Training Course

The advisor

طرق الضبط الإحصائي لتوكيد جودة نتائج القياس

Statistical Methods for Quality Control

Eng.Khaled Sadek (Quality consultant)

Training program agenda

المحور الأول	أسس تقنيات ضبط الجودة
المحور الثانى	خرائط ضبط الجودة
المحور الثالث	الضبط الاحصائى للجودة
المحور الرابع	تقدير قيم اللايقين فى القياس
المحور الخامس	خطط الفحص بأخذ العينات

Course Introduction

The advisor

أجندة المحور الأول

أسس تقنيات ضبط الجودة

أجندة المحور الثانى

الضبط الإحصائي للجودة

Module (3)

Agenda

Course Introduction

Module (4)

Agenda

- Introduction & Definitions
- Sources of uncertainty
- Types of uncertainty
- Combined & Expanded Uncertainty
- Probability Distribution
- Reporting & Uncertainty Budget

المحور 4

1 المحور الاول

أسس تقنيات ضبط الجودة

Course Introduction

أجندة المحور الأول

أسس تقنيات ضبط الجودة

1

- تعريفات عامة
- الجودة وتكاليف الجودة
- ضبط الجودة
- فحص جودة المنتج الصناعى
- فحص جودة المنتج الصناعى

1-1 تعريفات

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Item

شيء محسوس يمكن إجراء مجموعة من المشاهدات عليه

Pilot lot

الدفعة الاولى للانتاج وذلك لغرض الحصول على معلومات

Sample

جزء من – او مجموعة فرعية من – مجموعة وحدات مجهزة بواسطة عملية معينة او غيرها . يتم اختيارها بصورة مدروسة . بهدف تقصى خواص اصل المجتمع الاحصائى او المجموعة

Defect

عدم تطابق بين مفردة ما وبين متطلبات معينة

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Lotsize	عدد المفردات فى الدفعة وتبين خصائص ومميزات المنتج
Quality	القدرة على الايفاء بحاجة معينة
Qualityofconformance	دقة تطابق منتج او خدمة مع المتطلبات المعينة
Samplesize	عدد الوحدات المأخوذة من العينة

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Defective	مفردة تحتوى على عيب واحد او اكثر
Observed value	قيمة متغيرة يحصل عليها بالملاحظة المباشرة
Acceptance inspection	التفتيش على المفردات لاقرار درجة قبول الدفعة المقدمة
Inspection	عملية قياس او اختبار او فحص او ضبط قياس او بتعبير اخر مقارنة الوحدة مع المتطلبات المطبقة

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Final inspection	التفتيش الاخير بعد المراحل المتعاقبة من التصنيع والإصلاح
100% inspection	تفتيش كل وحدة لمنتج أو تفتيش المادة بكاملها
Operator control	جزء من الرقابة إثناء العملية ينفذ من قبل المشغل
Process control	جزء من رقابة الجودة يختص بتقليل التغيرات فى الجودة التى تحدث إثناء عملية الإنتاج

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Process Inspection

التفتيش على العملية نفسها او خصائص المنتج فى مرحلة مناسبة من العملية

Quality Audit

مراقبة الجودة فى اي مرحلة للتزود بالمعلومات

Quality Control

نظام برمجة وتنسيق جهود المجموعات فى منشأة معينة بغرض المحافظة على الجودة أو لتحسينها بطريقة اقتصادية

أسس تقنيات ضبط الجودة

تعريفات

Receiving Inspection

تفتيش يتم من قبل المستهلك او من قبل قسم للمواد أو المنتجات المصنعة عند استلامها

Screening Inspection

تفتيش تام – أى اختبار 100% - لكمية من المادة او مفردات منتج مع رفض لجميع المفردات او الأجزاء التي تظهر معيبة

Quality Cost

المصاريف الحاصلة أو التي تكرس لتثبيت وضبط مستوى جودة قياس معين للمنتجات

أسس تقنيات ضبط الجودة

الجودة & تكاليف الجودة

The advisor

Definitions

Quality can be quantified :

$$Q = P / E$$

Q = quality

P = performance (Organization determines)

E = expectations (Customer determines)

أسس تقنيات ضبط الجودة

مبادئ عامة

تكاليف الجودة

هي : مجموع التكاليف التي يتم إنفاقها في المنشأة أو المنظمة الإنتاجية لضمان تقديم المنتج إلى المستهلك حسب متطلباته ورغباته.

إذن هي مجموع التكاليف التي يتحملها المنتج والمتعلقة بتحديد مستوى لجودة المنتج و تحقيقه والتحكم فيه و تقييم مدى مطابقة مواصفات المنتج مع متطلبات و رغبات المستهلك.

تشمل هذه التكاليف تكاليف للإخفاقات التي تحدث نتيجة عدم الوفاء بمتطلبات الجودة على المستوى الداخلي للمنشأة أو خارجها.

أسس تقنيات ضبط الجودة

The advisor

لماذا ندرس تكاليف الجودة ؟

تعتبر دراسة تكاليف الجودة من بين أهم الأفكار في إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management) وهى جزء هام وتكاملي لأي برنامج جودة في المنظمات و المنشآت الإنتاجية.

أهم مميزات دراسة التكاليف المتعلقة بالجودة هي :

1. تعتبر الدراسة مؤشر قوي لتحفيز الإدارة العليا في تطبيق وتنفيذ مفهوم تكاليف الجودة
2. أكثر المنافع هو تخفيض هذه التكاليف الإجمالية للمنتج والتحكم والسيطرة عليها بفعالية وبالتالي زيادة أرباح المنشأة.
3. أكثر دقة في تقييم وتقدير التكاليف ووضع الميزانيات بواقعية.
4. تحويل الجودة إلى أرقام بسيطة ومرئية من خلال نسب خسارة مباشرة يساعد الإدارة والموظفين لفهم أهمية عمل الشيء صحيحاً من المرة الأولى.

أسس تقنيات ضبط الجودة

أهمية دراسة اقتصاديات الجودة

تعتبر دراسة تكاليف الجودة من بين أهم الأفكار في إدارة الجودة الشاملة (Total Quality Management) وهي جزء هام وتكاملي لأي برنامج جودة في المنظمات و المنشآت الإنتاجية.

- تعتبر دراسة تكاليف الجودة أداة تحسين مستمر للجودة فهي تساعد على تحديد مناطق الفشل والإخفاق و مصادر حدوث العيوب و هذا باستخدام الأدوات الاحصائية.

- تؤدي الجودة الرديئة إلى زيادة أنواع معينة من التكاليف التي تتحملها المنشأة أو المنظمة، خاصة تلك التكاليف المتعلقة بـ :

- التعامل مع شكاوي العملاء و الزبائن الغير راضين
- إعادة التصنيع
- الوحدات المعيبة من الانتاج
- الفحص و الاختبار
- تكاليف الخصم على المنتجات ذات الجودة الرديئة

أسس تقنيات ضبط الجودة

أنواع تكاليف الجودة

- تكاليف الجودة
  Quality Costs
  - تكاليف ضبط الجودة
    Cost of Good quality
    (Conformance Costs)
    - تكاليف الوقاية
      Prevention Costs
      Pc
    - تكاليف التقييم
      Appraisal Costs Ac
  - تكاليف الإخفاق في ضبط الجودة
    Costs of Poor Quality
    (Non Conformance Costs)
    - تكاليف الإخفاق الخارجي
      External Failure
      Costs
    - تكاليف الإخفاق الداخلي
      Internal Failure
      Costs

تكاليف الجودة = (Pc + Ac + Fce + Fci)

أسس تقنيات ضبط الجودة

تكاليف الوقاية

هي : التكاليف التي تصرف لمنع حدوث عيوب في المنتج و منع و الوقاية من عدم مطابقة المنتجات مع المواصفات المطلوبة.

تشمل تكاليف الوقاية الأمثلة التالية :

- تكاليف التخطيط للجودة وتصميمها وتطوير نظامها
- تكاليف توكيد الجودة لدى المورد
- تكاليف التحكم في العمليات الإنتاجية
- تكاليف تدريب العاملين في مجال الجودة
- تكاليف مراجعة وتحليل بيانات الجودة
- التكاليف المتعلقة ببرامج تحسين الجودة

أسس تقنيات ضبط الجودة

أسس تقنيات ضبط الجودة

العلاقة بين أنواع تكاليف الجودة

العلاقة بين عناصر تكاليف الجودة خاضعة لقانون (1:10:100) : فإنفاق 1 جنيه على تكاليف الوقاية سوف يوفر 10 جنيه على تكاليف التقييم و 100 جنيه على تكاليف الاخفاق (الداخلي و الخارجي)

1-3 ضبط الجودة

أسس تقنيات ضبط الجودة

مقدمة

تقتني الشركات الصناعية المواد الخام أو مواد نصف مصنعة (أو كاملة التصنيع) من مصادر أخرى قصد تصنيعها أو تجميعها للحصول على منتج صناعي.

إن التأكد من جودة هذه التوريدات (الطلبيات) التي تصل إلى الشركة مهم و ضروري لجودة منتجها النهائي.

و يتم ذلك عن طريق فحص جودة هذه التوريدات (أي بإجراء عملية تقييم للجودة).

أسس تقنيات ضبط الجودة

- ✓ كما يستعمل الفحص كذلك في آخر مراحل الانتاج للتفتيش عن جودة المنتج النهائي قبل تسويقه إلى المستهلك.

- ✓ الغرض الأساسي من ضبط الجودة هو ضمان جودة المنتج بأقل تكلفة ممكنة.

عمليا لا يمكن تحقيق ذلك إلا بالتحكم في العمليات الإنتاجية و التقليل من حدوث إنتاج معيب و خارج حدود المواصفات.

توجد هناك أربع خطوات عملية لضبط جودة المنتجات الصناعية.

أسس تقنيات ضبط الجودة

- تحديد مستوى الجودة المطلوب : وهذا من خلال أبحاث السوق و تصميمات المنتج و وضع المواصفات.

- تقييم المطابقة بين المنتج و المواصفات : وهذا عن طريق أخذ عينات منتظمة من خط الإنتاج ثم إجراء عمليات قياس على خصائصها. و مقارنة النتائج مع مثيلاتها المحددة في المواصفات و تحديد قيم الاختلافات الموجودة بينهما.

- تقييم و تحليل الأسباب المؤدية الى هذه الاختلافات و اتخاذ الإجراءات التصحيحية و الوقائية.

- التخطيط للتحسين المستمر للجودة و هذا عن طريق مراجعة مواصفات المنتج

1-4 الضبط المتكامل للجودة

أسس تقنيات ضبط الجودة

- ✓ إن جميع المراحل الإنتاجية للمنتج من تصميم , تصنيع , تخزين و توزيعه تؤثر في جودته .
- ✓ من أجل ضمان جودة المنتج فلا بد من ضبط هذه العمليات و الأنشطة جميعها و هذا ما يعرف بالضبط المتكامل للجودة.
- ✓ الضبط المتكامل (الشامل) لجودة الإنتاج هو عبارة عن نظام شامل و متكامل بواسطته يمكن تجميع عمل الوحدات المختلفة داخل المصنع التي تعمل في مجالات تطوير الجودة و تحسينها لضمان إنتاج المنتجات بدرجة مناسبة من الجودة ترضي رغبات المستهلك و بأقل التكاليف.

عناصر الضبط المتكامل للجودة

1. 1- وضع مواصفات للمنتج. و يدخل فيها رغبات المستهلك و مواصفات التصميم و التطوير و الأبحاث.
2. 2 – ضبط جودة المواد الداخلة.
3. 3 – ضبط جودة المنتج أثناء التشغيل.
4. 4 – ضبط جودة المنتج النهائي بما في ذلك التغليف و التعبئة و التخزين و النقل و ضبط جودة أجهزة القياس و الفحص.
5. 5 – ضبط جودة المنتج بعد البيع و يمثل هذا بالإعتمادية (المعولية (Reliability
6. 6- إدارة الجودة و تمثل كل النواحي الإدارية المتصلة برفع و تحسين مستوى الجودة (مسؤولية الجودة, التدريب و الحوافز إلى غير ذلك)

1-5 فحص جودة المنتج

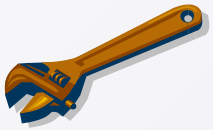
أسباب الاختلافات التصنيعية

النظام الصناعي
Manufacturing System

المادة الخام
Raw Material

العمالة الفنية
Man

الماكينات و الآلات
Machine



طرق التصنيع
Methods

بيئة العمل
Environment

المستهلك
Customer

المنتج الصناعي
Product

advisor

الضبط الإحصائي للجودة
Statistical Quality Control

- ✓ تعتمد طريقة الضبط الإحصائي للجودة على تحليل نتائج القياسات والاختبارات باستعمال الطرق الإحصائية (Statistics)
- ✓ تعتبر الطرق الاحصائية من بين أكثر الأساليب أهمية في مجال ضبط الجودة للتطبيقات المختبرية والصناعية حيث بدء استخدامها مع نهاية الحرب العالمية الثانية من طرف كبرى الشركات العالمية في اليابان ثم أمريكا تحديدا ومع التطور المذهل في برامج الحاسب الآلي فقد زادت أهمية هذه الطرق وتطورت

أهم مصادر وأسباب تغير النتائج والقياسات
Main Sources of Variation

The advisor

1 Equipment

- Tool wear, machine vibration, … •

2 Material

- Raw material quality •

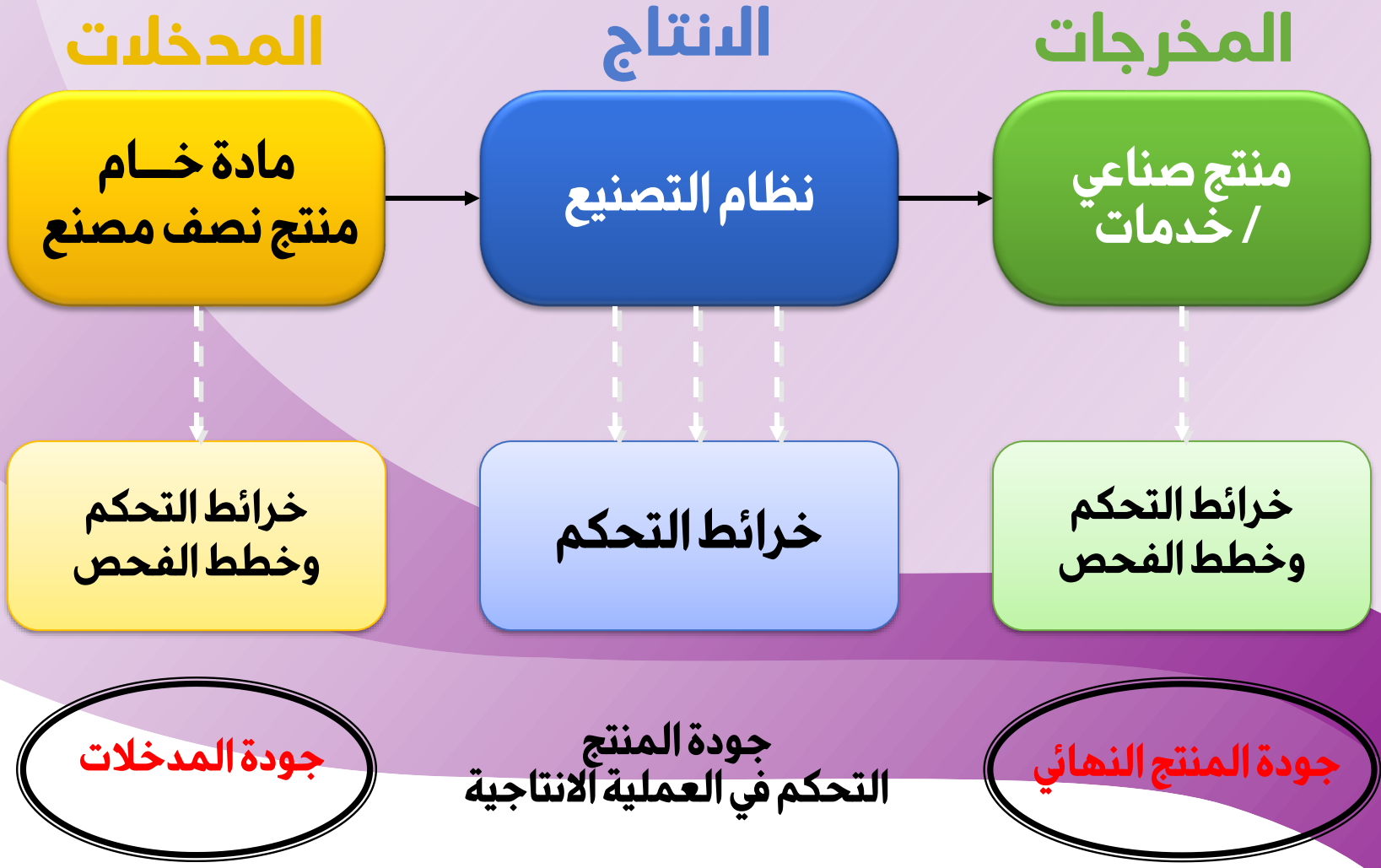
3 Environment

- Temperature, pressure, humidity •

4 Operator

- Operator performs- physical & emotional •

فحص جودة المنتج الصناعي



العلاقة بين الاختلافات التصنيعية و جودة المنتج

- ✓ إن للاختلافات التصنيعية أثر سيئ على جودة المنتج . فكلما زادت نسبة هذه الاختلافات و كبر مجالها إلا و ساء مستوى الجودة .
- ✓ هذا لأن خصائص المنتج تكون متباعدة و مشتتة عن المواصفات القياسية للمنتج المصممة خصيصا قصد إرضاء المستهلك.
- ✓ إن تحسين مستوى الجودة (Quality Improvement) يعني التقليل من الاختلافات التصنيعية.
- ✓ كما يعني كذلك تقليص و تقليل عدد الوحدات المعيبة.

العلاقة بين الاختلافات التصنيعية و جودة المنتج

د السبب الرئيس في انخفاض جودة المنتج هو عدم اختيار
ط المعاينة المناسبة والتقنيات الاحصائية المناسبة لضبط
ودة.

2 المحور الثاني

الضبط الإحصائى للجودة

Course Introduction

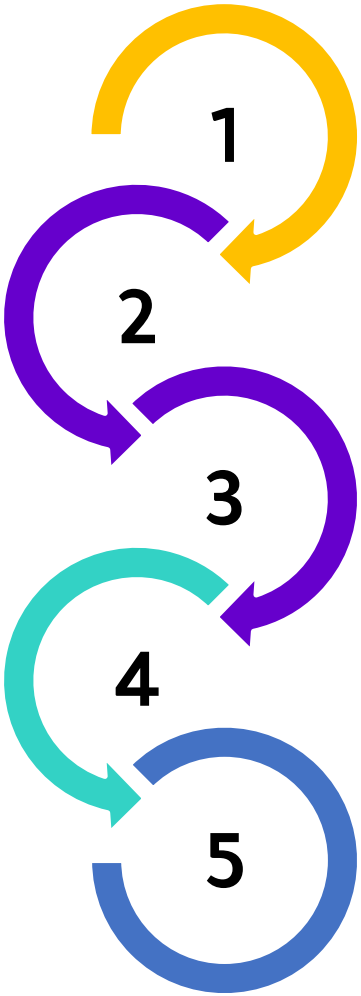
أجندة المحور الثانى

الضبط الاحصائى للجودة

2-1 المواصفات والجودة

الضبط الاحصائي للجودة

المواصفات و الجودة



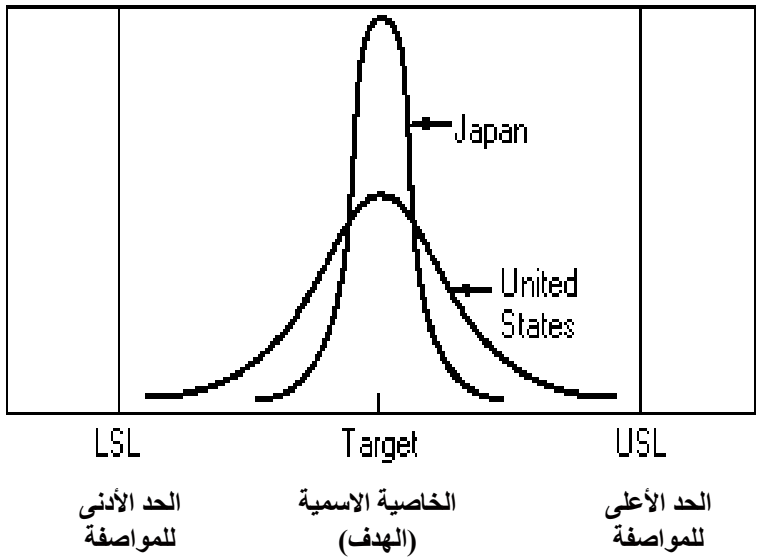
1. جميع الخصائص الفيزيائية للمنتج الضرورية لإنتاجه و تصنيعه مثل الأبعاد و الأوزان إلى غير ذلك.
2. أوصاف محددة للمواد المستعملة في المنتج مثل الخواص الطبيعية, الكيميائية و الميكانيكية للمادة.
3. تحدد المواصفات طرق القياس و نوعية الأجهزة المستعملة لاختبار المنتج و المواد اللازمة له و كذا الطرق المستعملة لضبط و معايرة هذه الأجهزة.
4. يجب أن تحدد المواصفات و صف طرق استعمال المنتج و تحديد الظروف الواجب توفرها أثناء استعمال المنتج و صيانته.
5. يجب أن تحدد المواصفات حدود التفاوت (Tolerances) التي توضع على خواص المنتج.

2-2 خصائص الجودة

الضبط الاحصائى للجودة

المواصفات و الجودة

نقوم بمقارنة خواص المنتج مع مواصفات الجودة خاصة:



الخاصية الإسمية أو الهدف

Nominal / Target Value

- الحد الأدنى للمواصفة

Lower Specification Limit

- الحد الأعلى للمواصفة

Upper Specification Limit

الضبط الاحصائى للجودة

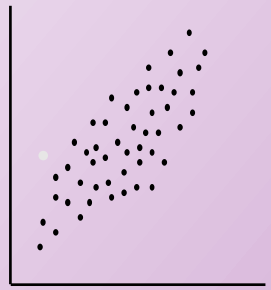
أنواع خصائص الجودة

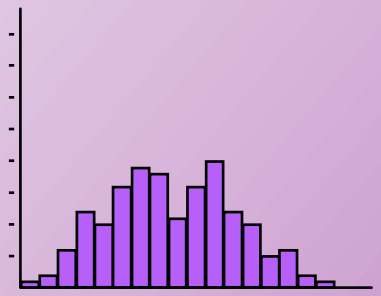
1 الخواص
Attributes

هي مجموع الخصائص المحددة للمنتج و التي لا يمكن تحديد قيمها عن طريق القياسات مثل : أعداد القطع المعيبة.

2 المتغيرات
Variables

و هي مجموع الخصائص الممكن تحديدها عن طريق أجهزة القياس. مثل : أبعاد المنتج و الأوزان الخ....





الضبط الاحصائى للجودة

أهم التقنيات التي تحقق ضبط الجودة على المستوى الصناعي هي:

ضبط الجودة الإحصائي

Statistical Quality Control

- التوزيع التكراري Histograms
- خرائط التحكم للمتغيرات Control Charts for Variables
- خرائط التحكم للخواص Control Charts for Attributes

1. ضمان الجودة عن طريق ضبط العمليات الإنتاجية Process Control
2. ضمان جودة المنتج النهائي عن طريق الفحص و الاختبار Inspection and Testing
3. ضمان الجودة عن طريق تطبيق مفهوم ادارة الجودة الشاملة Total Quality Management.

خطط الفحص و المعاينة

Acceptance Sampling Plans

2-3 مبادئ احصائية

الضبط الاحصائى للجودة

Definitions

القياس	مجموعة من العمليات تهدف الى تعيين قيمة معينة (مقارنة كمية مجهولة بكمية معلومة)
المقيس	الكمية المعينة المراد قياسها
نتيجة القياس	القيمة المنسوبة للمقيس ويحصل عليها بالقياس
النتيجة الغير مصححة	نتيجة القياس قبل التصحيح
النتيجة المصححة	نتيجة القياس بعد تصحيحها للاخطاء

الضبط الاحصائى للجودة

Definitions

صحة القياس مدى اقتراب نتيجة القياس من القيمة الحقيقية للمقيس

الخطأ فى القياس نتيجة القياس مطروحا منه القيمة الحقيقية للمقيس

الخطأ النسبى الخطأ فى القياس مقسوما على القيمة الحقيقية للمقيس

الضبط الاحصائى للجودة

Definitions

استخدام مقياس معين لقياس كمية معينة لا يعطى القيمة الحقيقية للكميات المقاسة لان الحقيقة المطلقة فى علم الله وحده.

اذن نحن نلجأ للقياس ونلجأ لمقارنة الكمية المقاسة بما نعتقد انه القيمة الحقيقية المطلقة.

اذن النتيجة النهائية للمقيس باستخدام اداة القياس لا تمثل القيمة الحقيقية للمقيس

اذن يوجد قدر من القصور فى الاداء يلزم تقييمه (اللايقين)

الضبط الاحصائى للجودة

Definitions

Measurement Uncertainty is:

An estimate of range of values about the measurement value in which the accepted value is believed to lie.

اللايقين

هو المدى حول الصفر الذى بين حدوده تقع القيمة الحقيقية للمقيس بدرجة ثقة معينة

نقص فى درجة الثقة فى القياس

2-4 علاقات رياضية

الضبط الاحصائى للجودة

Mean (المتوسط / الوسط الحسابى)

It is the sum total of all data values divided by the number of data points.

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

الضبط الاحصائى للجودة

(المتوسط / الوسط الحسابى) Mean

مزايا استخدام الوسط الحسابى :

1- سهل استخدامه جبريا

2- يأخذ فى الاعتبار جميع القيم محل الدراسة

3- أكثر المقاييس استخداما فى الاحصاء

عيوب استخدام الوسط الحسابى :

1- يتأثر بالقيم الشاذة (المتطرفة)

2- لا يمكن حسابه فى البيانات الوصفية

الضبط الاحصائى للجودة

Median

الوســـيط

It is the middle value when the data is ordered in ascending or descending order.

3 4 5 5 **5** 7 8 8 9

For an even set of data, the median is the average of the middle two numbers.

الضبط الاحصائى للجودة

الوســـيط

Median

مزايا استخدام الوسيط :

1- لا يتأثر بالقيم الشاذة (المتطرفة)

2- يمكن تحديده فى البيانات الوصفية

عيوب استخدام الوسيط :

1- لا يأخذ فى الاعتبار جميع القيم محل الدراسة

2- لا يسهل استخدامه جبريا

الضبط الاحصائى للجودة

Mode

المنوال

It is the more frequently occurring number in a data set.

5 3 7 9 8 5 4 5 8

the mode is 5

(it is possible for groups of data to have more than one mode)

الضبط الاحصائى للجودة

المنوال

Mode

مزايا استخدام المنوال :

1- سهل استخدامه جبريا

2- لا يتأثر بالقيم الشاذة (المتطرفة)

3- يمكن تحديده فى البيانات الوصفية

عيوب استخدام المنوال :

1- لا يأخذ فى الاعتبار جميع القيم محل الدراسة

2- يمكن وجود أكثر من منوال

الضبط الاحصائى للجودة

Measures of dispersion(مقاييس التشتت)

Range	المدى

The difference between largest and smallest

Values : 4 5 3 5 7 8 8 9

Range = 9 – 3 = 6

الضبط الاحصائى للجودة

المدى

Range

مزايا استخدام المدى :

1- سهل استخدامه جبريا

2- يعطى فكرة سريعة عن البيانات

عيوب استخدام المدى :

1- يعتمد فى حساباته على قيمتين فقط مع اهمال باقى النتائج

2- يتأثر بالقيم الشاذة (المتطرفة)

الضبط الاحصائى للجودة

Types of uncertainty

Type A

Standard Deviation: Square Root Of the Variance

4 5 5 5 7 8 8 9

$$\sigma = \sqrt{v} = \sqrt{\frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{n}} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum\left(X - \overline{X}\right)^2}{n-1}}$$

STD = 2.061

Use n for the population and n-1 for a sample

الضبط الاحصائى للجودة

Types of uncertainty

Type A

Mean

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

Standard Deviation

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

Type A

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

الضبط الاحصائى للجودة

المسمى	الغرض	العلاقة المستخدمة
المتوسط الحسابي	إيجاد متوسط عدد 10 قياسات في نفس الظروف والشروط	$\overline{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_{10}}{10}$
الخطأ المطلق	تعيين قيمة الخطأ في كمية مقاسة	$Error = X - X_{act.}$
الخطأ النسبي %	لتعيين النسبة المئوية للخطأ مقارنة بالقيمة الفعلية للمقيس	$P.E\% = \frac{N.V - A.V}{A.V}\%$
الخطأ النسبي كجزء من المليون ppm	لتعيين نسبة الخطأ بوحدات الجزء من مليون مقارنة بالقيمة الفعلية للمقيس	$P.E_{ppm} = \frac{N.V - A.V}{A.V} * 10^6$
التصحيح	لتعيين القيمة الفعلية	$Corr. = -Error$
القيمة الفعلية	لتعيين أفضل وأقرب قيمة قياس الى القيمة الحقيقية	$A.V = M.V + Corr.$
Span مدى الاتساع	لتعيين الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة محتملة للقياس	$Span = X_{\max.} - X_{\min.}$

المسمى	الغرض	العلاقة المستخدمة
المجتمع الإحصائي	يمثل عدد 10 نقاط قياس على الأقل في نفس الظروف n = 10	$X_1, X_2, X_3, \ldots\ldots, X_{10}$
المدى في المجتمع الاحصائي	تعيين مقدار الاتساع بين أصغر وأكبر قيمة	$R = X_{\max.} - X_{\min.}$
التباين	لتعيين متوسط مربع حيود القياسات عن القيمة المتوسطة	$S^2 = \frac{\Sigma(X_i - \overline{X})^2}{n}$
الخطأ المعياري (الرتبة أ من اللايقين)	يعبر عن الخطأ العشوائي في القيمة المتوسطة (الذي يتغير بتغير القياس وليس له ضابط يحكمه)	$\alpha(TypeA) = \frac{S}{\sqrt{n}}$
دقة النتائج Precision	لتعيين حيود نتائج القياس عن قيمتها المتوسطة .. والحكم على مستوى بعثرة نقاط القياس حول النقطة المتوسطة	يستخدم الانحراف المعياري σ في تعيين ذلك الخطأ
صحة النتائج Accuracy	لتعيين مدى اقتراب القيمة المتوسطة للقياسات العشرة من القيمة الحقيقية	تمثل قيمة الخطأ الكلي في القيمة المقاسة -كما سبق-
الناتج النهائي	يستخدم في تقرير الاختبار أو شهادة المعايرة حيث يتضمن لايقين القياس	$Y = A.V \pm U$

الضبط الاحصائى للجودة

Types of uncertainty–Calculation OF Type A

Example

Four measurements were made to determine the repeatability of a measurement system. The results obtained were:

3.42, 3.88, 2.99 and 3.17

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

الضبط الاحصائى للجودة

Types of uncertainty-Calculation OF Type A

The Solution:

The mean value $\overline{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{3.42 + 3.88 + 2.99 + 3.17}{4} = 3.365$

The estimated standard deviation $s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \overline{q})^2} = 0.386$

The experimental standard deviation of the mean $s(\overline{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}} = \frac{0.386}{\sqrt{4}} = 0.193$

الضبط الاحصائى للجودة

Types of uncertainty–Calculation Of Type A

Example :

Four measurements were made to determine the repeatability of a measurement system. The results obtained were:

119.87, 120.03, 118.99, 121.00 and 119.85

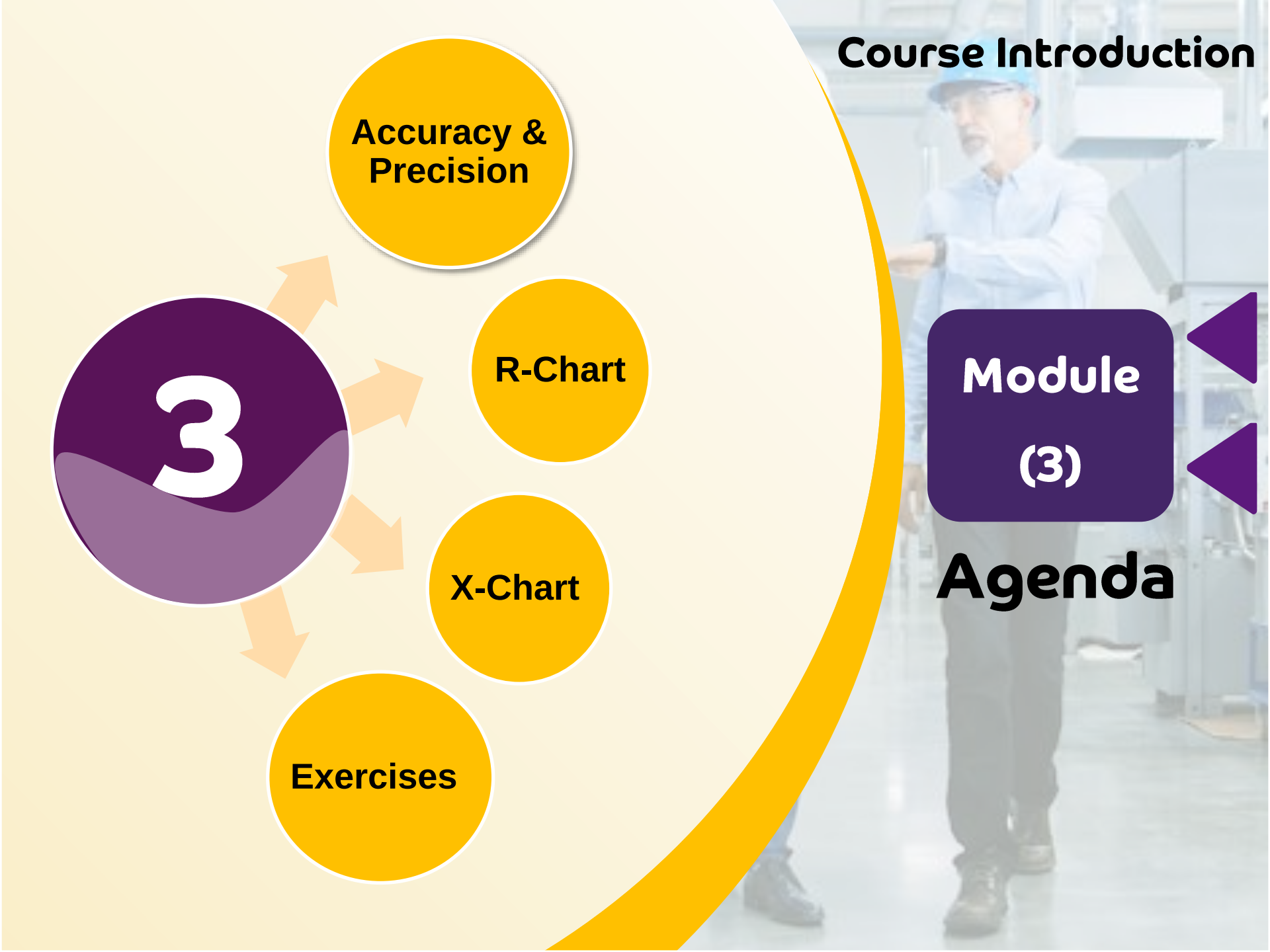
$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

Third Module 3

Quality Control Charts



Module (3)

Agenda

3

- Accuracy & Precision
- R-Chart
- X-Chart
- Exercises

3-1 Accuracy & Precision

Difference between Accuracy & Precision

صحة القياس
Accuracy

مدى اقتراب او بعد النتيجة التى نحصل عليها من الاختبار عن القيم المرجعية المتفق عليها

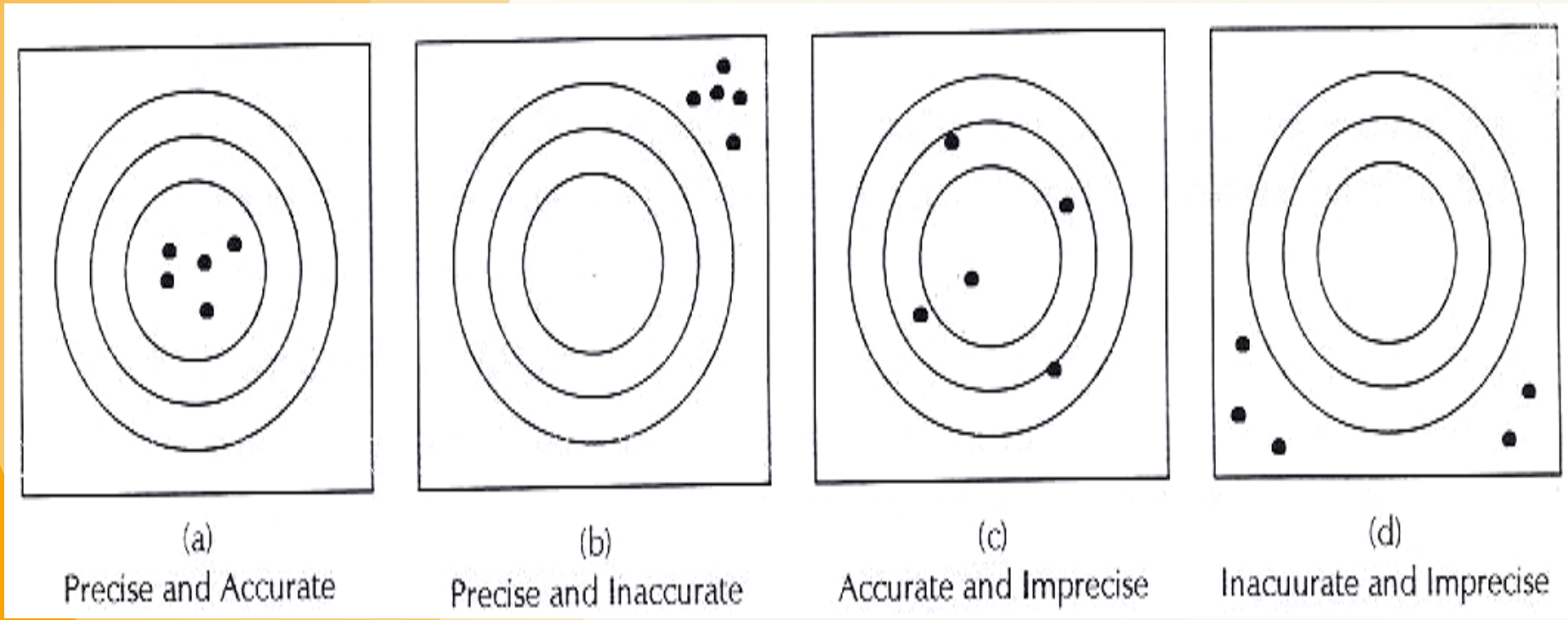
الدقة
Precision

مدى تباين النتائج حول المتوسط

التكرارية

دقة الاتفاق بين نتائج قياسات متتالية للمقيس نفسه تجرى تحت ظروف القياس نفسها (نفس الشخص – نفس الجهاز – نفس التوقيت)

Difference between Accuracy & Precision



- صحيح
- دقيق

- غير صحيح
- دقيق

- صحيح (كيف؟)
- غير دقيق

- غير صحيح
- غير دقيق

خرائط التحكم في المدى R – chart

The R- chart is developed from the ranges of each subgroup

- لماذا R-Chart? (تتعلق بالتغيرات العشوائية المسببة لتشتت النتائج)
- هل النتائج المسجلة شديدة التقارب؟
- هل الفروق بين النتائج المسجلة صغيرة جدا يمكن إهمالها؟
- هل مستوى دقة النتائج تحت السيطرة والتحكم؟
- هل هناك شبه استقرار وثبات للنتائج مهما تعددت مجموعات القياس في نفس الظروف؟

خرائط التحكم في المتوسط

The X- bar chart is developed to detect changes in the mean between subgroups

- لماذا) ?X-Chart تتعلق بالتغيرات الرتيبة التي تؤثر على صحة النتيجة)
- هل القيمة المقاسة (المتوسط الحسابي لعدد من القياسات) ثابتة تقريبا لأي عدد من مجموعات القياس في نفس الظروف؟
- هل مستوى صحة القياس تحت السيطرة والتحكم؟

3-2 R-Charts

استخراج قيم المعاملات المستعملة في خرائط التحكم

جدول 1 احصائي - Control Chart Factors

عدد النتائج داخل كل مجموعة (*n*)	*X*-Charts (*A*)	*R*-Charts (D_1)	*R*-Charts (D_2)
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

For Example:

رقم المجموعة	نتائج القياس الأربعة داخل كل مجموعة قياس			
	1	2	3	4
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5047

$n = 4$

عدد مرات القياس داخل كل مجموعة

$N = 5$

عدد مجموعات القياس

والآن نعين كلا من متوسط أمدية المجموعات + متوسط المتوسطات

Group Number	Records 1	2	3	4	مدى كل عينة R	متوسط كل عينة $\bar{X}$
1	0.5014	0.5022	0.5009	0.5027	0.0018	0.5018
2	0.5021	0.5041	0.5024	0.5020	0.0021	0.5027
3	0.5018	0.5026	0.5035	0.5023	0.0017	0.5026
4	0.5008	0.5034	0.5024	0.5015	0.0026	0.5020
5	0.5041	0.5056	0.5034	0.5047	0.0022	0.5045

متوسط مدى جميع العينات $\bar{R} = 0.0021$

متوسط المتوسطات لجميع العينات $\bar{X} = 0.5027$

Quality Control Charts

ثم حساب حدود الضبط الثلاثة للمدى بالاستعانة بجدول احصائي 1

n = 4:

$D_2 = 2.282$

$D_1 = 0$

A = 0.729 (later)

$\bar{R} = 0.0021$

$UCL_R = D_2\bar{R} = 2.282 \times 0.0021 = 0.00479$

$LCL_R = D_1\bar{R} = 0 \times 0.0021 = 0$

Quality Control Charts

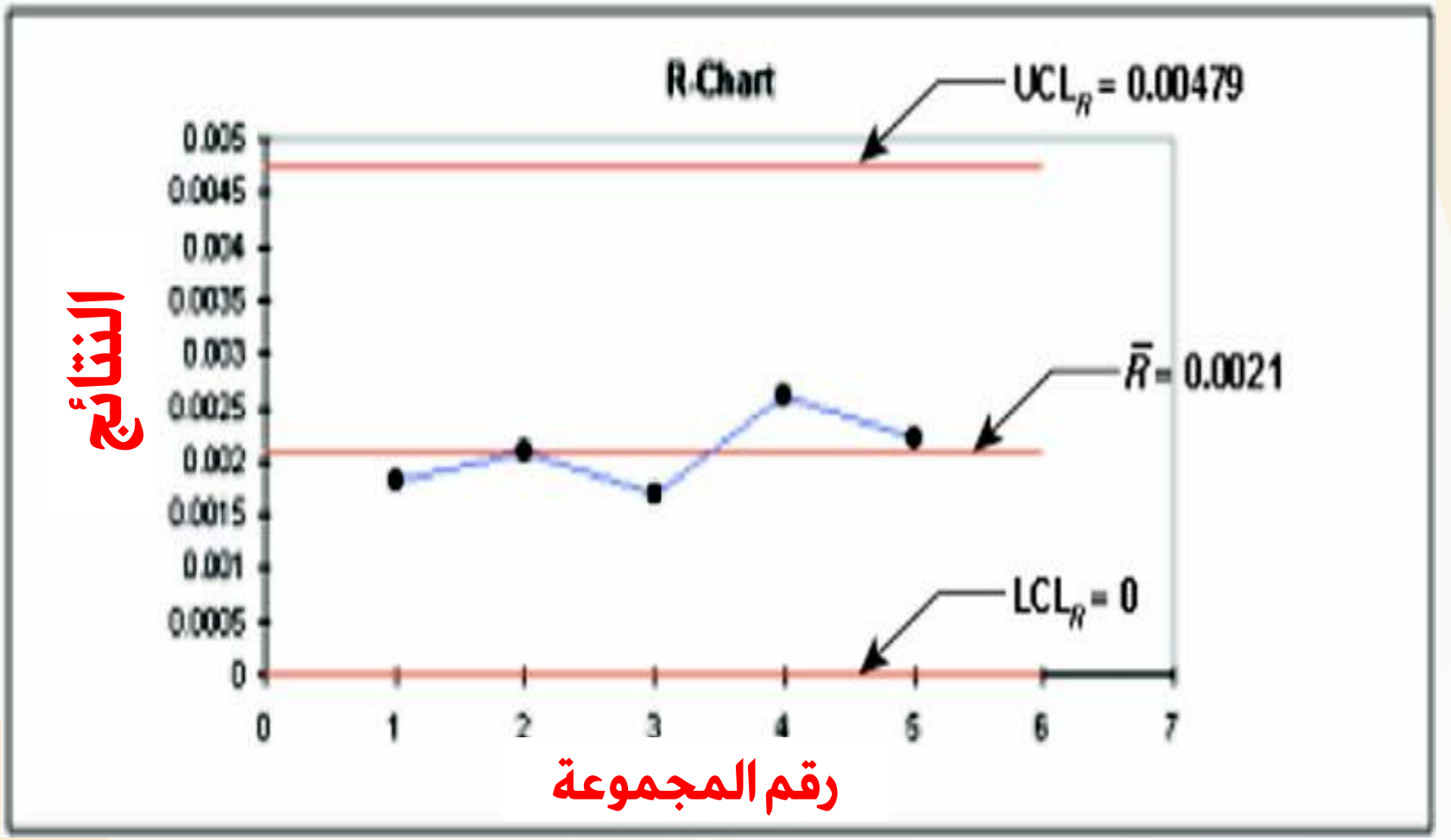
استخراج قيم المعاملات المستعملة في خرائط التحكم

جدول 1 احصائي - Control Chart Factors

عدد النتائج داخل كل مجموعة (n)	X-Charts (A)	R-Charts (D_1)	R-Charts (D_2)
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

Quality Control Charts

ثم نرسم خريطة التحكم للمدى R chart



3-3 X-Charts

ب- خرائط التحكم للمتوسط X chart

تستخدم هذه الخرائط في الضبط والسيطرة على ثبات مستوى صحة القيمة المقسة وضمان وقوعها بين حدود الضبط وذلك لعدد من النتائج مأخوذة في شكل مجموعات لها نفس العدد من القياسات

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A\bar{R}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A\bar{R}$$

معاملات ثابتة (جدول 1)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^{s} X_i}{N}$$

مجموع قيم المتوسطات لكل المجموعات

عدد مجموعات القياس

تعيين حدود الضبط الثلاثة

خريطة التحكم للمتوسط X chart

تعيين حدود الضبط الثلاث للمثال السابق :

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + AR$$

الحد الأعلى للمتوسط

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - AR$$

الحد الأدنى للمتوسط

ومتوسط المتوسطات

$$\bar{\bar{x}} = \underline{0.5027}$$

ونحدد المعامل الثابت من الجدول 1 A = 0.729

$$UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + AR = \underline{0.5042}$$

$$LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - AR = \underline{0.5012}$$

Quality Control Charts

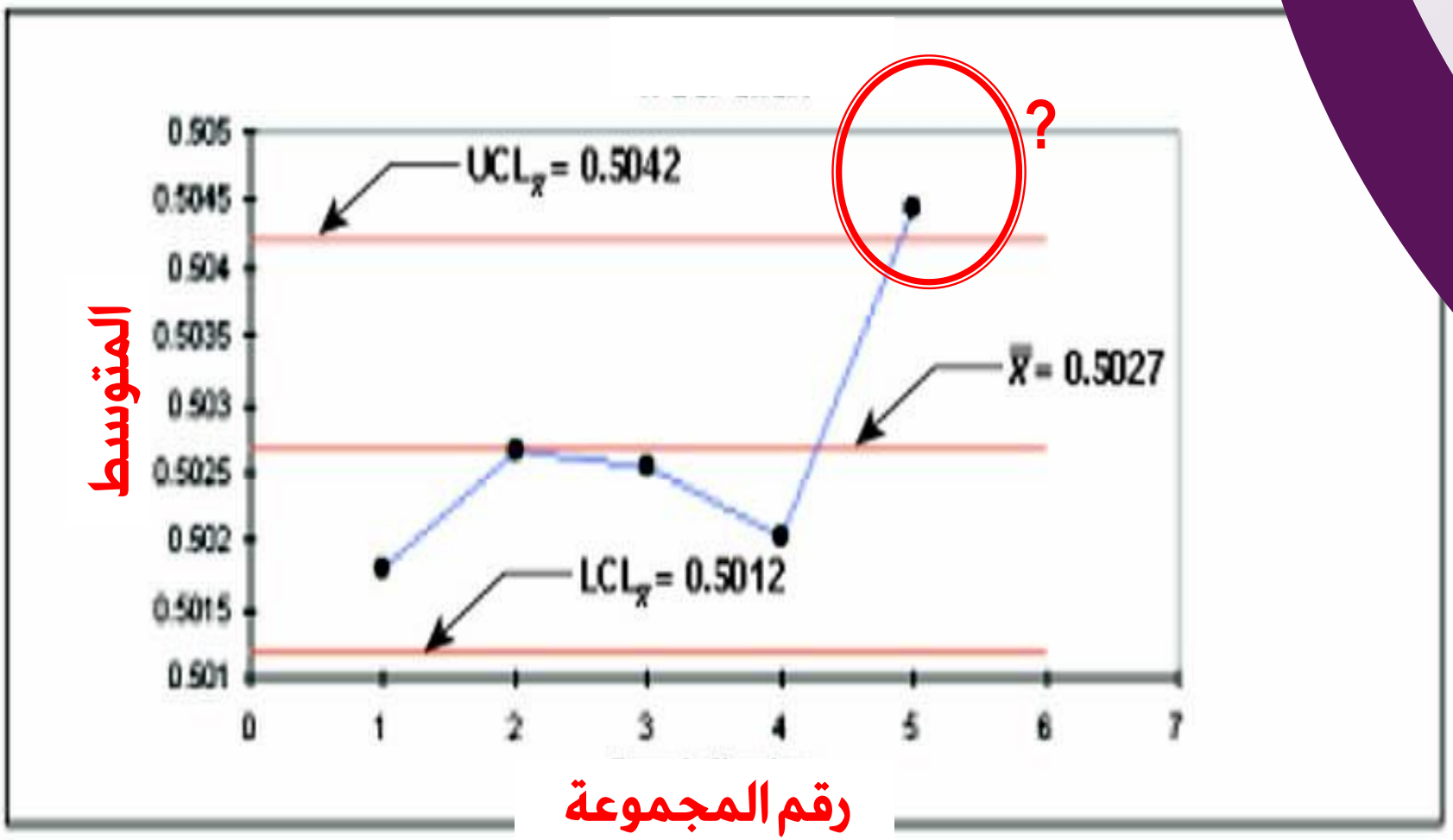
استخراج قيم المعاملات المستعملة في خرائط التحكم

جدول 1 احصائي - Control Chart Factors

عدد النتائج داخل كل مجموعة (*n*)	*X*-Charts (*A*)	*R*-Charts (D_1)	*R*-Charts (D_2)
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.575
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.115
6	0.483	0	2.004
7	0.419	0.076	1.924

Quality Control Charts

X chart خريطة التحكم للمتوسط



5-4 Exercises

تطبيق عملي
(للتمرين)

نتائج 5 قياسات لعدد 15 مجموعة قياس

المجموعة	X1	X2	X3	X4	X5	R	$\bar{X}$
1	36	35	34	33	32	4	34
2	31	31	34	32	30	4	31.6
3	30	30	32	30	32	2	30.8
4	32	33	33	32	35	3	33
5	32	34	37	37	35	5	35
6	30	32	31	33	33	3	31.8
7	33	33	36	32	31	5	33
8	23	33	36	35	36	13	32.6
9	43	36	35	24	31	19	33.8
10	36	35	36	41	41	6	37.8
11	34	38	35	24	38	14	33.8
12	36	38	39	39	40	4	38.4
13	36	40	35	26	33	14	34
14	36	35	37	34	33	4	35
15	30	37	33	34	35	7	33.8

ملخص الحلول

N = 15
@ n = 5:

متوسط الأمدية $\bar{R} = 7.133$

$\bar{\bar{X}} = 33.893$ متوسط المتوسطات

حدود الضبط للمدى:

$D_1 = 0$ $D_2 = 2.115$

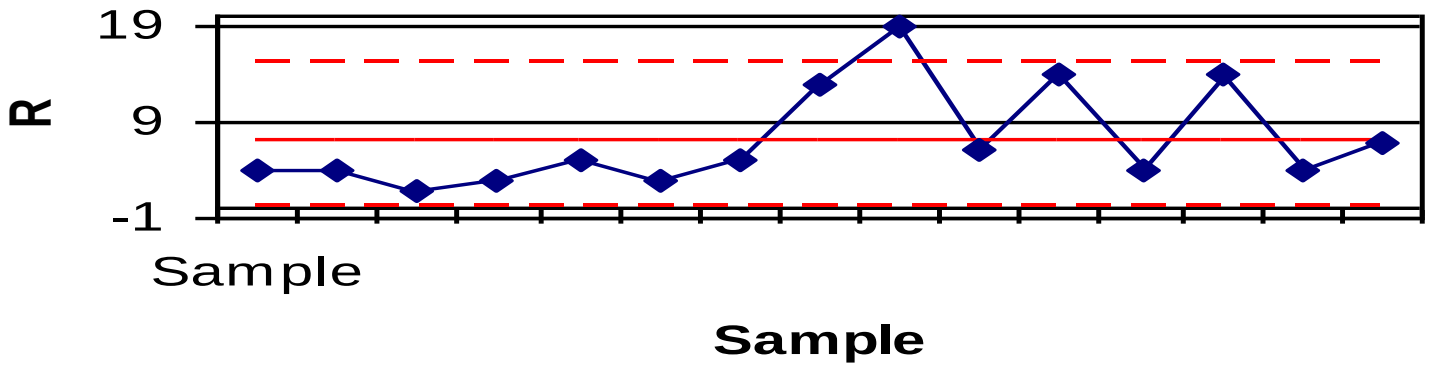
$UCL_R = 15.087$ $LCL_R = 0$

حدود الضبط للمتوسط : (حيث A=0.577)

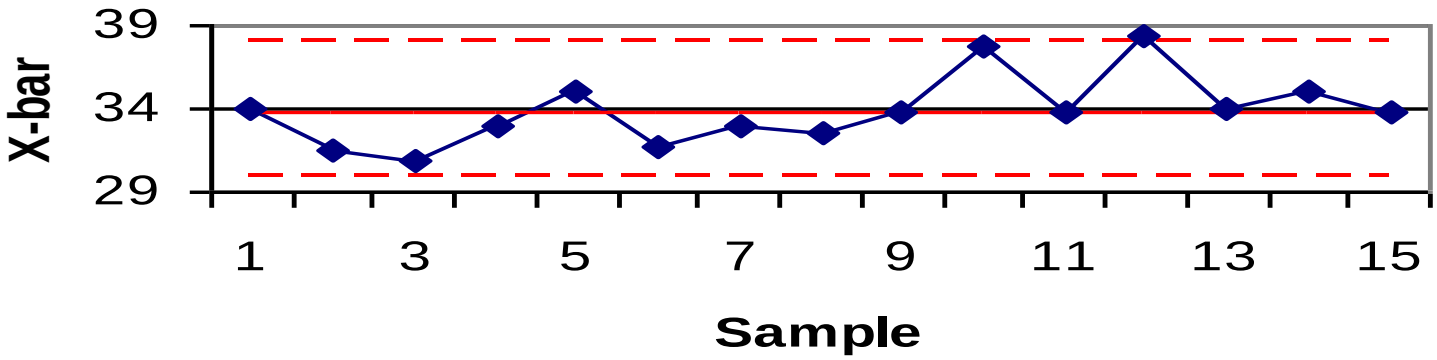
$UCL_{\bar{x}} = 38.009$ $LCL_{\bar{x}} = 29.777$

90

R -Chart



X-bar Chart



Fourth Module 4

Estimation Of Uncertainty

Course Introduction

Module (4)

Agenda

- Introduction & Definitions
- Sources of uncertainty
- Types of uncertainty
- Combined & Expanded Uncertainty
- Probability Distribution
- Reporting & Uncertainty Budget

4

4-1 Introduction & Definitions

Estimation Of Uncertainty

Introduction

In many aspects of everyday life, we are accustomed to the DOUBT that arises when estimating how large or small things are.

Estimation Of Uncertainty

Introduction

We could, of course, be a bit more specific

$$23^{+2}_{-2}$$

We could say,

"it is 23 degrees Celsius give or take a couple of degrees".

Estimation Of Uncertainty

Introduction

For example,

$$23^{+5}_{-5}$$

We may be more sure that our estimate is within, say, 5 degrees of the "true" room temperature than we are that it is within 2 degrees.

Estimation Of Uncertainty

Introduction

اللايقين : نقص فى درجة الثقة فى القياس

المطلوب : تقدير اللايقين وتحديد درجة (مستوى) الثقة

اذن هناك تصحيحات للقياس مع وجود قدر من اللايقين ونقص فى درجة الثقة للنتائج

اذن هناك قدر من القصور فى القياس يلزم تقديره

عملية القياس لا تكتمل الا بذكر قيمة اللايقين المصاحب لها

Estimation Of Uncertainty

Definitions

القياس مجموعة من العمليات تهدف الى تعيين قيمة معينة (مقارنة كمية مجهولة بكمية معلومة)

المقيس الكمية المعينة المراد قياسها

نتيجة القياس القيمة المنسوبة للمقيس ويحصل عليها بالقياس

النتيجة الغير مصححة نتيجة القياس قبل التصحيح

النتيجة المصححة نتيجة القياس بعد تصحيحها للاخطاء

Estimation Of Uncertainty

Definitions

صحة القياس — مدى اقتراب نتيجة القياس من القيمة الحقيقية للمقيس

الخطأ فى القياس — نتيجة القياس مطروحا منه القيمة الحقيقية للمقيس

الخطأ النسبى — الخطأ فى القياس مقسوما على القيمة الحقيقية للمقيس

Estimation Of Uncertainty

Definitions

استخدام مقيس معين لقياس كمية معينة لا يعطى القيمة الحقيقية للكميات المقاسة لان الحقيقة المطلقة فى علم الله وحده.

- اذن نحن نلجأ للقياس ونلجأ لمقارنة الكمية المقاسة بما نعتقد انه القيمة الحقيقية المطلقة.
- اذن النتيجة النهائية للمقيس باستخدام اداة القياس لا تمثل القيمة الحقيقية للمقيس
- اذن يوجد قدر من القصور فى الاداء يلزم تقييمه (اللايقين)

Estimation Of Uncertainty

Definitions

Measurement Uncertainty is:

An estimate of range of values about the measurement value in which the accepted value is believed to lie.

اللايقين

هو المدى حول الصفر الذى بين حدوده تقع القيمة الحقيقية للمقيس بدرجة ثقة معينة

هو نقص فى درجة الثقة فى القياس

Estimation Of Uncertainty

Difference between error & uncertainty

Measurement Uncertainty $\neq$ Measurement Error

Its Completely different

Estimation Of Uncertainty

Difference between error & uncertainty

الخطأ

الفرق بين نتيجة القياس والقيمة الحقيقية للكمية المقاسة
(الخطأ المفترض تصحيحيه بالجمع او الطرح)

- حيث أن القيمة الحقيقية للكمية المقيسة لا يمكن تحديدها بالضبط لذا فان التصحيح يكون تقريبي ويظل هناك دائما

Residual Error

الذى يعتبر أحد مكونات حساب اللايقين

4-2 Sources Of Uncertainty

Estimation Of Uncertainty

Sources of uncertainty

Main Sources of Variation

Equipment	Tool wear, machine vibration, …
Material	Raw material quality
Environment	Temperature, pressure, humidity
Operator	Operator performs- physical & emotional

Estimation Of Uncertainty

Introduction

We could, of course, be a bit more specific

$$23^{+2}_{-2}$$

We could say :

“it is 23 degrees Celsius give or take a couple of degrees”.

Estimation Of Uncertainty

Sources of uncertainty

But there are Still Some Doubt

"Is the thermometer accurate?"

"How well can I read it?"

"Is the reading changing?"

"I am holding the thermometer in my hand. Am I warming it up?"

"Does it matter where in the room I take the measurement?"

Estimation Of Uncertainty

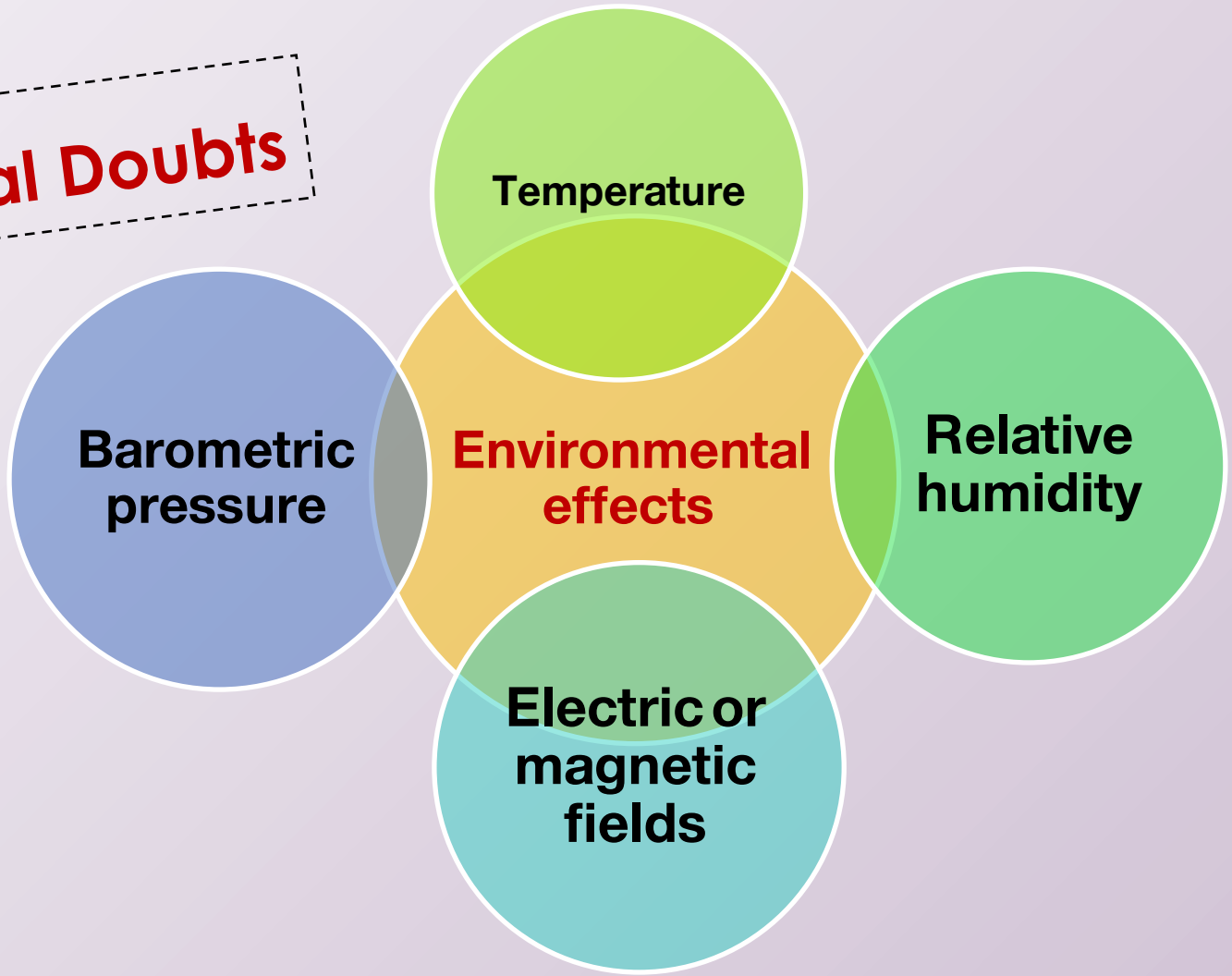
Sources of uncertainty

All these factors, and possibly others, **May** contribute to the uncertainty of our measurement of the room temperature.

Estimation Of Uncertainty

Sources of uncertainty

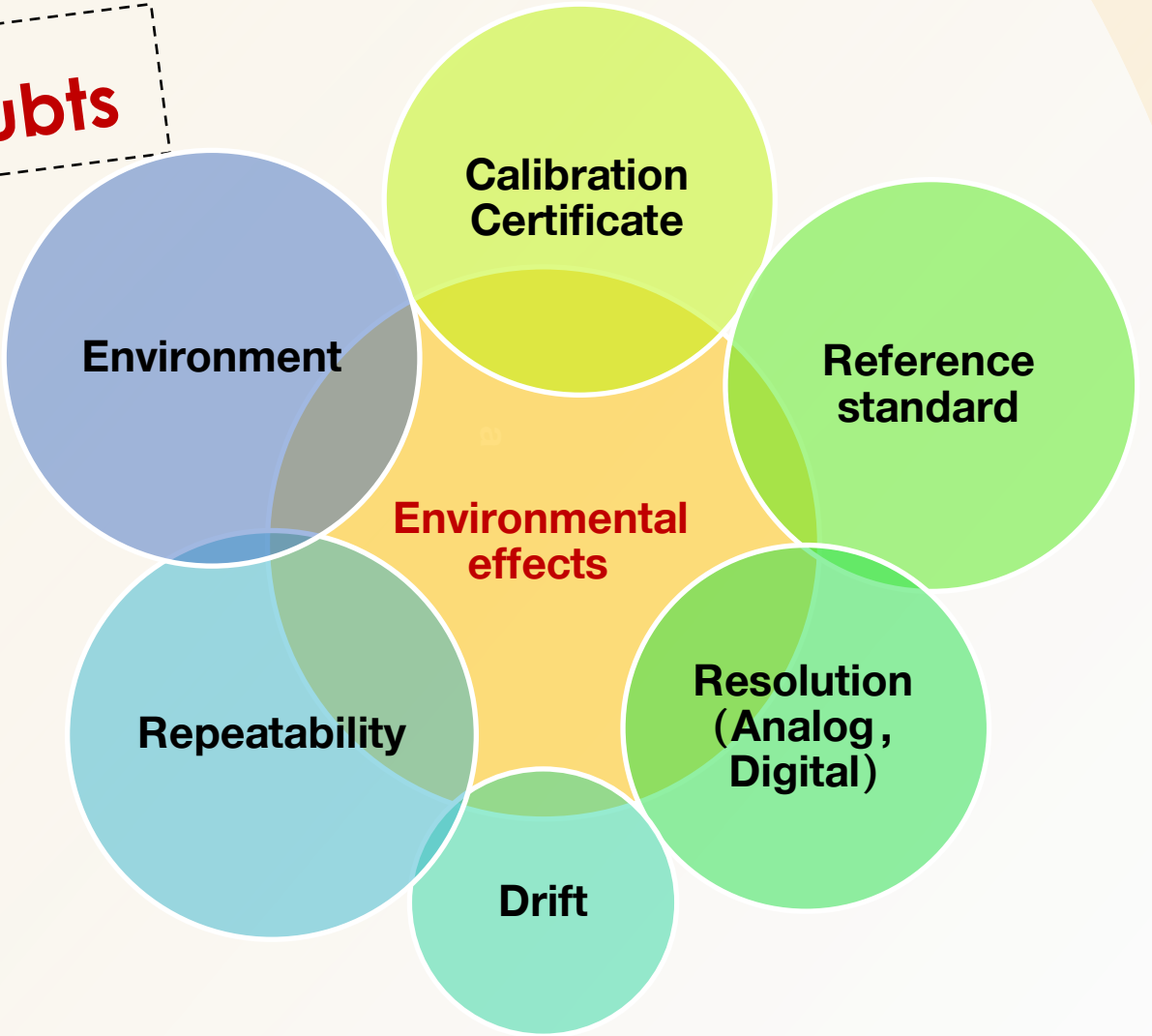
Additional Doubts



Estimation Of Uncertainty

Sources of uncertainty

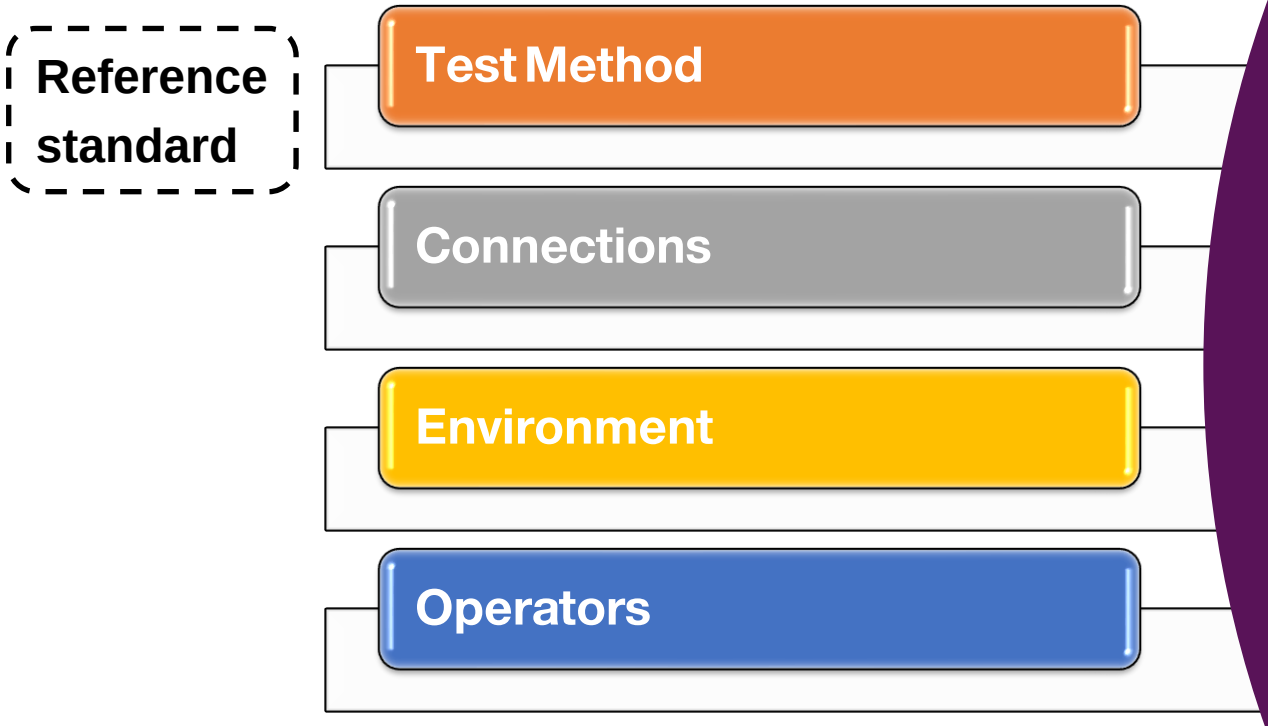
Additional Doubts



Estimation Of Uncertainty

Sources of uncertainty

When Evaluating Uncertaihese items shall taken into



4-3 Types of uncertainty

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Generally, There are two types:

Type A (u_i)

1

Evaluation of uncertainty is carried out using statistical analysis of a series of observations.

Type B (uj)

2

Evaluation of uncertainty is carried out using methods other than statistical analysis of a series of observations.

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

The purpose of the Type A and Type B classification is to indicate the two different ways of evaluating uncertainty components, and is for convenience in discussion only.

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

This classification does not affect the estimation of the total uncertainty.

But Always remember

Random components require Type A evaluations

Systematic components require Type B evaluations

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Calculation Of Type A

Mean

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

Standard Deviation

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

Type A

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Calculation Of Type A

Example:

Four measurements were made to determine the repeatability of a measurement system. The results obtained were:

3.42, 3.88, 2.99 and 3.17

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty | **Calculation Of Type A**

The Solution

The mean value $\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{3.42 + 3.88 + 2.99 + 3.17}{4} = 3.365$

The estimated standard deviation $s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2} = 0.386$

The experimental standard deviation of the mean $s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}} = \frac{0.386}{\sqrt{4}} = 0.193$

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Calculation Of Type A

Example:

Four measurements were made to determine the repeatability of a measurement system. The results obtained were:

119.87, 120.03, 118.99, 121.00 and 119.85

$$\bar{q} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} q_j = \frac{q_1 + q_2 + q_3 \cdots q_n}{n}$$

$$s(q_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(q_j - \bar{q})^2}$$

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q_j)}{\sqrt{n}}$$

Estimation Of Uncertainty

119.87, 120.03, 118.99, 121.00 and 119.85

X = 119.95 Second

SD = 0.7153

UA = 0.31991

Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Calculation Of Type B

In evaluating the components of uncertainty it is necessary to consider and include at least the following possible sources :

(A) The reported calibration uncertainty assigned to equipment or to reference standards.

The equipment or item being measured (such as its resolution or any other effective criteria). (B)

(C) The drift.

The effects of environmental conditions on any or all of the above. (D)

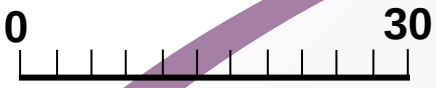
Estimation Of Uncertainty

Types of uncertainty

Calculation Of Type B

For example (Calibration certificate & Resolution)

23

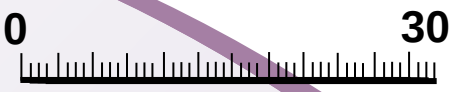


22 - **23** - 24

23.5

23.0 - **23.5** - 24.0

23.52



23.51 - **23.52** - 23.53

4-4 Combined & Expanded Uncertainty

Estimation Of Uncertainty

Combined Uncertainty

Combined Uncertainty (uc) or (uij)

The root sum square (RSS) combination of type A and type B.

$$(uij) = \sqrt{(ui)2 + (uj)2}$$

Estimation Of Uncertainty

Combined Uncertainty

The expanded uncertainty is equal to the combined uncertainty multiplied by a coverage factor k

$$(U) = + k\,(uij)$$

4-5 Probability Distributio

Estimation Of Uncertainty

Probability Distribution

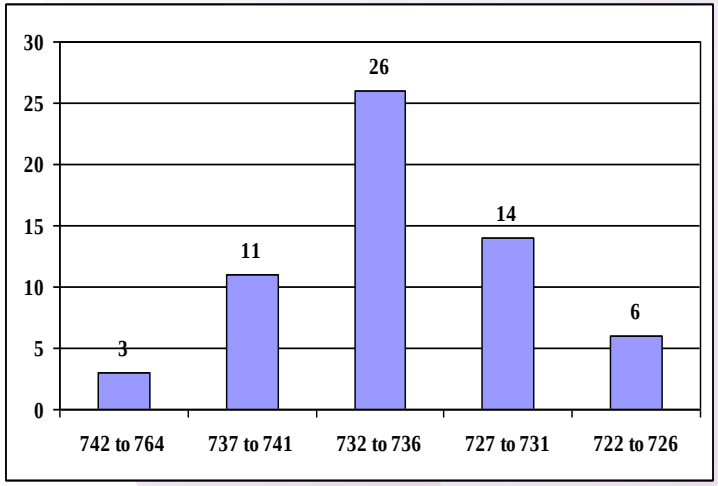
If we have a set of numbers like that:

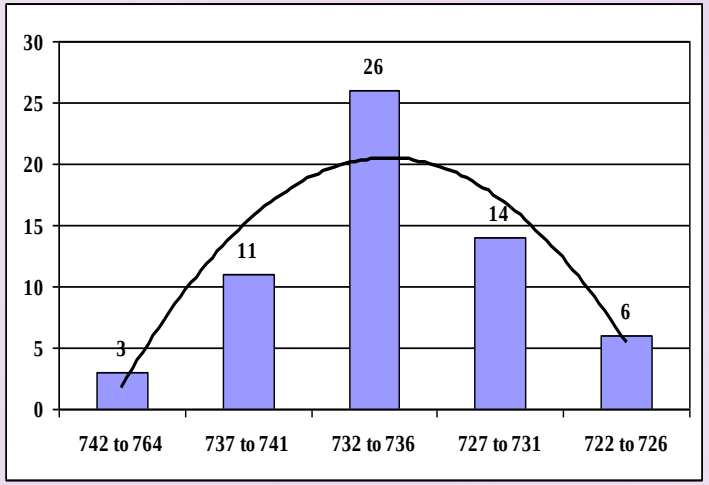
738	729	743	740	736	741	735	731	726	737
728	737	736	735	724	733	742	736	739	735
745	736	742	740	728	738	725	733	734	732
733	730	732	730	739	734	738	739	727	735
735	732	731	727	734	732	736	741	736	744
732	737	735	746	735	735	729	734	730	740

Estimation Of Uncertainty

Probability Distribution–Normal distribution

The frequency distribution will be as follows:

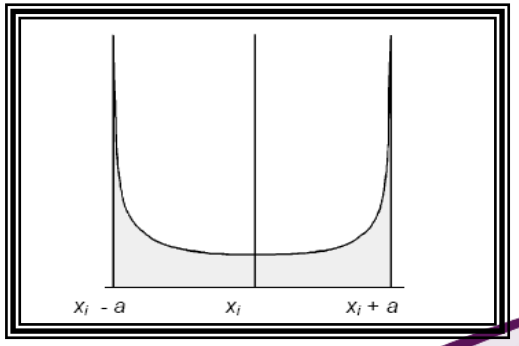




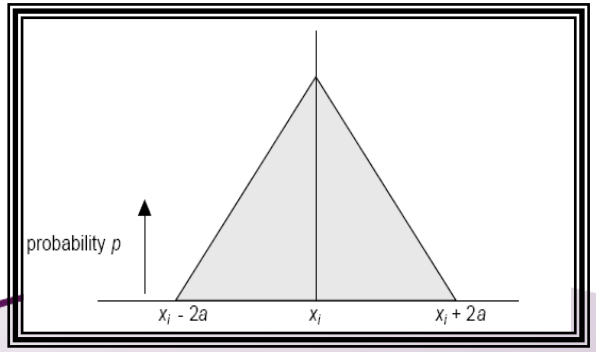
Normal Distribution Curve

Estimation Of Uncertainty

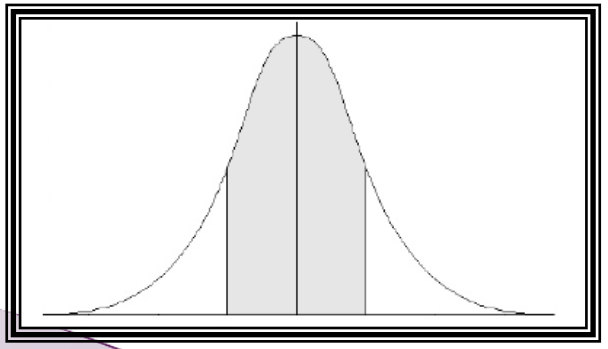
Other Probabilities for individual components



U-Shape



Triangle



Normally Distributed

If more information is available, Different distributions may be used.

Estimation Of Uncertainty

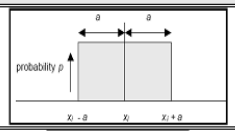
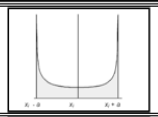
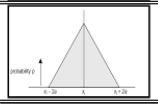
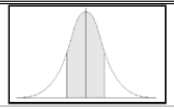
As some of the inputs are expressed as limit values (e.g., the rectangular distribution), Some Processing Is Needed to

CONVERT

Them into this form, which is known as a standard uncertainty and is referred to as $u(x_i)$.

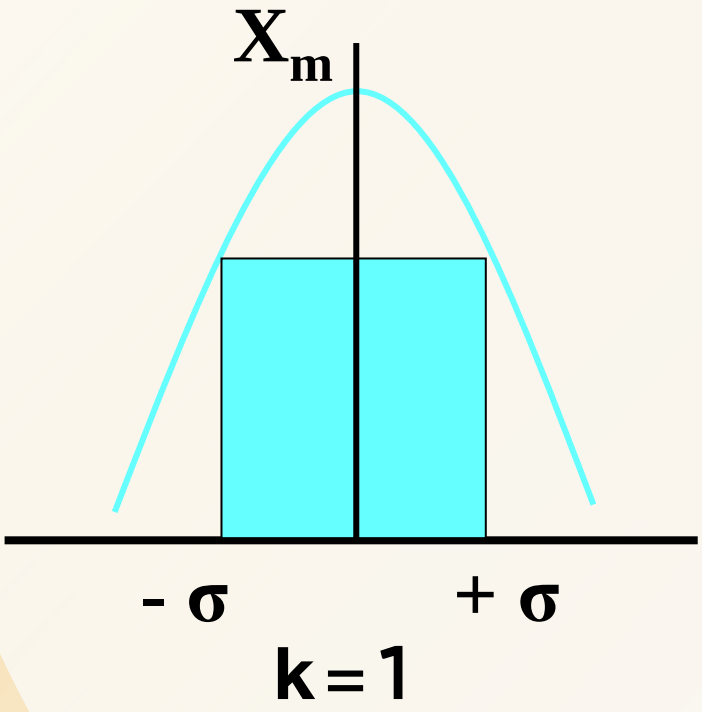
Estimation Of Uncertainty

If a coverage probability is not stated then a rectangular distribution should be assumed.

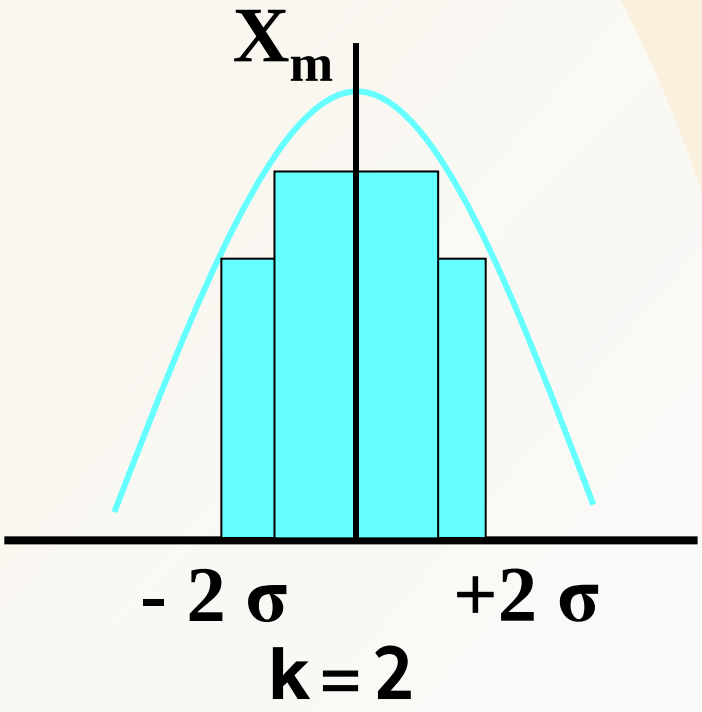
Distribution	Devisor
	$\sqrt{3}$
	$\sqrt{2}$
	$\sqrt{6}$
 *(from a calibration certificate)*	**U/K** Where 'K' is the confidence level

Estimation Of Uncertainty

Coverage factor (k)



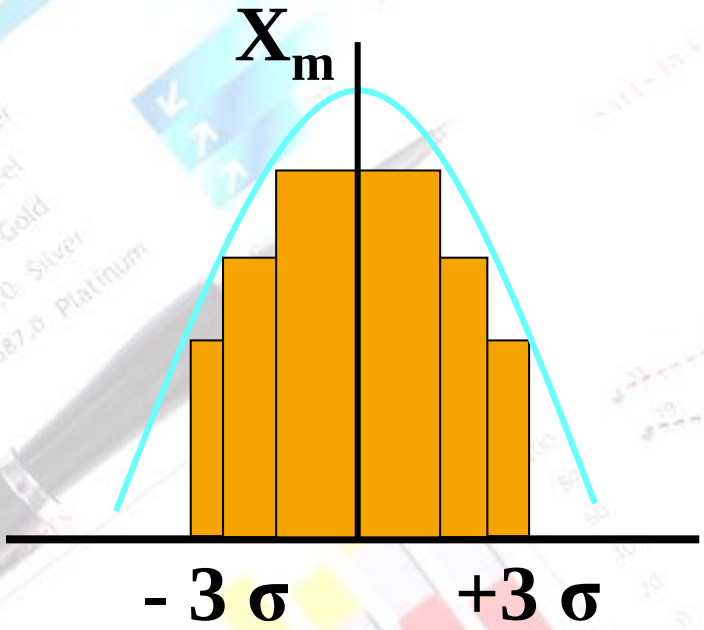
The probability that a single measurement lies within the range Xm ± σ is approximately 68.27%



The probability that a single measurement lies within the range Xm ± 2σ is approximately 95%

Estimation Of Uncertainty

Coverage factor (k)



k = 3

The probability that a single measurement lies within the range Xm ± 2σ is approximately 99.73%

Estimation Of Uncertainty

مقياس التشتت في المنتج و التوزيع الطبيعي

الانحراف المعياري :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

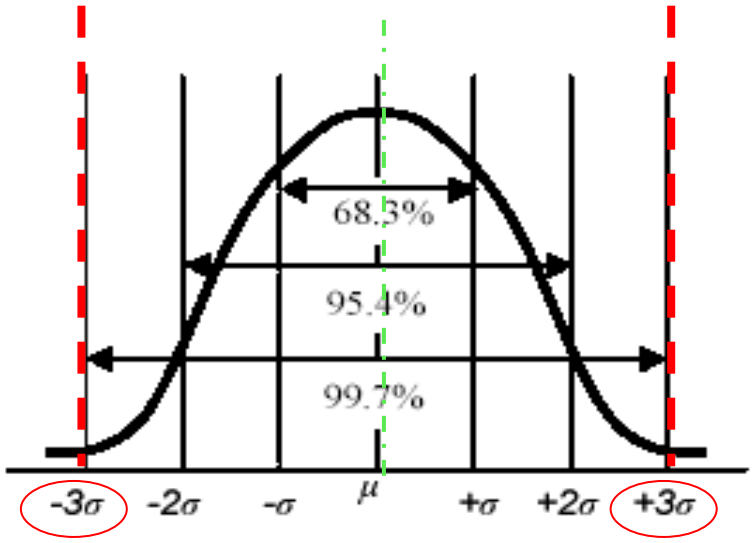


Figure1. Normal Distribution for many processes.

أكدت الدراسات أن معظم العمليات الانتاجية تتبع التوزيع الطبيعي (Normal Distribution)

- **مقدرة العملية الانتاجية تحدد كالتالي :**

1. 68.3% من المنتج تكون في حدود $(\mu \pm \sigma)$.
2. 95.4 % من المنتج تكون في حدود $(\mu \pm 2\sigma)$.
3. 99.7 % من المنتج تكون في حدود $(\mu \pm 3\sigma)$.

Estimation Of Uncertainty

Coverage factor (k)

Is a value between 2 and 3 selected based on the desired confidence level and the number of degree of freedom (υ)

(U) = + k (uij)

Estimation Of Uncertainty

Coverage factor (k)

- If the Coverage factor (k) is not specified , or
- Type A is very significant part (>50 %) of the combined standard uncertainty,

$$(U) = + t\,(uij)$$

The effective number of degree of freedom ‘t’ shall be calculated.

Estimation Of Uncertainty

Using the Welsh – Satterwaite Equation

Using trails and error method

Where:

$$\upsilon_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{u_i^4(y)}{\upsilon_i}}$$

Uc = Combined Uncertainty.

Ui = Individual component's Uncertainty.

υi = Individual component's degree of freedom.

ν_i represent the degrees of freedom of the type A contribution = n-1.

Estimation Of Uncertainty

$$\upsilon_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{u_i^4(y)}{\upsilon_i}}$$

ν_{eff}	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
$t_{95}(\nu)$	13.97	4.53	3.31	2.87	2.65	2.52	2.43	2.37	2.28	2.23	2.20	2.17

ν_{eff}	18	20	25	30	35	40	45	50	60	80	100	∞
$t_{95}(\nu)$	2.15	2.13	2.11	2.09	2.07	2.06	2.06	2.05	2.04	2.03	2.02	2.00

Estimation Of Uncertainty

Estimation of Expanded Uncertainty

$$(U_{exp}) = \pm k\,(U_{comb})$$

If $U_A < 0.5\ U_{comb.}$ Use: **k = 2**

If $U_A > 0.5\ U_{comb.}$ Use:

$$\upsilon_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^{n} \frac{u_i^4(y)}{\upsilon_i}}$$

4-6 Reporting &Uncertainty Budget

Estimation Of Uncertainty

Reporting The Results

After the expanded uncertainty has been calculated for a coverage probability of 95% (K=2) the value of the measure and expanded uncertainty should be reported as $Y \pm U$.

23 ± 0.1

Estimation Of Uncertainty

Suggested Simple Form for the Uncertainty Budget

#	Source of Uncertainty	Value	Distribution	Divisor	Contribution
1	U (A)		Norm	1	
2	U (B1)		Norm	2	
3	U (B2)		RECT	1.73	
4	U (B3)		RECT	1.73	
5	U (B4)		RECT	1.73	
6	U (B5)		RECT	1.73	
	Combined Uc				
Exp. Uncertainty ($U_{exp.}$)			K = 2 (≈ 95%)		

شكراً لإصغائكم

The advisor