{3.30 - 3.15}{3(0.05)} = 1.00$$

$$C_{pk} = \min\{C_{pl}, C_{pu}\} = 0.333$$

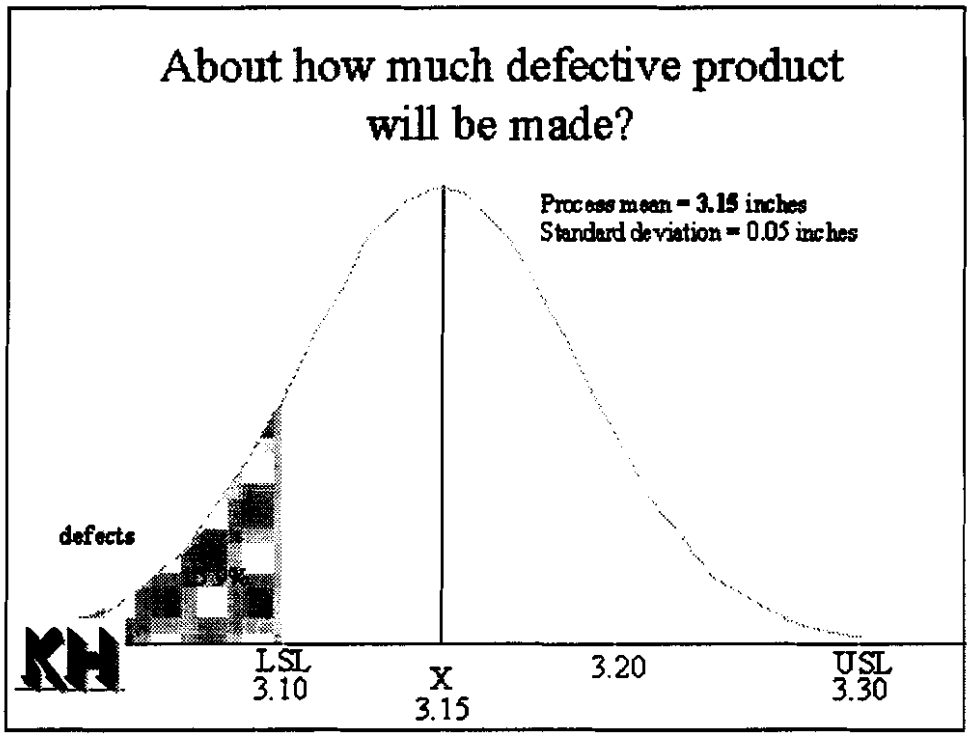
Process Capability-
What does this example tell us?

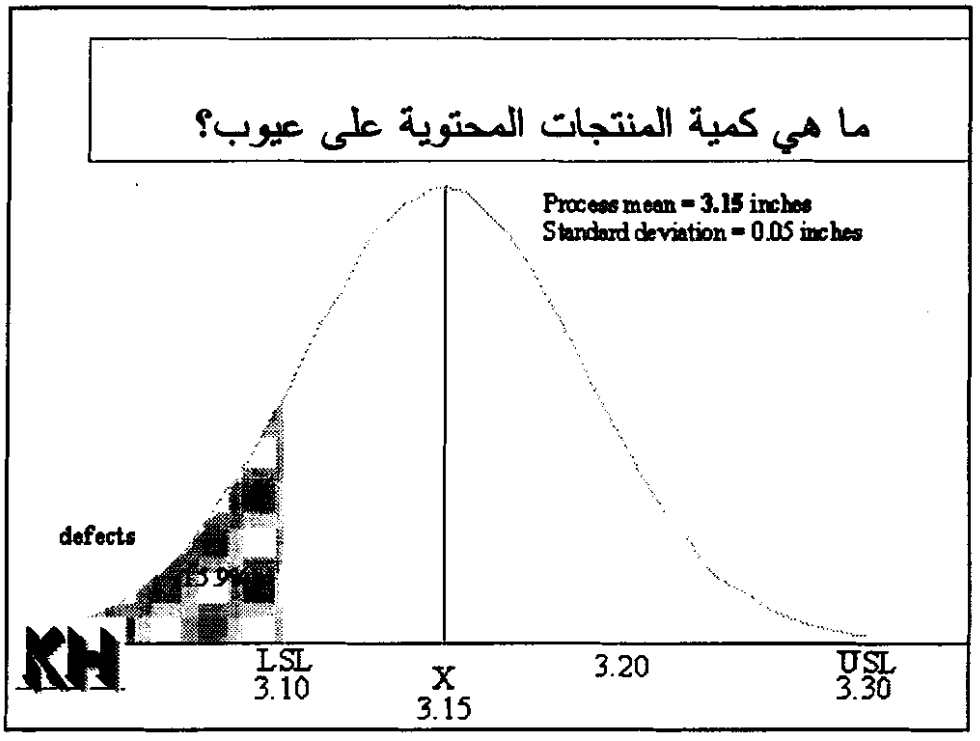
- $C_p < 1.0$ ∴ process variability too high (process currently "incapable" of meeting specs.)
- $C_{pk} < 1.0$ ∴ currently producing excessive defects
- $C_{pl} \neq C_{pu}$, process is currently off-center. ($C_{pl} < C_{pu}$, process is centered "too close" to the LSL)
  - Excessive defects will be produced (below the LSL)

قدرة العمليات
ما الذي يوضحه المثال؟

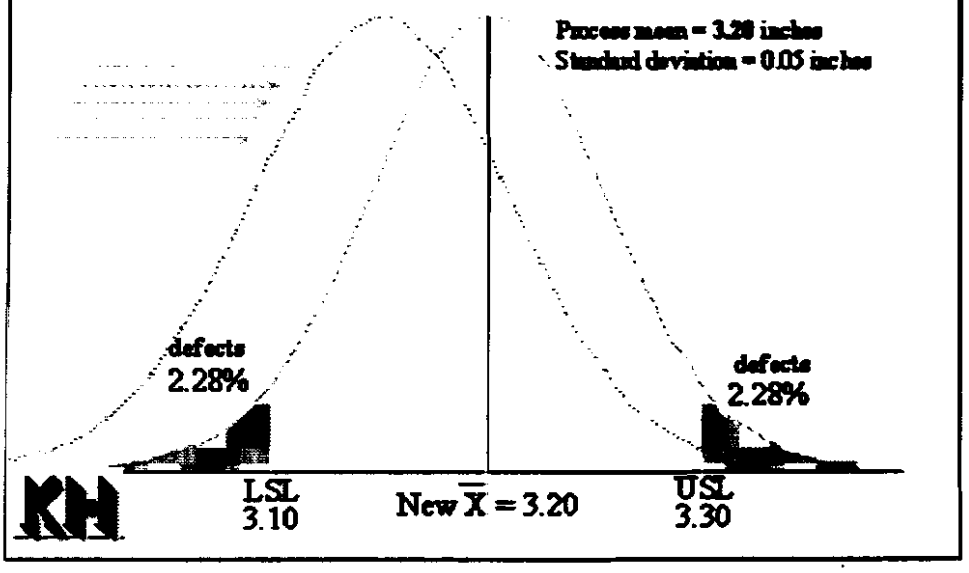
- $C_p < 1.0$: يكون تباين العملية عاليا جدا (تكون العملية حاليا غير قادرة على الوفاء بالمتطلبات
- $C_{pk} < 1.0$: ينتج عن العملية عيوب متزايدة
- $C_{pl} \neq C_{pu}$: العملية في الوقت الحالي خارج الخط المركزي ($C_{pl} < C_{pu}$ يتم مركزة العملية بشكل قريب جدا من الـ LSL)

ستنتج عيوب أخرى (أقل من LSL)

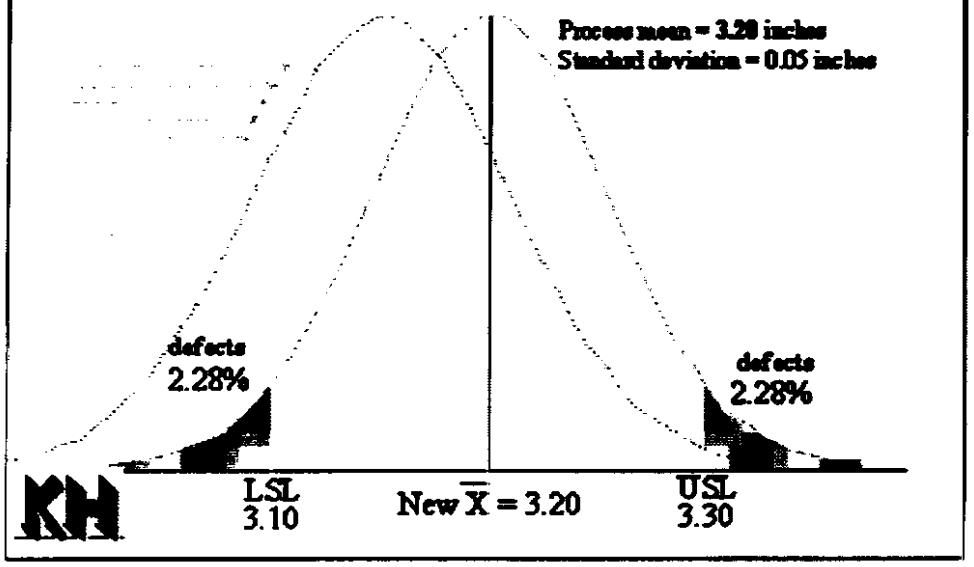

About how much defective product will be made?
Process mean = 3.15 inches
Standard deviation = 0.05 inches
defects
LSL
3.10
X
3.15
3.20
USL
3.30


ما هي كمية المنتجات المحتوية على عيوب؟
Process mean = 3.15 inches
Standard deviation = 0.05 inches
defects
LSL
3.10
X
3.15
3.20
USL
3.30

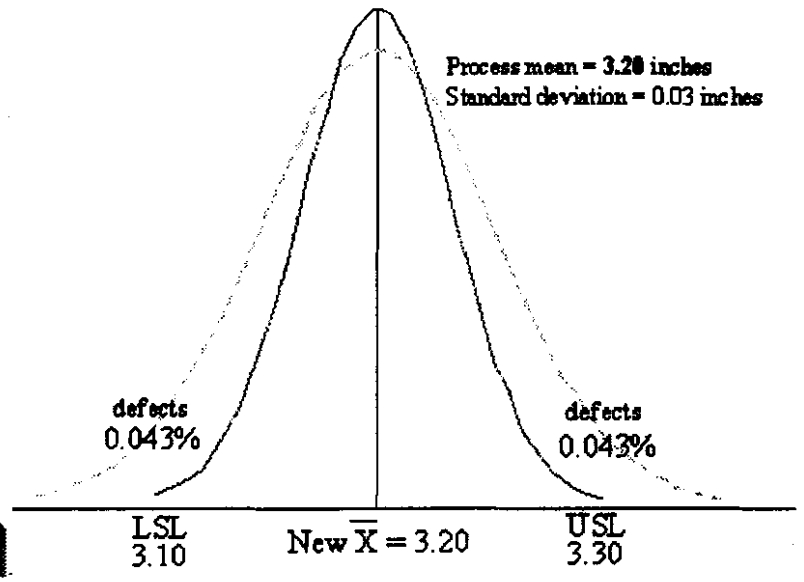
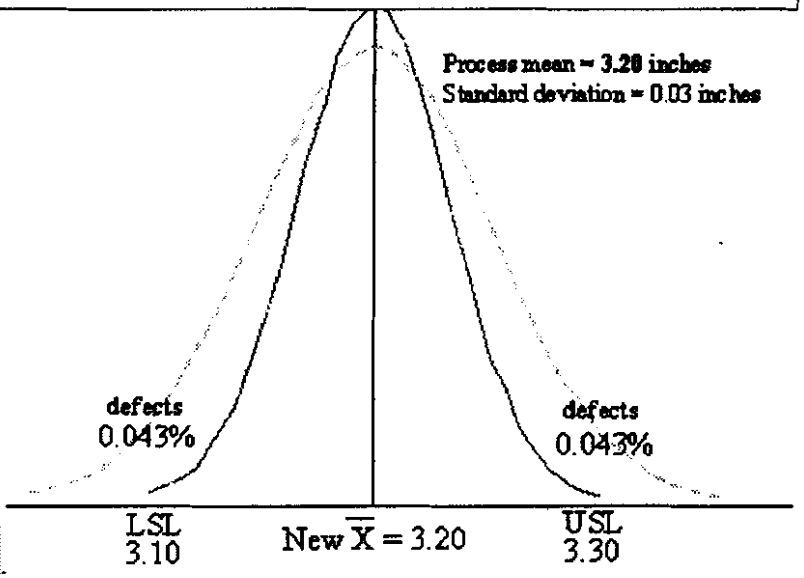
What if we could shift the process mean to 3.20 inches?



ماذا سيحدث إذا حولنا وسط العملية إلى ٣,٢٠ بوصة؟



What if we could reduce the process standard deviation to 0.03 inches?



ماذا سيحدث إذا أمكننا خفض الانحراف المعياري للعملية إلى ٠,٠٣ بوصة؟