دليلك لتعلم المحاكاة باستخدام برنامج

HYSYS® 3.2

خطوة بخطوة

إعداد

م./ أحمد مختار

2010

- هذا الكتاب مجاني 100 % ولا يجوز لأي شخص أن يبيعه.

- يجوز لأي شخص أن يعيد توزيع أو نشر الكتاب بأي صورة وأي وسيلة غير ربحية.

- يجوز النسخ والنقل والإقتباس، حتى دون ذكر المصدر (وإن كان يفضل ذكره).

- وأخيراً، فلا يجوز لأي شخص أن يستبدل الاسم باسمه ويعيد نشر الكتاب منسوباً إليه.

شكر وإهداء

اللهم لك الحمد كله، ولك الشكر كله، وإليك يرجع الفضل كله...

فالحمد كل الحمد لله، والشكر كل الشكر لله، فلولا ما من الله به عليَّ من النعم ما قدمت شيء ولا انجزت شيء.

ومن بعد حمد الله كان لزاماً واجباً أن أتوجه بالشكر والتقدير لمن يستحقه من الناس، فمن لم يشكر الناس لم يشكر الله.

وأول من أتوجه له بالشكر وأخصهم به هم والديَّ، بارك الله لي فيهما وزادهما صحة وعافية، فلولاهما بعد الله ما انصلح حالي، وما وصلت لما فيه وما سأكون فيه، فجزاهما الله كل خير على حسن تربيتي ورعايتي.

ثم أتوجه بكل الشكر والتقدير لكل من ساهم في إخراج هذا العمل، من قريب أو بعيد، بأن علمني ولو شيئاً بسيطاً، ولو حرفاً كما يقال، حتى وإن لم يكن علماً خاصاً بما في هذا الكتاب، ولكن يكفيه أن ساهم في تعليمي ولو بالقليل، وهذا يشمل كل من كان يدرس لي خلال مراحل تعليمي المختلفة، كما يشمل كل أصدقائي الذين ساعدوني في يوم ما بشرح أي شيء ولو كان بسيط، وأخيراً فهو يشمل من تعلمت منه دون أن اتعرف إليه من خلال عملٍ له على الأنترنت.

إلى كل هؤلاء اتقدم بخالص الشكر، وأهدي لهم هذا الكتاب.

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم ...

وبعد

فإن هذا الكتاب يعتبر محاولة بسيطة لشرح كيفية استخدام برنامج يعد من أشهر برامج المحاكاة في مجال تكرير البترول والصناعات الكيميائية، ألا وهو برنامج Aspen HYSYS وذلك من خلال نسخته الأكثر انتشاراً HYSYS 3.2، خصوصاً في ظل ندرة المحتوى العربي الموجود في شرح هذا البرنامج، فكانت محاولة مني لجعله مدخلاً بسيطاً لكل من يريد البداية في تعلم هذا البرنامج ولكن يحتاج لفهمه باللغة العربية.

اعتمدت في هذا الكتاب على الشرح من خلال الأمثلة، وهو النظام الذي تعلمت من خلاله التعامل مع هذا البرنامج ووجدته أسلوب جيد ومفيد، ويساعد على توصيل المعلومة بسرعة، فقررت أن اعتمد على نفس الأسلوب، وحاولت أن أجمع في هذا الكتاب أهم الأساسيات التي لا غنى عنها في التعامل مع البرنامج دون إطالة شرح ولا اختصار يضيع المعنى ويبعد المفهوم.

وأصل هذا الكتاب أنه كان مجموعة دروس قدمتها من خلال منتدى البترول العربي في دورة بعنوان " الدورة المفتوحة لتعلم برنامج HYSYS "، فقمت على تجميع هذه الدروس معاً، مع بعض التصحيح والزيادات وخصوصاً في الفصل الأخير، ليكون بذلك فصول الكتاب جميعها مكتملة بإذن الله تعالى دون الحاجة لفيديوهات.

ومع أن هذا الكتاب أصبح يحتوي على كل المعلومات التي كانت تنقصه أثناء الدورة تقريباً، والتي كنت أعول على استكمالها من الفيديوهات، إلا إني مازلت انصح بمشاهدة الفيديوهات حيث أنها تزيد من استيعاب المعلومة بشكل أكبر، ولذلك فيمكن لأي شخص أن يحمل أي فيديو من الفيديوهات التي قمت بعملها حتى الآن من خلال الرابط التالي:

http://www.mediafire.com/HYSYS-Videos

وبما أن هذا الرابط هو لمجلد كامل، فإن شاء الله إذا تم عمل فيديوهات جديدة فستكون متاحة من خلال هذا الربط أيضاً.

وعلى الرغم من محاولتي لجمع كل مايلزم المبتدئين خلال فصول هذا الكتاب، إلا أنه لايوجد من يحوي العلم كله، وخصوصاً وأنا أعترف بأني لست محترفاً لهذا البرنامج أو ما شابه، ولذلك فانصح كل من يقرأ هذا الكتاب ألا يتوقف عند هذا الحد ويستزيد من الكتب الأخرى، والتي أنا شخصياً مازالت اتعلم منها وسأذكرها في نهاية الكتاب في قسم المراجع.

وأخيراً، وبما أن الكمال لله وحده، فلا تستبعد أنك قد تجد خلال هذا الكتاب خطأ ما إما خطأ فني أو لغوي، على الرغم من اجتهادي قدر المستطاع ألا انقل معلومة إلا وتكون صحيحة، ولكن لا يستبعد ذلك، فإن حدث معك هذا فلا تتردد بمراسلتي بها لمحاولة تصحيحها وتداركها في نسخة جديدة.

والله اسأل أن يتقبل هذا العمل ويجعله صالحاً خالصاً لوجهه سبحانه، وأن يجعله في ميزان حسناتي...

اللهم آمين

كتبه

Email: ahmadmmokhtar@gmail.com

Or: ahamdmmokhtar@yahoo.com

My Blog: http://de7ayaty.blogspot.com/

فهرس المحتويات

شكر وإهداء i

المقدمة ii

فهرس المحتويات..... iv

الفصل الأول: مقدمة عن المحاكاة وتعريف بالبرنامج 13

- ما هي المحاكاة؟
- ما هي استخدامات المحاكاة؟
- ما هو برنامج ال HYSYS؟
- ما هي استخدامات برنامج ال HYSYS؟

الفصل الثاني: أساسيات التعامل مع البرنامج 20

- الشاشة الافتتاحية.
- Simulation Basis Environment.
- Components tab.
- Hypo-components.
- Fluid Pkgs tab.

الفصل الثالث: مثال لوحدة معالجة الغاز الطبيعي 32

- البيانات المعطاة.
- خطوات الحل الاساسية.
- الوحدات قبل كل شيء.
- بداية التصميم.

- إضافة المكسر Mixer.
- إضافة برج الفصل Separator.
- المزيد عن أبراج الفصل.
- إضافة المبادل الحراري Heat Exchanger.
- إضافة المبرد Chiller.
- خطوات حل المشكلة في المثال، وفاصل هندسي.

الفصل الرابع – الجزء الأول: Logical Unit Operation 56

- ADJUST Operation.
- SET Operation.
- BALANCE Operation.
- RECYCLE Operation.
- SPREAD SHEET Operation.

الفصل الرابع – الجزء الثاني: إنهاء مثال معالجة الغاز الطبيعي 66

- فاصل لتنشيط الذاكرة الهندسية.
- إضافة برج ال De-propanizer

الفصل الخامس: المزيد من الأدوات والعمليات المشتركة في البرنامج 79

- المزيد من الأدوات ...
  - *Attach Mode.*
  - *Auto Attach Mode.*
  - *Size Mode.*

- *Break Connection.*
- *Swap Connection.*
- المزيد من العليات المشتركة U-Operations ...
- *LNG Exchanger.*
- *Tee.*
- *Compressor & Expander.*

الفصل السادس: أبراج التقطير 87

- الأنواع الاساسية للأبراج في البرنامج.
- Distillation Column Input Expert ...
- *الصفحة الأولى وأنواع المكثف المختلفة.*
- *الصفحة الثانية: تحديد الضغوط في البرج.*
- *الصفحة الثالثة: تحديد درجات الحرارة في البرج.*
- *الصفحة الرابعة والأخيرة.*
- استعراض الصفحات المختلفة في نافذة خصائص البرج...
- *Design – Connection.*
- *Design – Monitor.*
- *Design – Specs.*
- *Parameter – Profile.*
- *Parameter – Estimates.*
- *Side Ops.*
- *Worksheet – Conditions| Properties.*
- *Worksheet – Compositions.*

- *Performance – Feeds|Products.*
- *Performance – Plots.*
- *Reactions.*
- Column Environment.
- إضافة غلاية لبرج التقطير.
- استخدام القوالب الجاهزة لأبراج التقطير.

الفصل السابع: مثال تكرير البترول 117

- بيانات المثال.
- خطوات الحل.
- الدخول إلى Oil Environment ...
  - *إضافة البيانات Assays.*
  - *تكوين الخليط من خلال Cut|Blend.*
  - *اضافة الزيت للمثال Install.*
- تصميم المثال.
- اضافة برج التقطير.

الفصل الثامن: التفاعلات الكيميائية 155

- إنشاء التفاعلات في البرنامج.
- الأنواع المختلفة للتفاعلات...
  - *Conversion Reaction.*
  - *Equilibrium Reaction.*
  - *Kinetic Reaction.*

- *Heterogeneous Catalytic Reaction.*
- *Simple Rate Reaction.*
- أنواع المفاعلات...
  - *CSTR.*
  - *Conversion Reactor.*
  - *Equilibrium Reactor.*
  - *Gibbs Reactor.*
  - *Plug Flow Reactor.*

الفصل التاسع: Data Book 180

- Process Data Tables.
- Data Recorder.

الفصل العاشر: Optimization In HYSYS 187

- الوصول إلى ال Optimizer.
- صفحة Variables.
- صفحة Functions.
- التعامل مع ال Spread Sheet...
  - *صفحة Connections.*
  - *صفحة Parameters.*
  - *صفحة Formula.*
  - *صفحة Spread sheet.*
  - *قواعد كتابة المعادلات والرموز المستخدمة.*

- صفحة Parameters ...
- *Optimizer schemes*.
- صفحة Monitor.

المراجع 206

الخاتمة 207

الفصل الأول

مقدمة عن المحاكاة وتعريف بالبرنامج

في بداية حديثنا عن برنامج الـ HYSYS سيكون أول ما نقول انه برنامج محاكاة، لذلك فإننا قبل الحديث عن البرنامج لابد لنا من تعريف المحاكاة والحديث عنها قليلاً في شيء من العجالة.

ما هي المحاكاة؟

المحاكاة كتعريف هي: تقليد شيء ما حقيقي بعمل نموذج مشابه له، مع محاولة جعل النموذج أقرب ما يكون للحقيقي...

ما معنى ذلك؟

معناه بطريقة ابسط أن المحاكاة تعني النمذجة أي عمل نموذج لأي شيء حقيقي (عملية process، نظام system...)، هذا النموذج يعتبر تبسيطا لما يعادله في الطبيعة إما من حيث الحجم أو التكلفة أو أي عامل آخر.

وبالمثال يتضح المقال:

طبعاً كلنا يعرف ألعاب الفيديو جيم – والبلاي ستيشن –، هذه تعتبر أشهر مثال للمحاكاة أستطيع به أن اقرب الصورة للأذهان، ففي أثناء اللعب يكون هناك محاكاة لما يحدث بالفعل في الحقيقة عندما تركل الكرة في المباراة مثلاً أو تصطدم في شيء بالسيارة في ألعاب السباقات، فإنك تجد على الشاشة تجسيداً لما يحدث في الحقيقة... تلك هي المحاكاة.

والمحاكاة درجات، فمثلاً بعض الألعاب تكون المحاكاة برؤية على الشاشة، البعض الآخر يتمثل في الإحساس برد الفعل إما من خلال أذرع لعب هزاز vibration أو يكون هناك مجسم تركبه كما في ألعاب السيارات في الفيديو جيم أو كما في لعبة ال Simulator، وحديثاً هناك ألعاب تقوم على محاكاة فعلية من خلال مسك مضرب واللعب به مثلاً.

هذه أمثلة للمحاكاة من خلال الألعاب ولكن هناك طبعاً ما هو أهم منها، فمثلاً معظمنا يتذكر الفيديو عن دراسة أضرار التدخين وفيه تمثال هيكل عظمي له رئتان بداخل قفصه الصدري وبفمه سيجارة يقومون بالتشغيل فيسحب الهواء من السيجارة – ياخد نفس يعني- فيدخل إلى الرئتين ليروا ماذا يحدث لهما... هذه محاكاة لأعضاء الإنسان.

إذن المحاكاة ليست للعب فقط وإنما هي علم مهم و ضروري، كما إنها لا تتوقف على الكمبيوتر فقط كما يعتقد الناس، وإن كان معظم ما يتم منها الآن يستعان فيه بالكمبيوتر، إلا انك لابد أن تعلم انه يمكن من غير الكمبيوتر، ومثال السيجارة السابق يوضح ذلك، كما إن الصورة التالية توضحه أيضا وفيها كان يتم تدريب العساكر على ركوب الخيل في أثناء الحرب العالمية.

وكما قلنا إن المحاكاة درجات، فدرجة المحاكاة تعني مدى مماثلة النموذج لنظيره الطبيعي، وهي تتوقف على مدى علمنا بخصائص النظام الطبيعي وخواصه المختلفة، والغرض من المحاكاة، والتكاليف المسموح بها.

ما هي استخدامات المحاكاة؟

من الكلام السابق نفهم ونستنتج إجابة لهذا السؤال ويمكن وضعها في بعض النقاط:

1 - عمل نماذج للأنظمة الطبيعية والأجهزة البشرية لفهم طريقة عملها. (مثلما في مثال السيجارة).

2 - اختبار الآلات الجديدة قبل استعمالها. (مثل اختبار السيارات الجديدة).

3 - التدريب على استخدام آلات ومعدات جديدة معينة لمن لا يستطيع التعامل معها. (كما في تدريبات الطيران والبحرية كما في الصورة التالية).

4 - دراسة تأثير بعض التعديلات على نظام أو عملية معينة قبل تنفيذ التعديل عملياً وذلك لتجنب الخسائر.

هذا كان كلاماً مختصراً عن المحاكاة وأهميتها واستخداماتها بدون توسع لأنه ليس مجال حديثنا.

والآن يمكننا البدء مع الجزء الثاني من الفصل وهو التعريف ببرنامجنا...

ما هو برنامج الـHYSYS ؟

يعتبر البرنامج من أقوى برامج المحاكاة للمصانع الكيمائية ومصانع تكرير البترول.

في الأصل هو من إنتاج شركة HYPROTECH ثم بعد ذلك بعد تحقيقه نجاح كبير قامت شركة ASPENTECH بشراء شركة HYPROTECH وأصبحت هي صاحبة الحق في إنتاجه وتعديله وتوزيعه.

وبعيداً عن صاحبه، فهو برنامج قوي في مجاله ويوفر لنا عدة أدوات تسهل علينا العمل والتصميم، ومن وظائف هذه الأدوات:

1 - تقوم بحساب الخواص الفيزيائية وحالات التعادل Liquid-vapor phase equilibrium.

2 - حساب الاتزان الحراري والكتلي.heat and material balance

3 - محاكاة لمعظم المعدات المستخدمة في مجال التكرير التصنيع الكيميائي.

ولا تستهين بما ذكرنا فيكفي من أول نقطة ذكرت أن تتذكر كيف تحصل على خواص الغازات المختلفة عند ضغط وحرارة معينة، وما مدي الوقت والمجهود إذا تغيرت ظروف العملية!!

إلّا أن هناك **مميزات** أخرى يجب ذكرها للبرنامج منها:

1 - واجهة استخدام سهلة.

2 - عمل الحسابات اللازمة بمجرد إدخال أقل البيانات فهي تتم أثناء العمل on time calculation أي لا ينتظر استكمال البيانات ثم إعطاء أمر بالحساب.

3 - تعديل نتائج الحسابات أتوماتيكياً بمجرد أي تغيير في البيانات المعطاة.

4 - سهولة عرض الأخطاء ومن ثم سهولة فهم الخطأ الذي حدث مما يساعد على إصلاحه سريعاً.

ما هي استخدامات برنامج HYSYS؟

لا يحتاج هذا السؤال لرد فبمجرد إسقاطك لاستخدامات المحاكاة على تخصص البرنامج تعلم استخداماته، فهو في الأساس يستخدم لتصميم وحدات أو مصانع بأكملها (مصنع تكرير وكيمياء)، ولدراسة التعديل على إحدى الوحدات أو تغيير في ظروف تشغيلها قبل تنفيذه عملياً.

نأتي لنقطة مهمة بالنسبة للبرنامج وهي:

HYSYS يعتبر برنامج هندسي، أو بمعنى اصح هو برنامج للمهندسين! وبالأخص مهندسي التكرير والكيمياء!!!

هذا ليس من باب التحيز أو التمييز ولكن هذه هي الحقيقة.

فبرنامج مثل MS WORD أو MS EXCEL يمكن لأي شخص أن يستخدمه وإن كان الاستخدام وما ينفذ من تطبيقات يختلف باختلاف الشخص وتخصصه، ولكن عموماً يستطيع التعامل معه.

لكن الوضع يختلف مع البرامج المتخصصة، فبرنامج SAP مثلاً هو مخصص لمهندسي المدني والإنشاءات فيجب أن تفهم في هذا المجال قبل استخدام البرنامج.

لماذا اذكر هذا الكلام؟

لأنه أثناء الشرح افترض فيك أن تكون مهندس كيميائي أو مهندس تكرير أو على الأقل لديك معرفة عنهما، فهناك عدة مواضيع (courses) يجب أن تكون ملم بها قبل الشرح وهي:

1 - Thermodynamics

2 - Heat transfer

3 - Unit Operation

4 - Petroleum refining engineering

5 - Gas processing

6 - Chemical reaction engineering

هذه الكورسات يجب عليك أن تكون ملماً ولو بالأساسيات بها حتى تساعدك وتلغي بها كلمة – ليه- ، فلا تفترض مني أن أقوم بشرح هذه الكورسات لك، إنما الدورة لشرح البرنامج، وإن كنت سأتعرض لشرح بعض الجزيئات ولكنها من باب التوضيح والتذكير ليس إلا.

آخر ما نتحدث عنه وهو نسخة البرنامج المستخدم:

سنتعامل مع الإصدار 3.2 وذلك لانتشاره وتواجده عند معظم الناس، وإذا كان لديك نسخة أحدث من هذه تابع معنا من خلالها فلن تجد اختلاف إن شاء الله.

من لا يملك النسخة فهي منتشرة على النت في كثير من المواقع، ويمكنك تنزيلها من الرابط التالي:

برنامج HYSYS 3.2

وكل ما عليك فعله أن تتبع التعليمات الموجوده في ملف Read Me الخاصة بطريقة التسطيب.

الفصل الثاني

أساسيات التعامل مع البرنامج

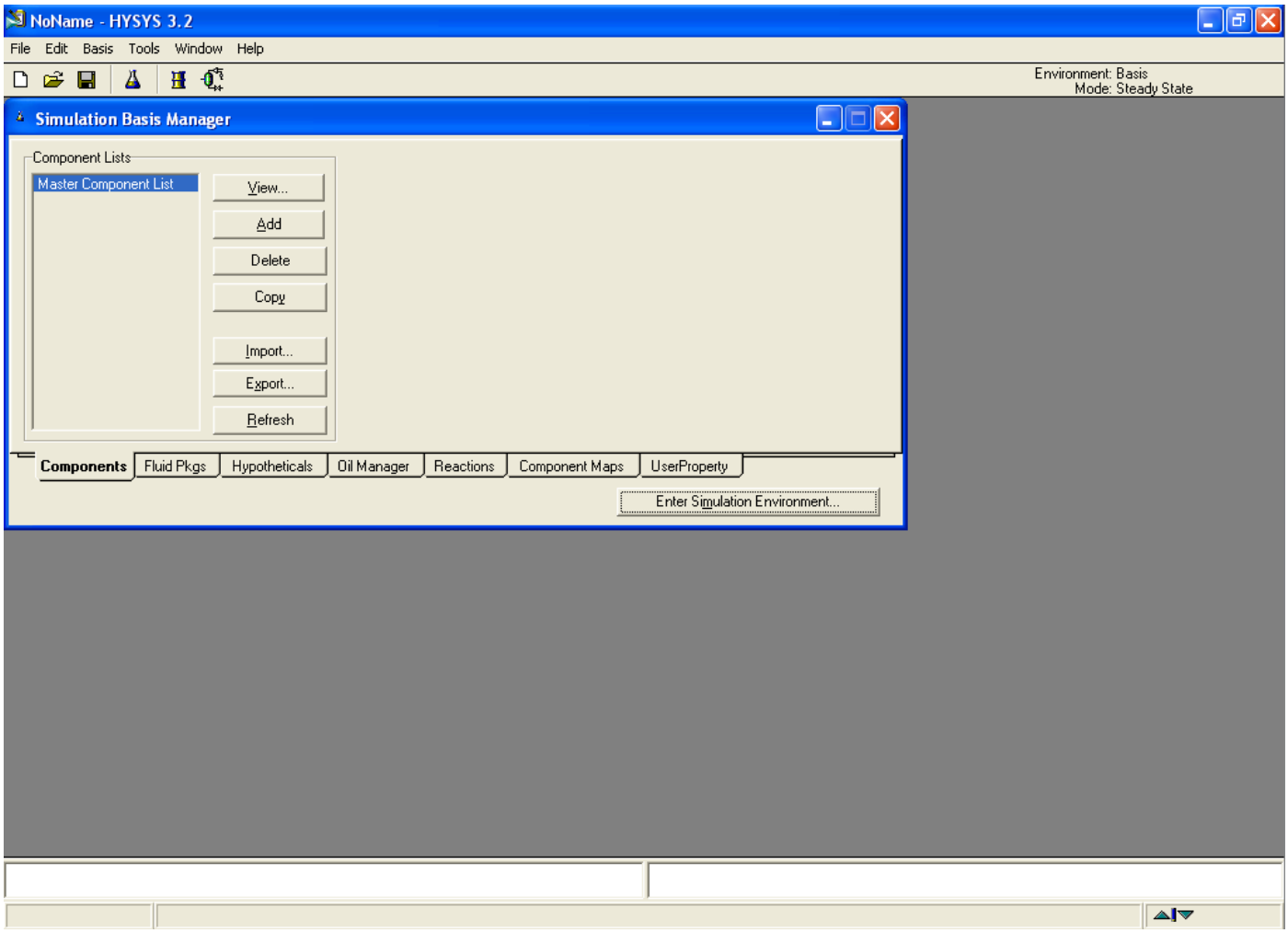
الشاشة الإفتتاحية:

عند فتح البرنامج فإن أول ما يظهر لنا الشاشة التالية:

وهذا المنظر سيتكرر في كل مرة نبدأ فيها البرنامج، وما تدل عليه الأرقام واضح ومعروف للجميع:

1 -لبدأ ملف جديد (new case).
2 -لفتح ملف موجود بالفعل (Open case).

وبمجرد اختيار ملف جديد تصبح الشاشة بالشكل التالي:



ونلاحظ فيها ظهور ما يسمى بال (Simulation Basis Environment) بالإضافة إلى بعض الأيقونات الجديدة، ونبدأ بالأيقونات لأنها لن تأخذ منا وقت في شرحها وهي كالتالي:

(Save) وهي لحفظ العمل.

(Home View) وأحياناً (Enter Basis Environment) وتستخدم للوصول للصفحة التي نحن بها الآن.

(Oil Environment) وهي للدخول لبيئة التعامل مع زيت البترول (سنشرحها فيما بعد)

(Enter Simulation Environment) وهي للدخول لبيئة المحاكاة.

كان هذا بالنسبة للأيقونات الجديدة، يأتي الدور على النافذة التي ظهرت وهي

Simulation Basis Manager

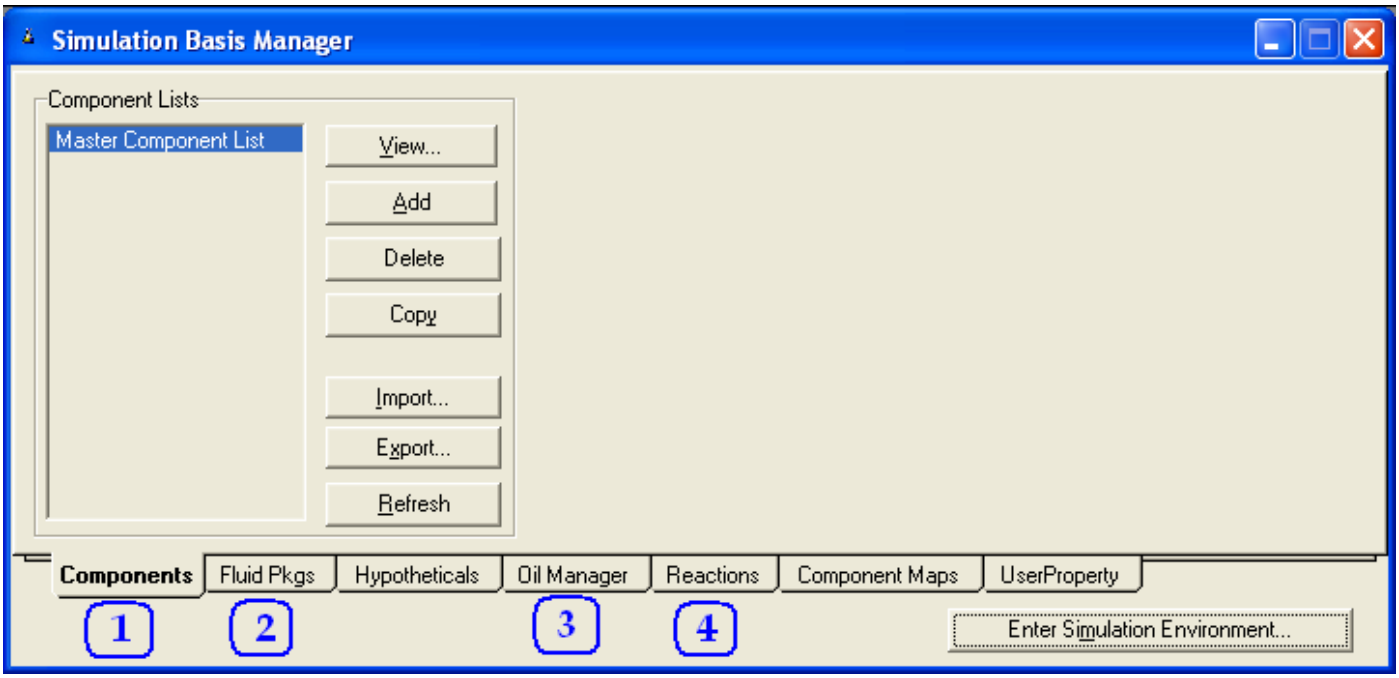
وهنا نبدأ الحديث بالإشارة إلى أنه هناك ثلاث بيئات مختلفة يتم التعامل معهم خلال البرنامج وهم:

1. Simulation Basis Environment: يتم فيها تحديد البيانات الأساسية للمثال الذي سنعمل به.
2. Simulation Main Environment: يتم فيها تصميم المثال (أو الوحدة) التي نحاكيها.
3. Oil Environment: تستخدم عند التعامل مع خام البترول في المثال.

وسنبدأ بشرح أول بيئة للتعامل معها وهي Simulation Basis.

Simulation Basis Environment

وهي أول ما يظهر لنا عند بدء العمل، والعمل فيها إجباري، بمعنى لا يمكن البدء في تصميم المثال إلا بعد التعامل معها وتحديد الحد الأدنى من المعلومات اللازمة.



وكما هو ظاهر بالصورة، فأنها تتكون من عدة صفحات (tabs) وأهمهم هم:

1- Components: وهي صفحة أساسية لابد من التعامل معها في كل مثال.
2- Fluid Pkgs: وهي صفحة أساسية أيضاً لابد من التعامل معها في كل مثال.
3- Oil Manager: تستخدم فقط في حالة التعامل مع خام البترول(للوصول للـ Oil Environment)
4- Reactions: تستخدم في حالة وجود تفاعل كيميائي.

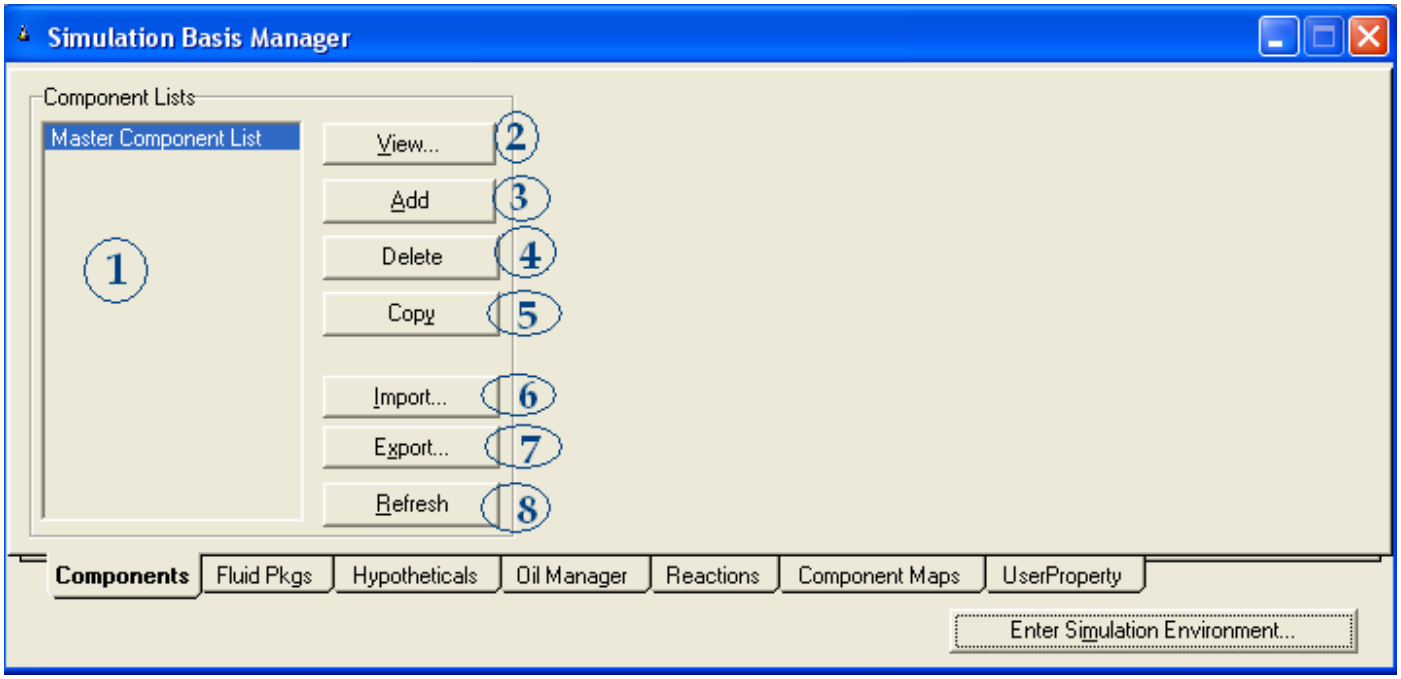
وفي هذه المرة سنشرح الصفحتين الأساسيتين، والباقي سيتم شرحه عند الحاجة لاستخدامه.

ونبدأ بالصفحة الأولى وهى:

Components tab ←

وفيها يتم تحديد جميع المركبات التي سيتم استخدامها في المثال، وتكون هذه المركبات مجمعة في قائمة (list)، ويمكن أن يحتوي المثال على أكثر من قائمة، ولكن لا يمكن أن يكون خالي من القوائم، إذ لابد من وجود قائمة مركبات واحدة على الأقل، ويكون بها مركب واحد على الأقل.

وفي هذه الصفحة عدد من الاختيارات كما بالصورة التالية:



وتشير الأرقام للاختيارات التي تدل على التالي:

1. يظهر فيها جميع قوائم المركبات (component lists) التي تم عملها.
2. لإظهار القائمة المحددة من 1.
3. لإضافة قائمة جديدة.
4. لحذف القائمة المحددة.
5. لنسخ القائمة المحددة.
6. لاستيراد قائمة تم حفظها من قبل على الجهاز وتكون بامتداد cml.
7. لتصدير (حفظ) قائمة مركبات.
8. يعمل على تحديث خواص المركبات من قواعد البيانات إذا كنت قد غيرت بهم.

وأول ما نقوم به هو إضافة قائمة جديدة ومن ثم يمكن نسخها أو تصديرها أو... وهكذا، فنبدأ بالضغط على Add لإضافة قائمة جديدة فيظهر الشكل التالي:

وهناك ثلاث أقسام للمركبات كما تشير لها الأرقام بالصورة:

1. Traditional: وهي كل المربكات المعتادة التي نحتاج لها.
2. Electrolyte: وهي لإظهار المركبات الإلكتروليتية.
3. Hypothetical: وهي لإضافة مركب افتراضي (سنتحدث عنه خلال السطور القادمة).

وكما نرى تظهر المركبات في قائمة إما بالصيغة الكيميائية أو الاسم الكامل، ويمكن الوصول لأي مركب بطريقة سريعة بدلاً من البحث في القائمة وذلك بكتابة اسمه مقابل كلمة Match، ولكن يجب التأكد من اختيار طريقة كتابة المركب، فلو كتبنا الصيغة الكيميائية نتأكد من اختيار Formula وهكذا.

ولإضافة المركب إلى القائمة:

1. اختار المركب بالضغط كليك ثم اضغط Add pure.
2. اختار المركب بالضغط كليك مرتين double click.
3. يكمن اختيار عدة مركبات مرة واحدة إما بالسحب والإفلات أو باستخدام زر Ctrl ثم Add pure.

زر Substitute يستخدم لاستبدال عنصر بآخر.

زر Remove لحذف عنصر من القائمة.

زر View component يستخدم لعرض خصائص العنصر المختار وخواصه الفيزيائية.

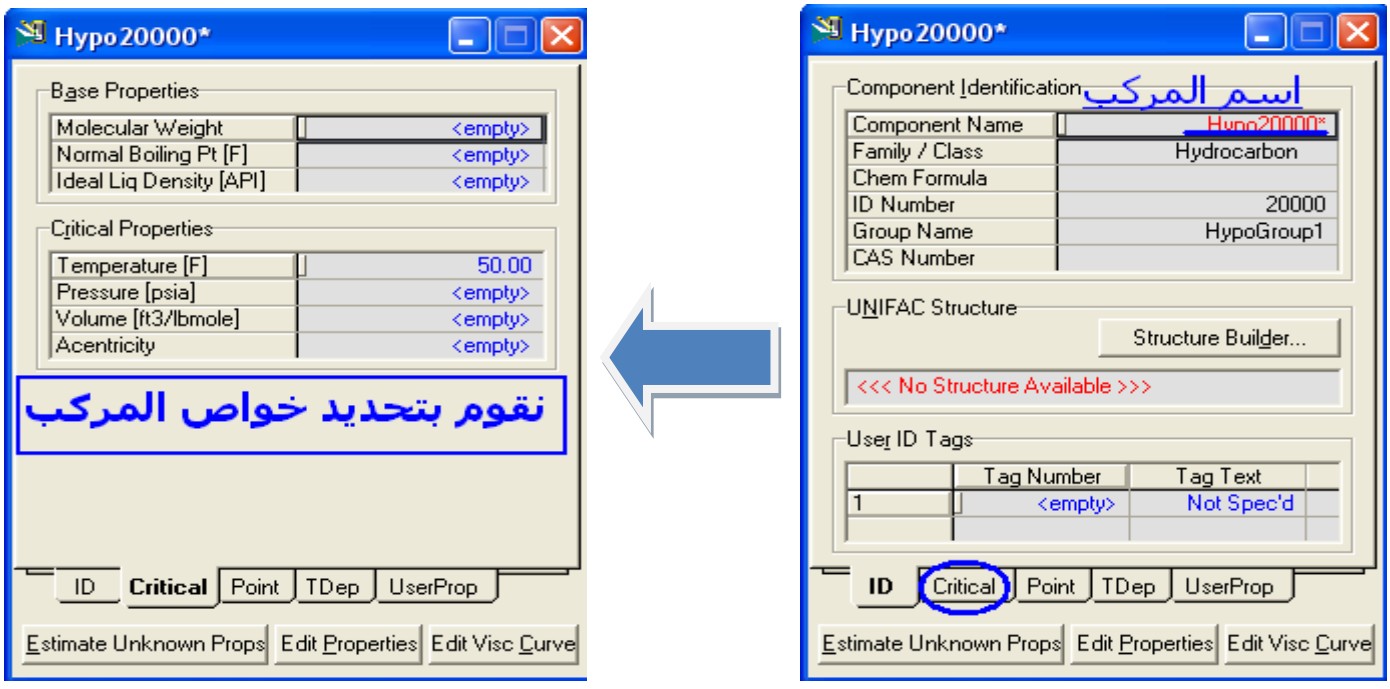
Hypo-components

يتبقى لنا في هذه الصفحة المركبات الافتراضية Hypothetical component، ومن اسمها فإنها تستخدم لإنشاء مركب افتراضي، ولكن ما هو المركب الافتراضي؟

كلنا يعلم انه في بعض الأحيان عند التعامل مع الغازات يكون هناك جزء من مكونات الغاز به نسب ضئيلة من مركبات متعددة التي هي أثقل من الهبتان أو الهكسان فنتعامل معهم على أنهم مركب واحد ونسميه C7+، هذا المركب بالطبع ليس له خواص ثابتة وإنما يتم قياسها، هذا هو المركب الافتراضي.

إذن هو مركب ليس موجود نقوم بإنشائه ونحدد نحن خواصه بأنفسنا، ولكن ولحسن الحظ لا نحدد كل الخواص، وإنما هناك ما يسمى بالخواص الحرجة Critical properties يكفينا أن نعرف خاصية واحدة منهم لنتعامل مع المركب.

ولإضافة المركب الافتراضي فنختار Hypothetical من القائمة في أقصى اليسار، ثم نختار Quick create Hypo component، ثم نكمل كما بالصور:



إلى هنا نكون قد انهينا التعامل مع نافذة components نقوم بإغلاقها Close لنعود للصفحة الرئيسية وهي simulation Basis Environment لنلاحظ وجود القائمة الجديدة في الجزء الخاص بإظهارهم.

نبدأ الآن مع نافذة جديدة وهي Fluid Pkgs ...

Fluid Pkgs tab ←

وهي اختصار لـ Fluid packages، وهذه الـ packages هي المسئولة عن حساب وتحديد الخواص الفيزيائية وخصائص أي عنصر نختاره وذلك عن طريق المعادلات أو الحسابات العملية المسبقة.

فمن اشهرها هي الـ Equation of states (EOSs) والتي تستخدم معادلات لحساب الخواص مثل Peng-Robinson و Soave-Redlich-Kwong.

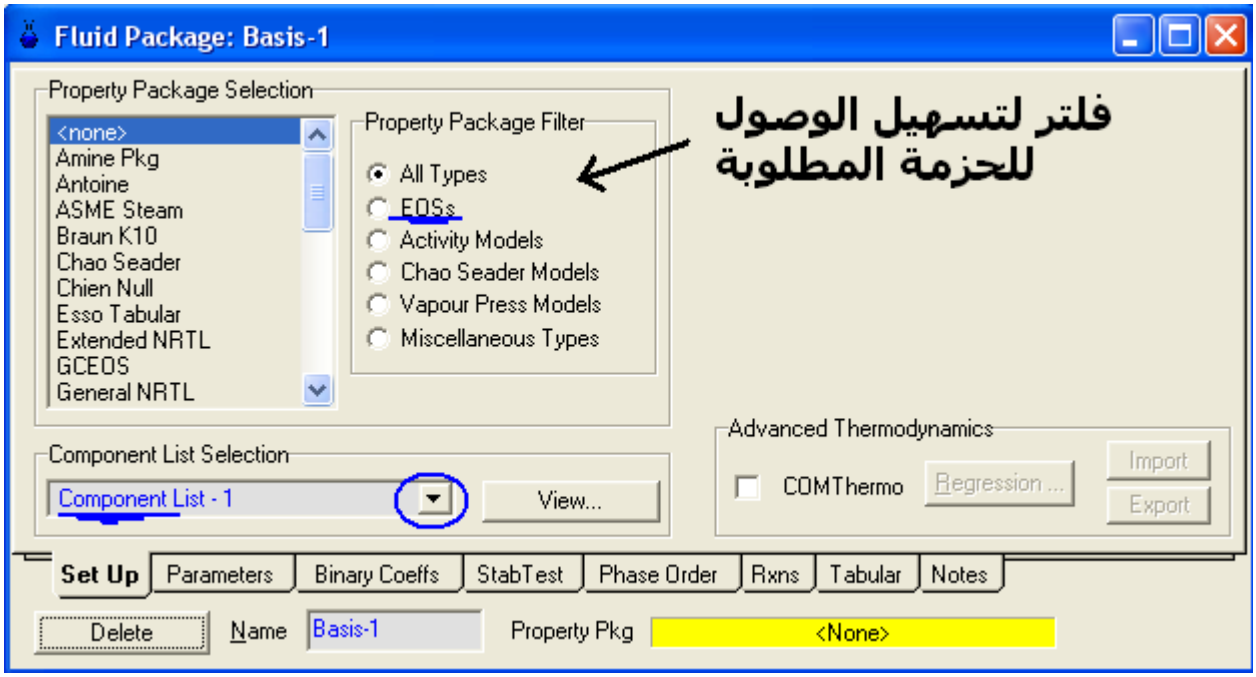
إذن هناك العديد من الـ Fluid Pkgs فالـ EOS منها العديد وهناك أنواع اخرى مثل Activity Models و Vapor Press Models و غيرها فكيف نحدد الـ Pkg المناسبة؟

العملية التي سنقوم بها هي التي تحدد ذلك وإليك هذا الجدول:

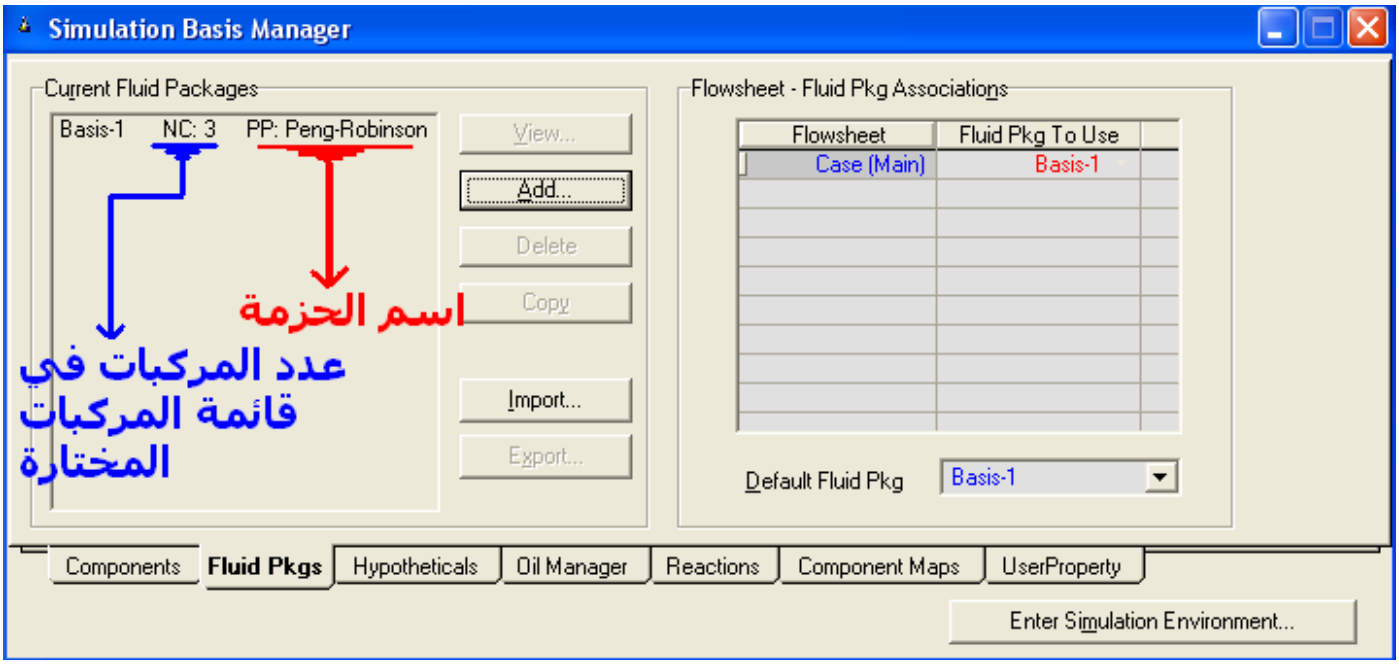
Type of System Recommended Property Package	Type of System Recommended Property Package
TEG Dehydration	PR
Sour Water	PR, Sour PR
Cryogenic Gas Processing	PR, PRSV
Air Separation	PR, PRSV
Atm Crude Towers	PR, PR Options, GS
Vacuum Towers	PR, PR Options, GS <10mm Hg, Braun K10,Esso K
Ethylene Towers	Lee Kesler Plocker
High H2 Systems	PR, ZJ or GS (see T/P limits)
Reservoir Systems	PR, PR Options
Steam Systems	Steam Package, CS or GS
Hydrate Inhibition	PR
Chemical Systems	Activity Models, PRSV
HF Alkylation	PRSV, NRTL (Contact Hyprotech)
TEG Dehydration withAromatics	PR (Contact Hyprotech)

إذن تبعاً للعملية التي سنقوم بها نحدد الـ Pkgs التي سنختارها، ومن الجدول السابق نجد أن Peng-Robinson ملائمة لمعظم العمليات التي سنحتاج إلى تنفيذها.

ولإختيار ال Pkg نقوم ببساطة بالدخول إلى صفحة Fluid Pkgs ثم نختار Add فتظهر الصفحة التالية:



نقوم باختيار الحزمة المطلوبة ونحدد لها قائمة المركبات ثم نغلق النافذة فنجد أنها أضيفت في القائمة كما بالصورة:



إلى هنا نكون انتهينا من شرح الـ Simulation Basis Environment ويتبقى بها الـ Oil Manager والـ Reaction وسنقوم بشرحهم عند استخدامهم مع الأمثلة الخاصة بهم.

الخطوة التالية هي الدخول إلى البيئة الثانية في البرنامج وهي الـ Simulation Environment وذلك عن طريق الضغط على زر Enter Simulation Environment وهذا ما سنتناوله من خلال الفصول القادمة بإذن الله تعالى.

الفصل الثالث

مثال لوحدة معالجة الغاز الطبيعي

تعرفنا في الفصل السابق على الخطوات الأساسية التي نحتاجها في كل مرة نبدأ فيها البرنامج، واليوم بإذن الله سنبدأ في التعمق في البرنامج والتعرف على الجديد من خلال مثال لتصميم وحدة لمعالجة الغاز الطبيعي.

I. البانات المعطاة:

واسمحوا لي أن اكتب بيانات المثال بالإنجليزية لسهولة ذلك دون الحاجة لتفسيرات عديدة:

EX.1: Gas Processing.

Two natural gas streams will be processed in a propane refrigeration system to remove heavier hydrocarbons.

Then, lean dry gas produced will meet a pipeline hydrocarbon dew point specification.

The liquids removed are processed in depropanizer, yielding liq. Product with specified propane content.

	First stream:	Second stream:
N_2	0.01 mole fraction	0.02 mass fraction
CO_2	0.01	-
C_1	0.6	0.4
C_2	0.2	0.2
C_3	0.1	0.2
i-C_4	0.04	0.1
n-C_4	0.04	0.08
Temp. =	60 ° F	60 ° F
Press. =	41.37 bar	600 psia
Molar Flow =	6 MMSCFD	4 MMSCFD

- The pipeline dew point specification:

15 ° F @ 800 psia.

- Liquid product specification for propane:

  2 % mole fraction of propane.

- Conditions for the depropanizer :

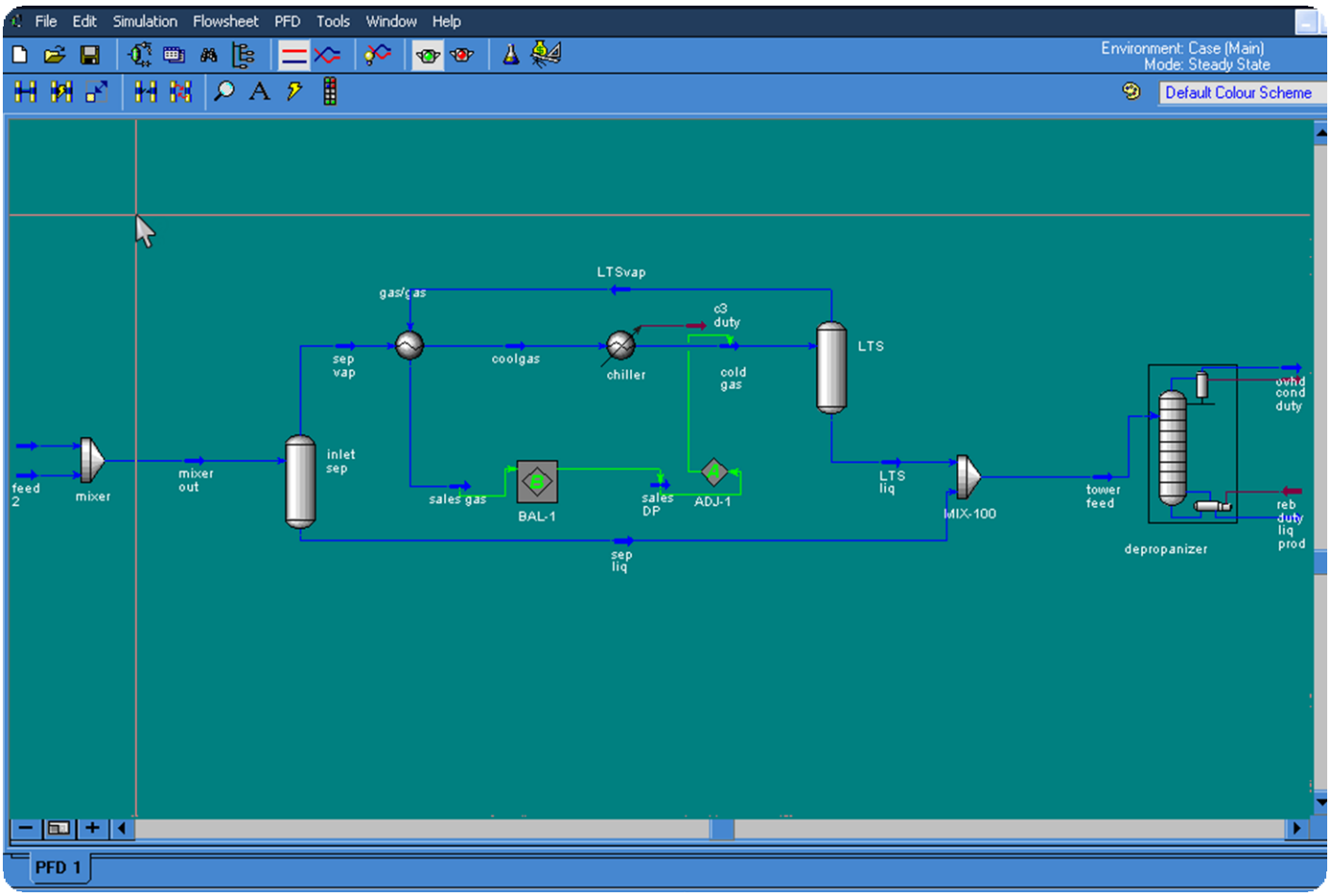
  Condenser press. = 200 psia

  Reboiler press. = 205 psia

  Condenser temp. = 40 ° F

  Reboiler temp. = 200 ° F

كانت هذه هي كل البيانات المعطاة للوحدة وهذه صورة للشكل النهائي للمثال بعد إنهائه



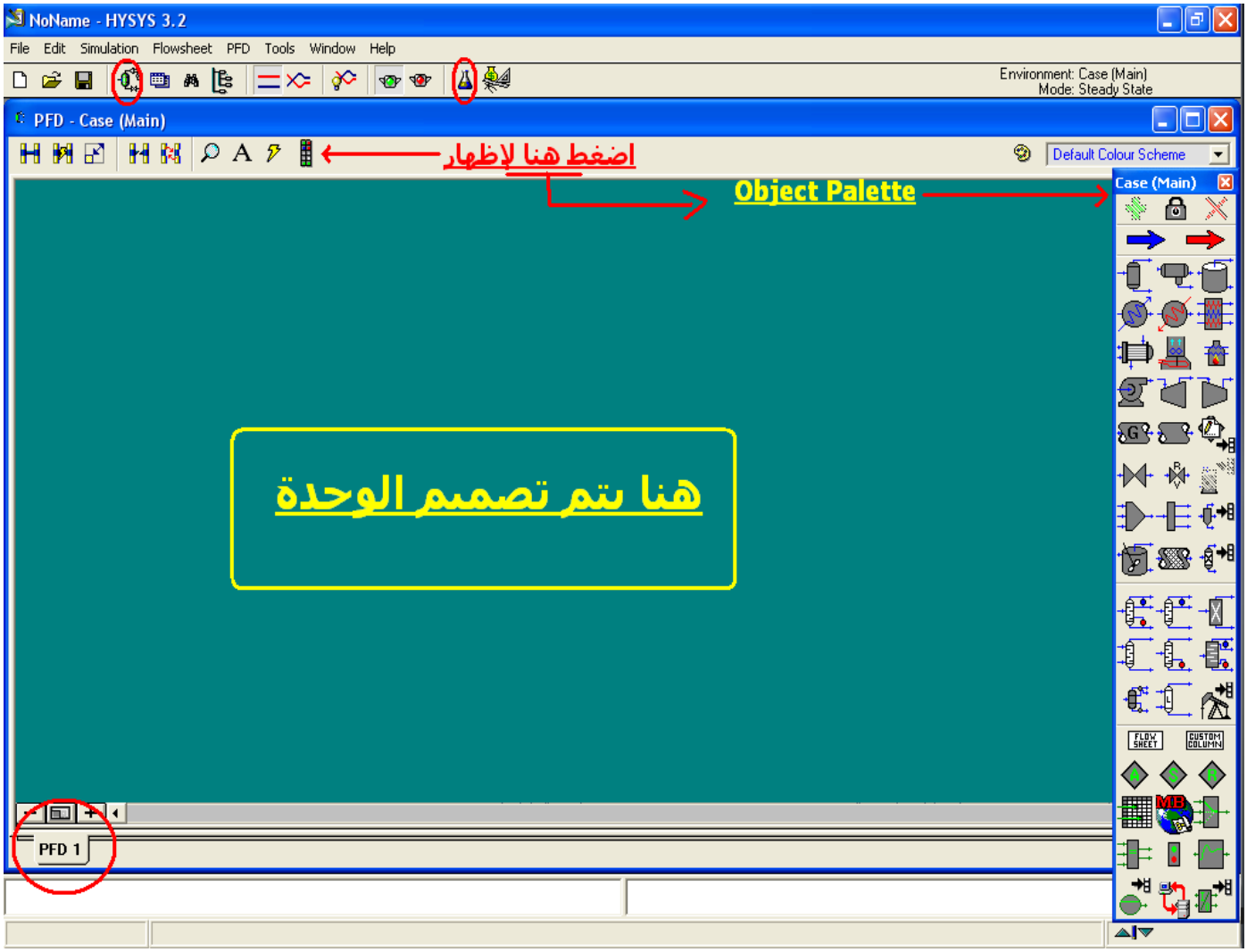
II. خطوات الحل الأساسية:

1. قم بفتح البرنامج واختار حالة جديدة (New Case).
2. أضف قائمة مركبات جديدة (Component List) واختار جميع المركبات المعطاة في المثال.
3. أضف حزمة خصائص (Fluid Pkg) جديدة واختار EOS – Peng Robinson.

* راجع الفصل السابق (الفصل الثاني) إذا واجهت مشاكل في الخطوتين السابقتين.

4. قم بالدخول إلى بيئة المحاكاة بالضغط على Enter Simulation Environment.

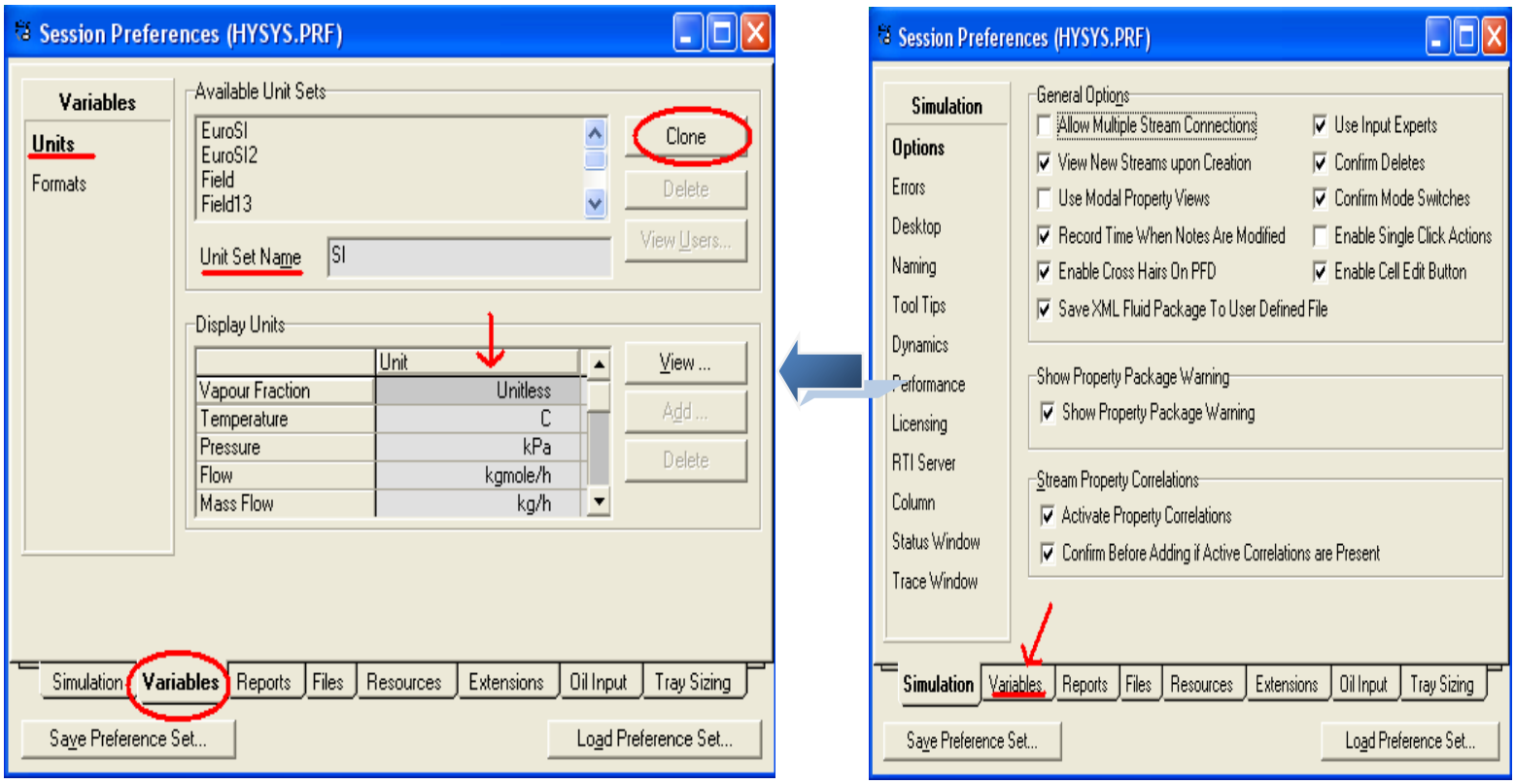
إلى هنا نكون قد أتممنا الخطوات الأساسية للمثال، قم بترتيب النوافذ لتصبح الشاشة أمامك كما بالصورة:



الوحدات قبل كل شيء...

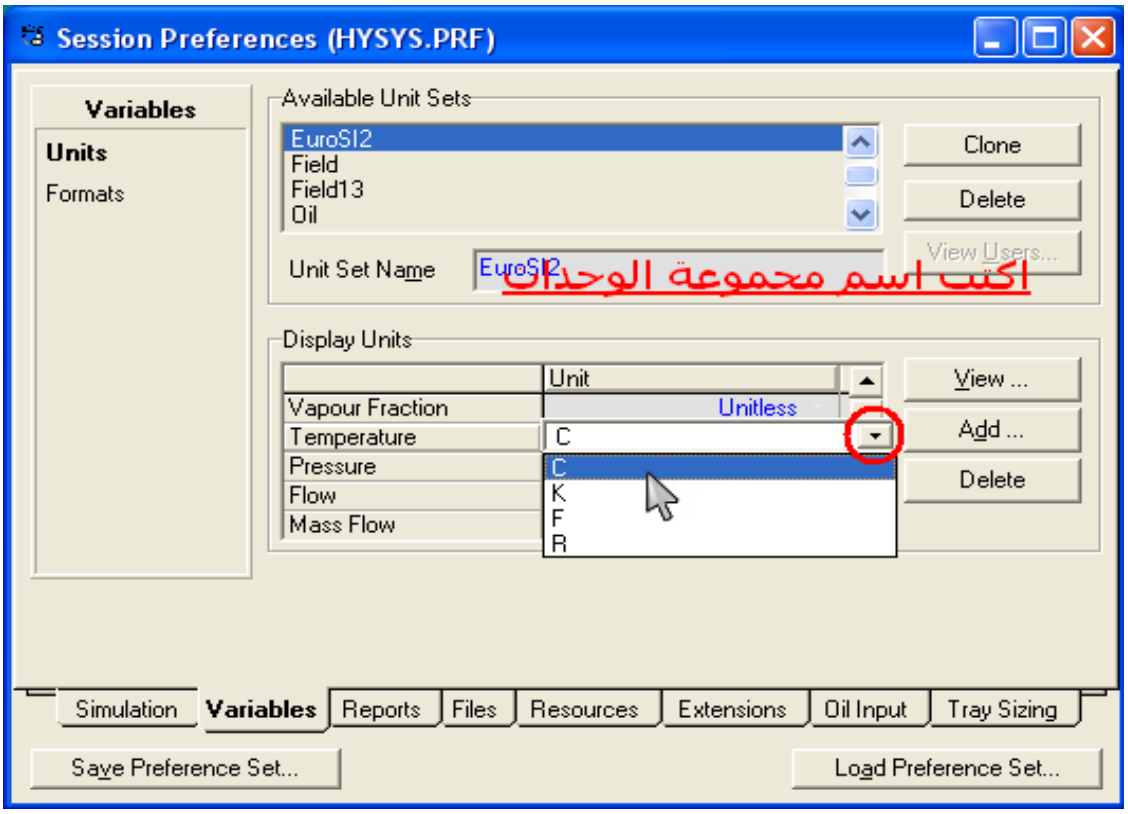
قبل البدء في التصميم هناك خطوة مهمة لابد منها وهي ضبط وحدات القياس، فالوحدات الأساسية للبرنامج هي الوحدات الدولية SI Units وغالباً ما نحتاج إلى التعامل مع وحدات مختلفة على حسب الوحدة، ففي الغازات – كهذا المثال- يكون الضغط بوحدة psia ويكون معدل السريان بوحدة MMSCFD وهكذا، فبدلاً من تغيير الوحدة لكل خاصية ندخلها نقوم بضبط الوحدات على ما نستخدمه بكثرة ليساعدنا في العمل.

ولعمل ذلك نختار قائمة أدوات (Tools) ثم Preferences فتظهر بالشكل التالي:



تأكد من اختيار صفحة Variables واختار units لتظهر لك كما بالصورة بأعلى، من مجموعة Available Unit Setsاختار ما يناسب وحدات المثال – اختار field في مثالنا هذا- سيظهر لك وحدات القياس لجميع الخواص تحت مجموعة Display Units.

يمكنك أيضاً عمل مجموعة وحدات خاصة بك user unit set وذلك عن طريق اختيار انسب Unit set لنا ثم عمل Clone وكتابة اسم المجموعة في خانة Unit set name ثم اذهب إلى Display Units وأمام الخاصية المراد تغيير وحدتها اضغط على السهم لتفتح لك قائمة تختار منها ما تريد.



في مثالنا هنا سنقوم بعمل clone لـ field ثم نغير وحدة قياس الـ flow لتصبح MMSCFD.

بعد الانتهاء قم بإغلاق النافذة للعودة لشاشة العمل مرة أخرى.

أهلاً بالتصميم

نبدأ من الآن بتصميم الوحدة، وكما يتضح من الصورة، فإن المساحة الخضراء أمامك هي مكان التصميم، وعلى اليمين يظهر لوحة الأدوات (Object palette) وهي بها جميع الأجهزة والمعدات التي سنستخدمها في تصميم أي وحدة، وحتى لا نضيع الوقت في شرح كل ما بها من أدوات، سنبدأ في التصميم ونشرح كل أداة عند استخدامها، وذلك إلى جانب عدم إضاعته للوقت فإنه يساعد على فهم وظائف الأداة جيداً من خلال رؤية التطبيق مباشراً.

III. بداية التصميم:

تبعاً لخطوات سير العملية المعطاة، فإن لدينا خطين دخول للغاز، سيتم تجميعهم معاً ليدخلوا إلى برج فصل أولي (Separator)، فأول خطوة وقبل حتى وضع المكسر (Mixer) يجب إضافة خطوط الغاز (Gas Streams).

سنجد في لوحة الأدوات رمزين للسهم في أعلى، احدهما باللون الأزرق والأخر باللون الأحمر:

السهم الأزرق ويستخدم لإضافة Material streams

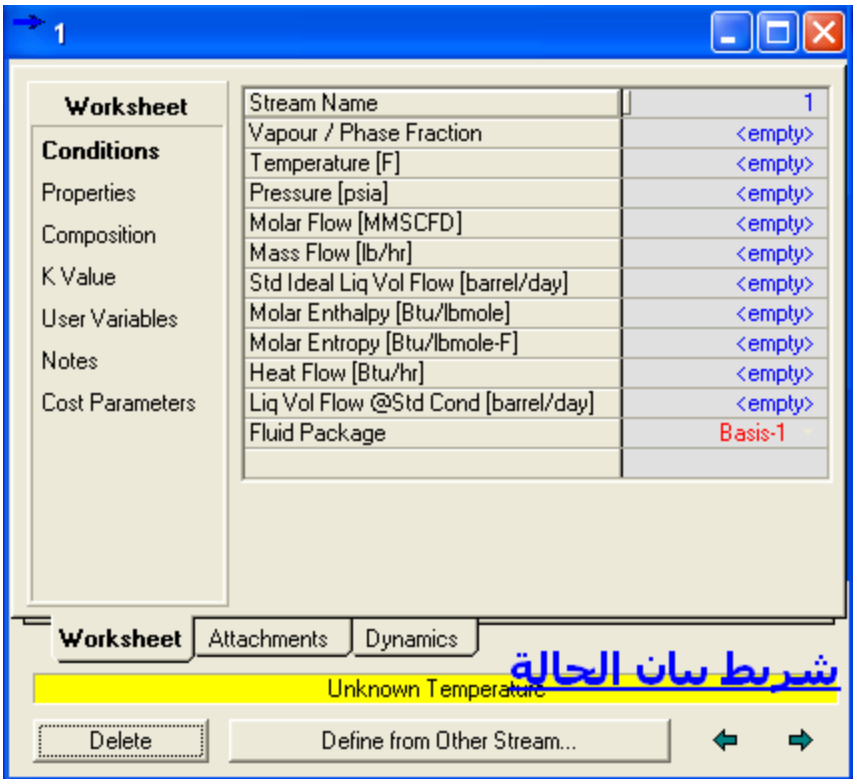
السهم الأحمر ويستخدم لإضافة Energy streams

1) نقوم باختيار السهم الأزرق ونضيفه إلى الوحدة بإحدى الطرق الآتية:
   i. الضغط عليه مرة واحدة ثم اضغط علامة الجمع الخضراء بأعلى اللوحة
   ii. الضغط مرتين (دبل كليك).
   iii. الضغط عليه مرة واحدة، ثم تقوم برسمه بالماوس في المكان الذي تريده.

هذه الطرق تستخدم لإضافة أي شيء من لوحة الأدوات، بالإضافة لوجود بعض الاختصارات.

عند إضافة الـ Material stream يظهر بلون فتح عن اللون الأصلي له، وهذا يدل على أن بياناته غير كاملة، هذه الخاصية أيضاً موجودة لكل الأدوات فتظهر بلون مختلف حتى تكمل بياناتها.

إذن، علينا تعريف بيانات ال Stream ولفعل ذلك اضغط دبل كليك على السهم ليفتح لك نافذة الخصائص لهذه الأداة والتي تظهر كالتالي:



دائماً نتابع شريط بيان الحالة بالأسفل فهو بمثابة المساعد أثناء العمل، وهو يظهر بثلاث ألوان:

الأحمر: ويدل على عدم استكمال احد البيانات الأساسية.

الأصفر: ويدل على اكتمال البيانات الأساسية ولكن لم يتم الحل بعد لوجود احد المجاهيل التي لا يمكن تعيين قيمته لسبب ما.

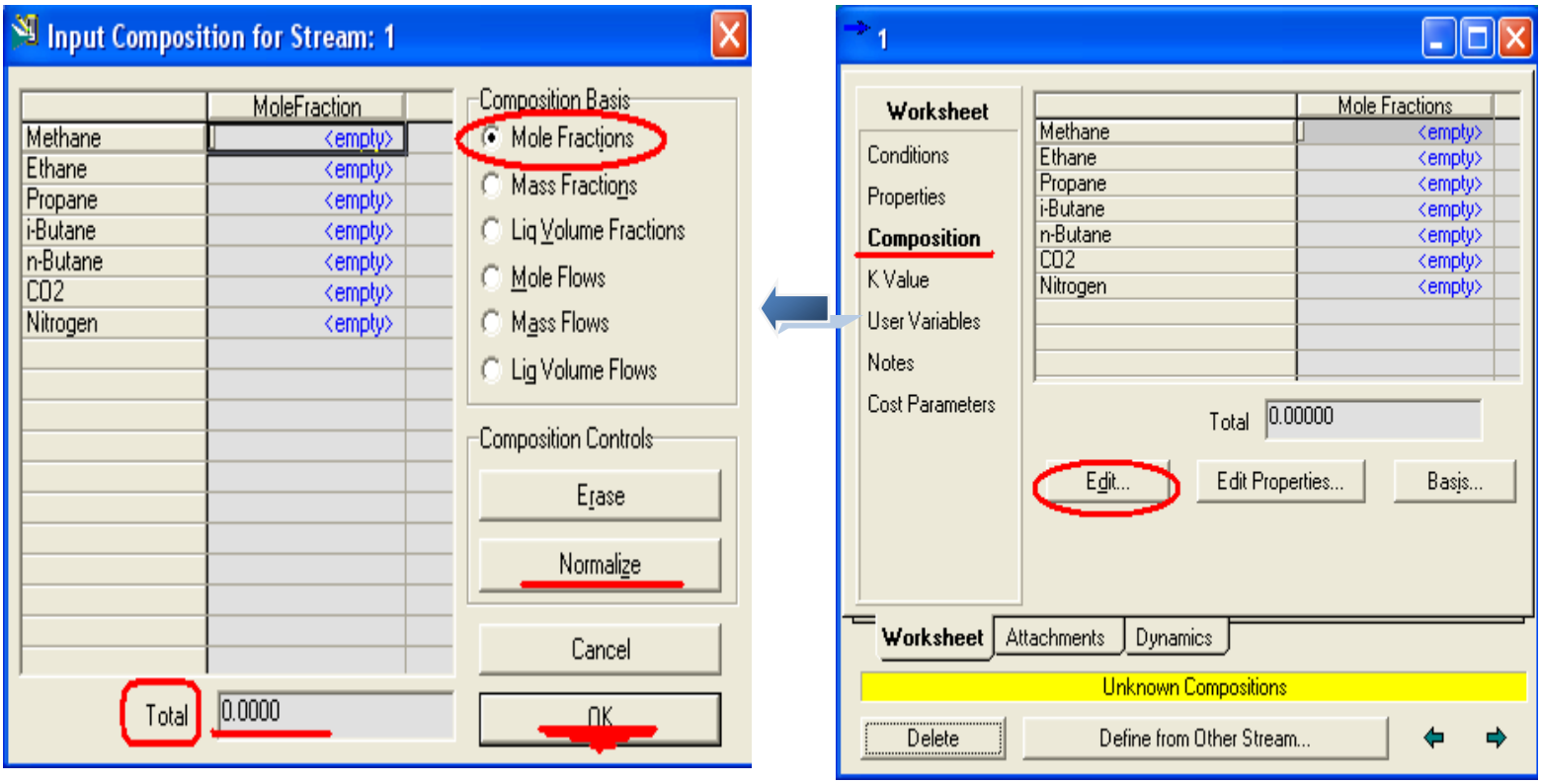
الأخضر: وهذا يعني اكتمال البيانات ويكتب Ok.

2) نتأكد من اختيار صفحة (Work sheet) ونختار من الجانب الشمال (Condition) وذلك لإدخال ظروف هذا ال Stream كما يلي:

Stream Name:	Feed 1
Temperature:	60 ° F
Pressure:	41.37 bar
Molar Flow:	6 MMSCFD

نلاحظ أن الضغط هنا بال Bar والوحدة عندنا psia ولإدخال الضغط بال Bar اكتب قيمة الضغط ثم اضغط على السهم بجانب الوحدة لتختار ما تريد (psia).

3) اختار من الجانب الشمال Composition وذلك لإدخال نسبة المركبات في ال Stream



4) اختار Edit لتظهر لك نافذة كما بالصورة، تأكد من اختيار ال Composition basis المناسبة – في هذه الحالة Mole Fraction - وذلك قبل أن تبدأ في كتابة النسب لأن تغيير ال Basis يؤدي لمسح القيم السابقة.

5) أكتب أمام كل مركب نسبته، وإن كان هناك مركب غير متواجد بنسبة اتركه فارغاً أو اكتب 0.

6) تأكد من أن Total = 1 وإلا فاضغط على Normalize لضبط النسب ليصبح مجموعهم 1.

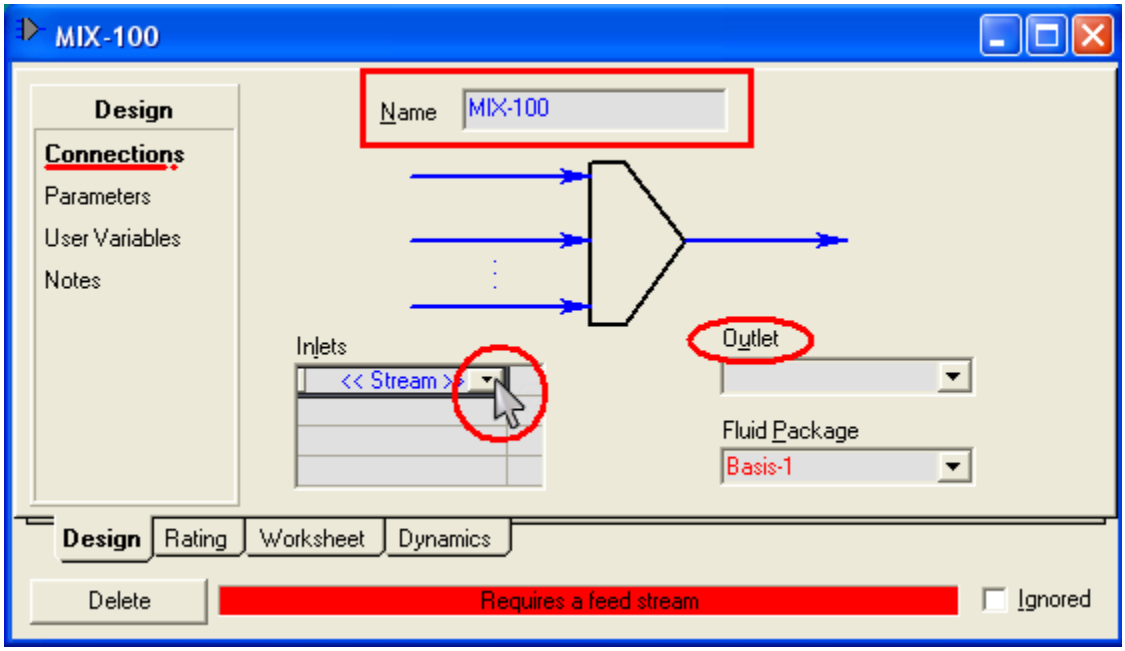
7) بعد الانتهاء قم بالضغط على Ok – تذكر أن هذه النافذة بها زر ok ولا تغلق مباشرة مثل باقي النوافذ – وبعد ذلك أغلق نافذة الخصائص، أصبح الآن لديك feed 1 جاهزاً بكل بياناته.

- كرر الخطوات السابقة 1:7 لإنشاء feed 2.

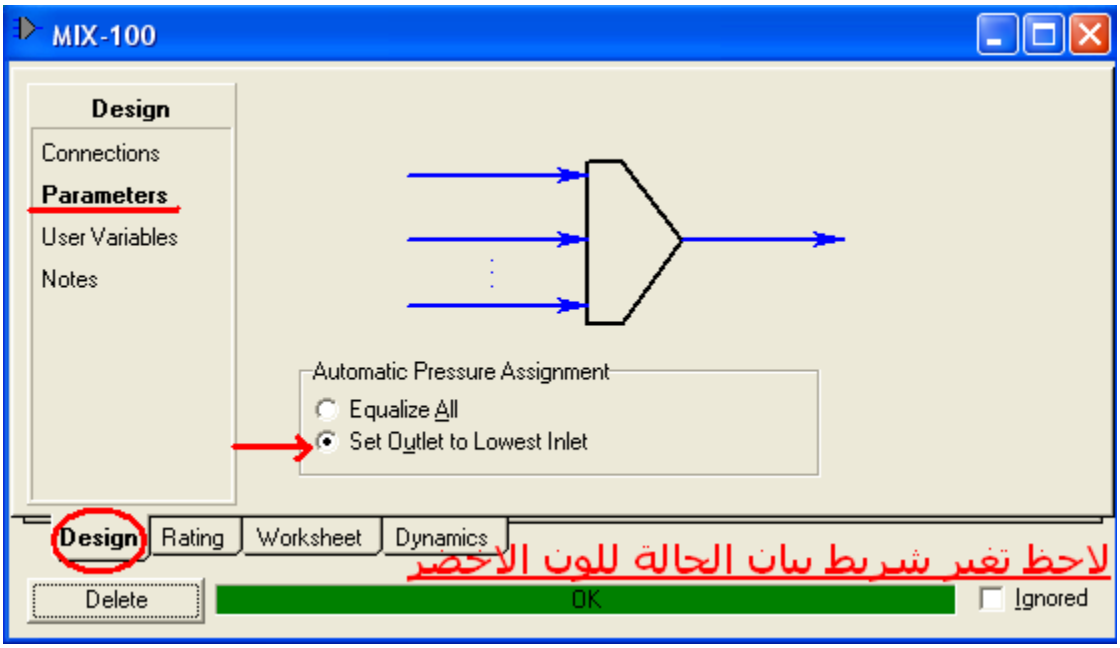
إضافة المكسر Mixer:

رمز المكسر في لوحة الأدوات هو

1) قم بإضافة المكسر كما تعلمت في إضافة ال Streams.
2) اضغط دبل كليك لفتح نافذة الخصائص.



3) في خانة Name اكتب Mixer وفي Inlets اضغط السهم واختار Feed1و Feed2.
4) في خانة Outlet بما أن ال stream لم يضاف بعد، اكتب في خانة الـ Outlet اكتب Mixer out، فيقوم البرنامج تلقائياً بعمل stream جديد له الاسم الذي كتبته.
5) اختار من الشمال parameters.



6) اختار set Outlet to lowest inlet.

في مجموعة Automatic Pressure Assignment يوجد اختيارين:

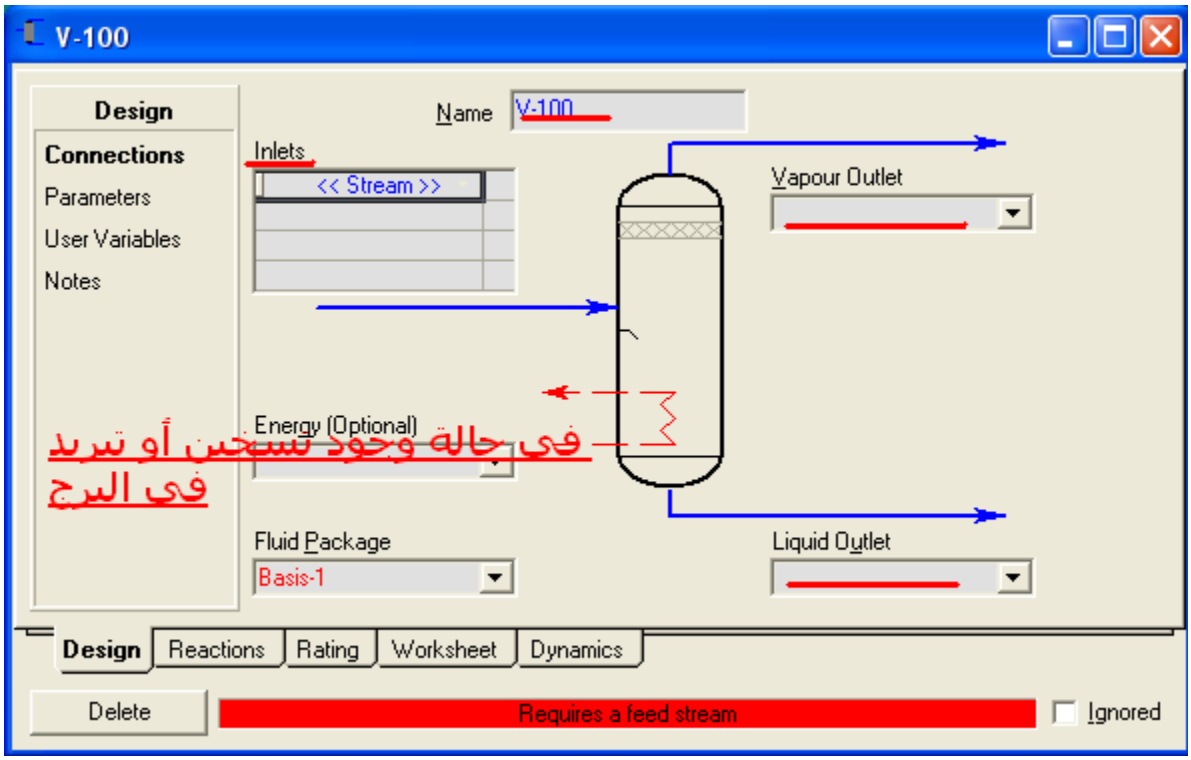
1. Equalize all: وذلك لعمل تسوية للضغوط بعمل اتزان بينهم.
2. Set Outlet to Lowest inlet: وهذا يجعل ضغط الخارج مساوياً لأقل ضغط داخل للمكسر.

7) قم بإغلاق النافذة.

إضافة الـ Separator:

رمز الـ Separator في لوحة الأدوات هو

1) قم بإضافة الـ separator كما فالأدوات السابقة.
2) اضغط دبل كليك عليه لفتح نافذة الخصائص.



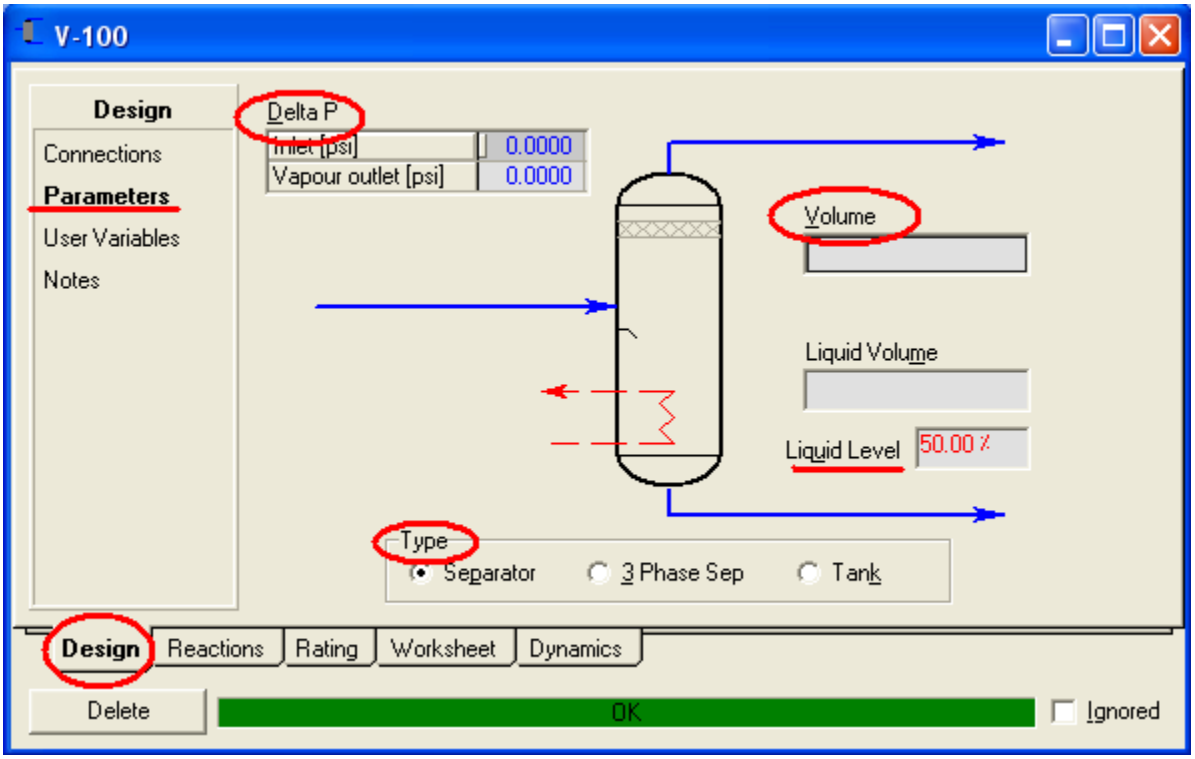
3) غير اسم الـ separatorإلى .Inlet Sep.
4) اختار Mixer out ليكون هو الـ inlet.
5) اكتب في Vapour outlet و Liquid Outlet : Sep Vap و Sep Liq على الترتيب.
6) قم بإغلاق النافذة.

فاصل تعليمي

المزيد عن أبراج الفصل Separators

في مثالنا هذا لا نحتاج بيانات أخرى عن الـseparator، ولكن قد نحتاج إلى المزيد، لذلك سنتعرف على هذا بدون إطالة إن شاء الله.

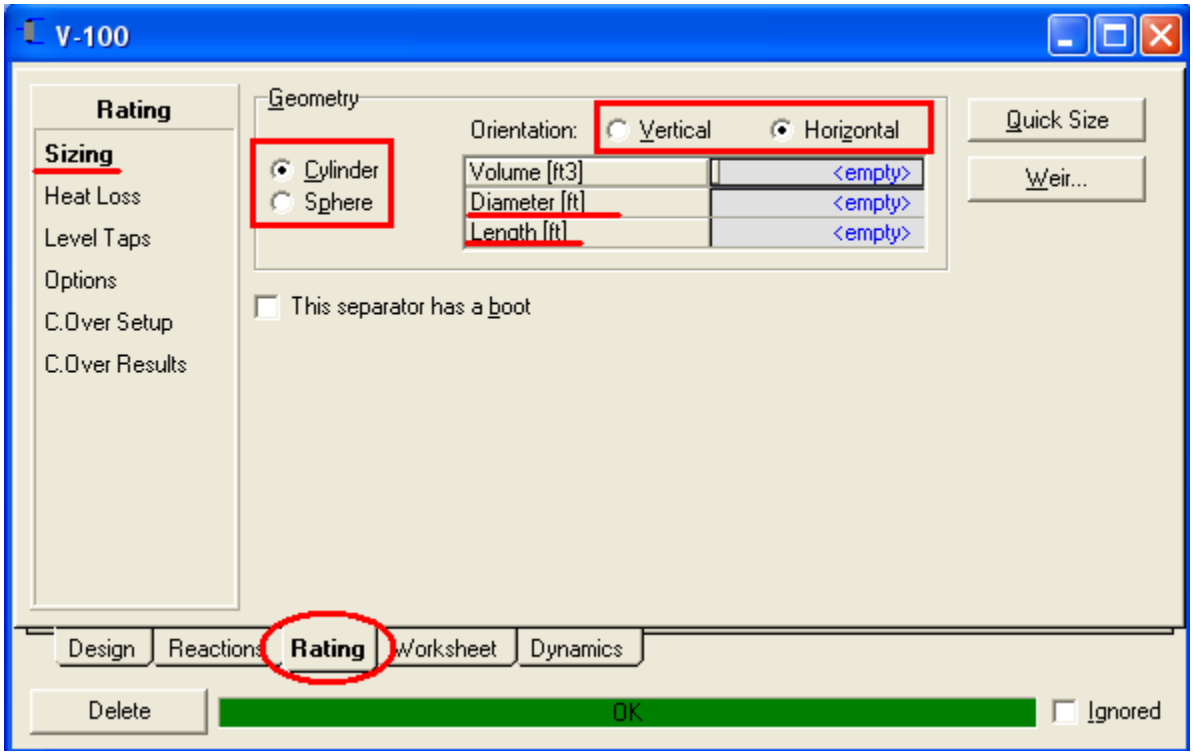
افتح نافذة الخصائص لل separator واختار parameters من الشمال



لاحظ التعامل مع الأتي:

- Delta P: وهذا لتحديد ال Pressure drop إذا وجد.
- Volume: لتحديد حجم ال separator ككل.
- Liquid Level: لتحديد نسبة السائل في ال separator بالنسبة للحجم الكلي، وبناءاً على هذه النسبة يتم حساب حجم السائل، و لا نستطيع فعل العكس بتحديد حجم السائل.
- Type: لتحديد نوع البرج سواء كان Separator أو 3phase separator أو Tank.

قم باختيار الصفحة Rating من أسفل ثم اختار Sizing:



كما يظهر بالصورة نستطيع من هنا تحديد البرج سواء اسطواني أو كروي، وإن كان اسطواني رأسي أم أفقي، كما انه بتحديد الحجم وأحد الأبعاد نعرف البعد الآخر أو نعمل له Quick size فيقوم بحساب كلا البعدين.

ويمكن إضافة Weir للبرج وهو يستخدم لتحسين الفصل وتقليل التداخل Carry over.

وهناك المزيد من الخواص، والبعض منها مرتبط بال Dynamic state.

كما انه يمكن أن يحدث تفاعل داخل هذا البرج ويكون التعامل معه من خلال صفحة Reaction.

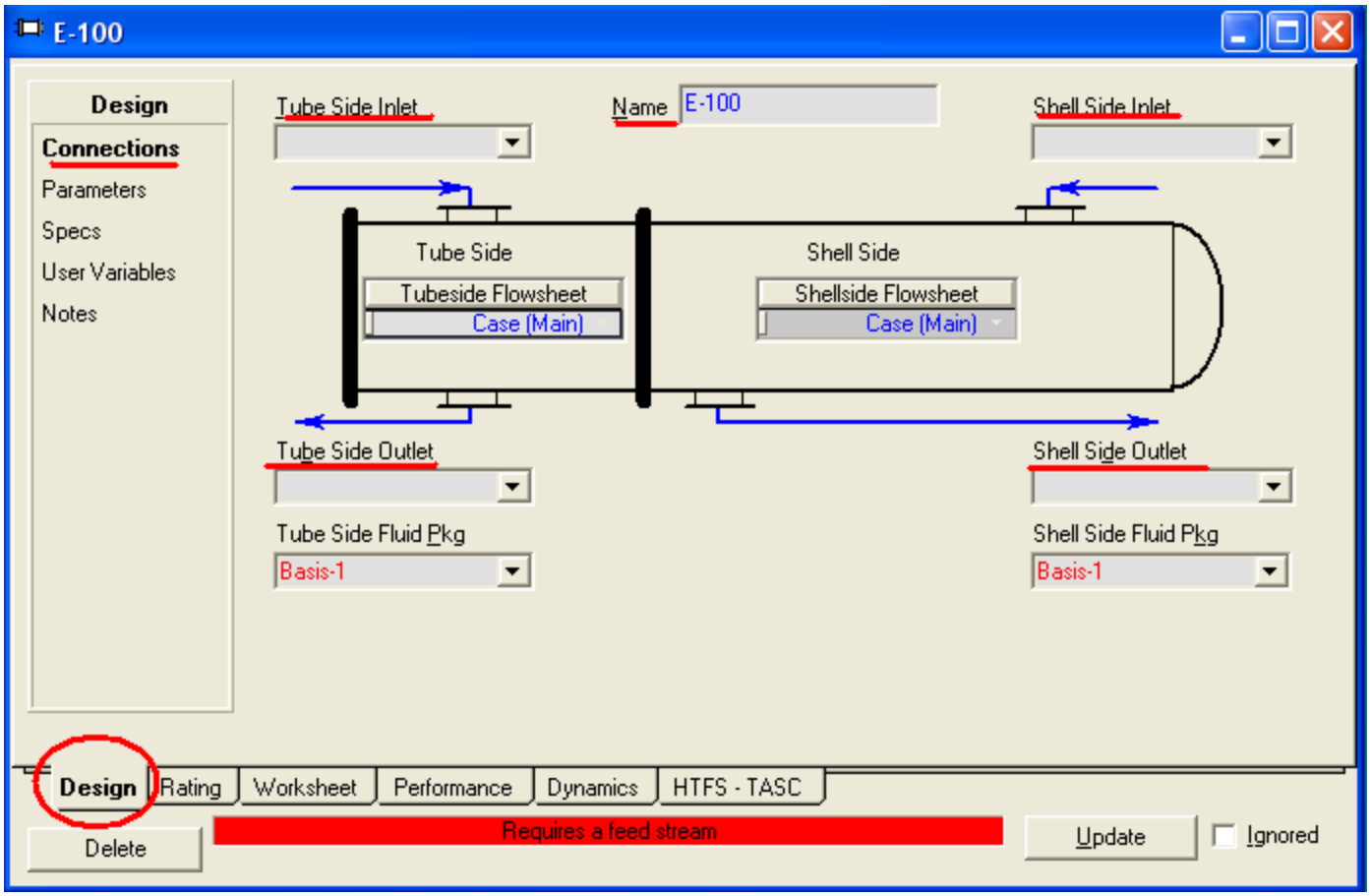
أكتفي بهذه المعلومات عن أبراج الفصل ونعود للمثال...

أنتهى الفاصل

إضافة المبادل الحرارى Heat Exchanger:

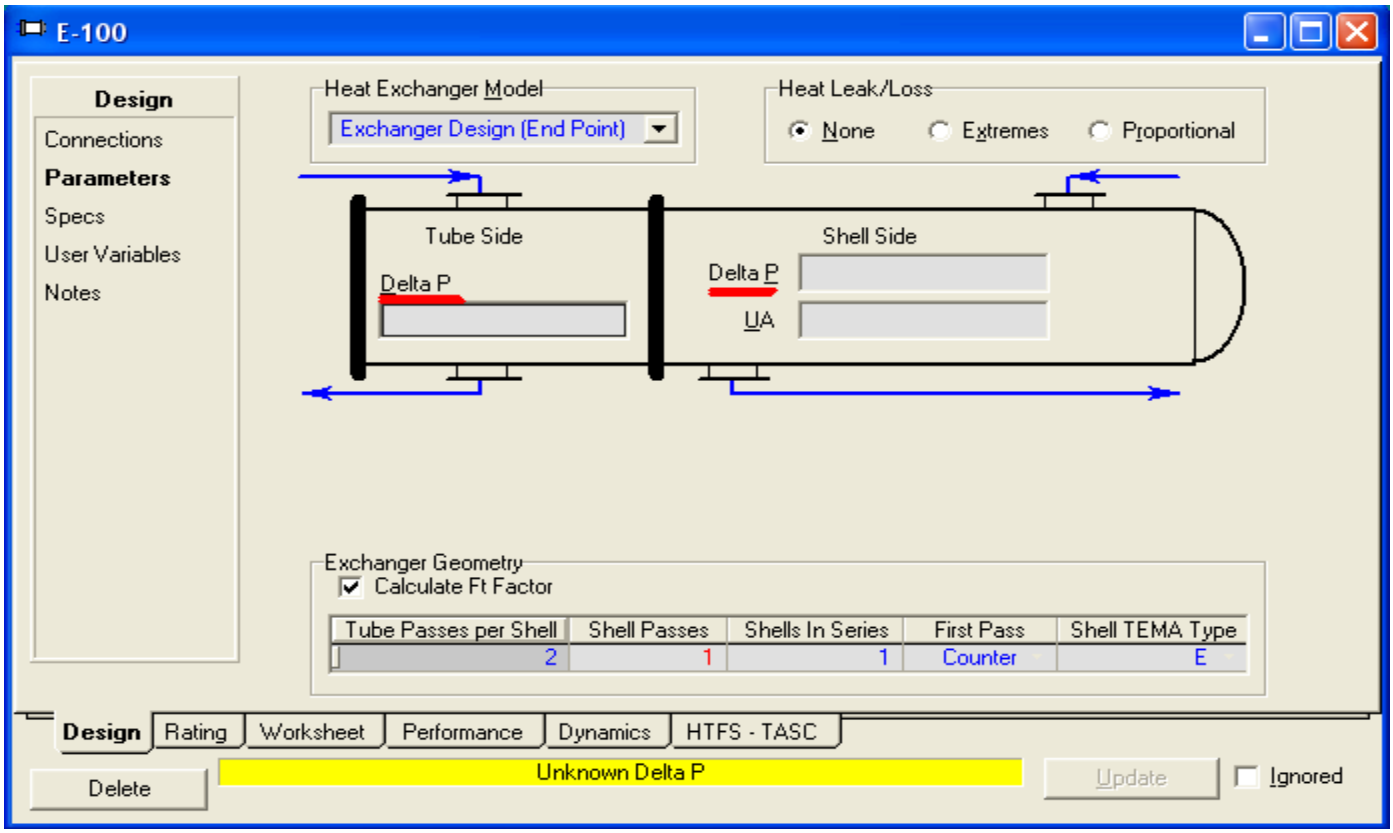
رمز المبادل الحراري في لوحة الأدوات هو

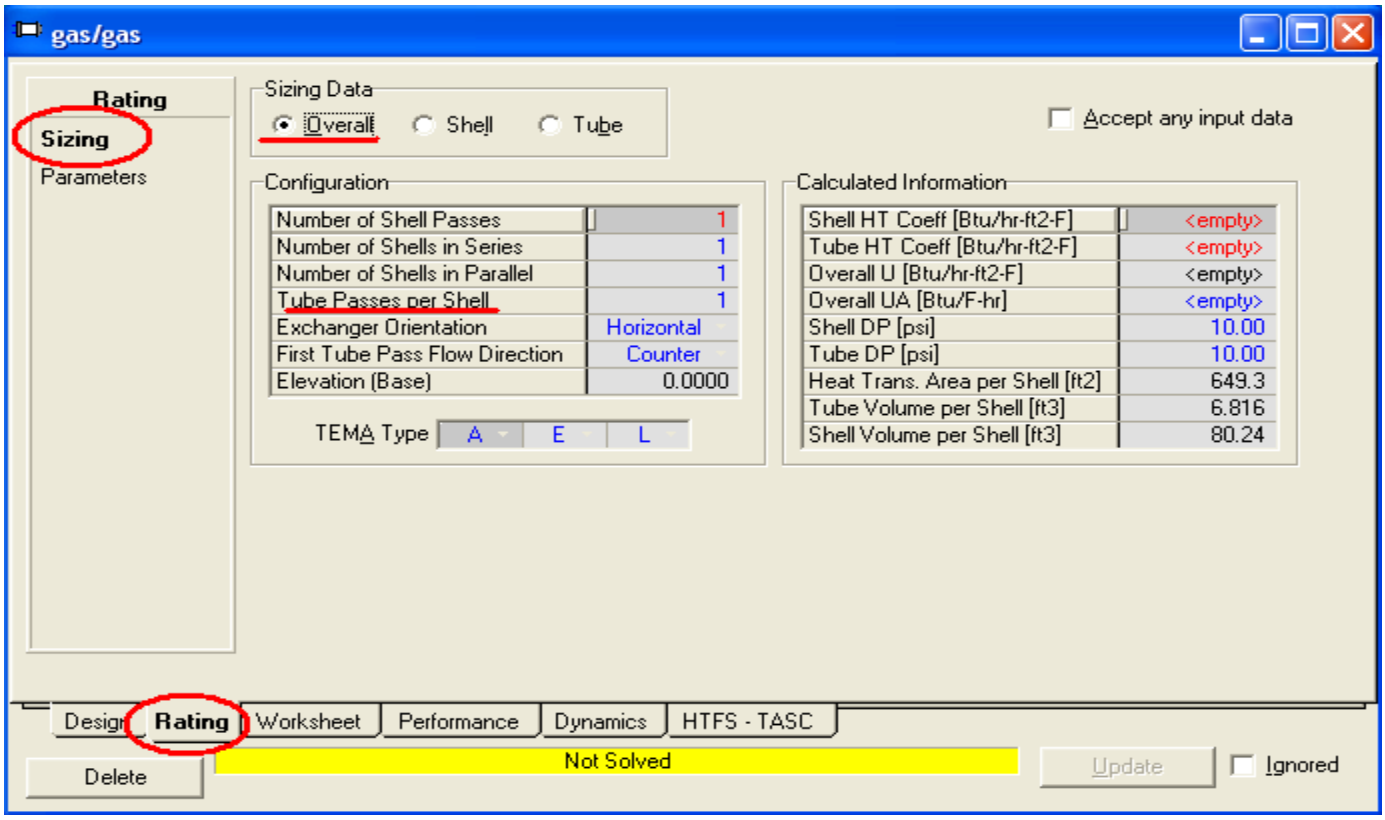
1) قم بإضافة المبادل.
2) افتح نافذة الخصائص له.



3) غير اسمه إلى Gas/Gas.
4) اختار Sep Vap ليكون Tube side inlet
5) اكتب Cool gas ليكون اسم Tube Side Outlet.
6) اكتب LTS Vap ليكون اسم Shell Side Inlet.
7) اكتب Sales gas ليكون اسم Shell Side Outlet.
8) اختار Parameter من الشمال.
9) ادخل قيمة ال Pressure drop تساوي 10 psi في كلاً من Tubeو shell.
10) اختار صفحة Rating من أسفل ثم تأكد من اختيارك Sizing من الشمال.
11) في عدد المسارات في الشل Tube passes per shell اجعلها تساوي 1، (معطى طبقاً لتصميم المبادل).

- الصور التالية توضح ما تم عمله:


E-100
Design
Connections
Parameters
Specs
User Variables
Notes
Heat Exchanger Model
Exchanger Design (End Point)
Heat Leak/Loss
None
Extremes
Proportional
Tube Side
Delta P
Shell Side
Delta P
UA
Exchanger Geometry
Calculate Ft Factor
Tube Passes per Shell
Shell Passes
Shells In Series
First Pass
Shell TEMA Type
2
1
1
Counter
E
Design
Rating
Worksheet
Performance
Dynamics
HTFS - TASC
Delete
Unknown Delta P
Update
Ignored


gas/gas
Rating
Sizing
Parameters
Sizing Data
Overall
Shell
Tube
Accept any input data
Configuration
Number of Shell Passes 1
Number of Shells in Series 1
Number of Shells in Parallel 1
Tube Passes per Shell 1
Exchanger Orientation Horizontal
First Tube Pass Flow Direction Counter
Elevation (Base) 0.0000
TEMA Type A E L
Calculated Information
Shell HT Coeff [Btu/hr-ft2-F] <empty>
Tube HT Coeff [Btu/hr-ft2-F] <empty>
Overall U [Btu/hr-ft2-F] <empty>
Overall UA [Btu/F-hr] <empty>
Shell DP [psi] 10.00
Tube DP [psi] 10.00
Heat Trans. Area per Shell [ft2] 649.3
Tube Volume per Shell [ft3] 6.816
Shell Volume per Shell [ft3] 80.24
Design
Rating
Worksheet
Performance
Dynamics
HTFS - TASC
Delete
Not Solved
Update
Ignored

12) قم بإغلاق النافذة، ماذا تلاحظ؟

لم يتم حل المبادل حتى الآن، لماذا؟؟؟

ببساطة لأن المبادل يتعامل مع 2 streams احدهم في الـ Tube والأخر في ال Shell. وكل واحد منهم له خواص عند الدخول وخواص عند الخروج، فلا يكفي بيانات Stream واحد فقط وفي جهة واحدة فقط – وهي عند الدخول – ليتم حساب باقي المجاهيل فهنا عدد المجاهيل أكثر من المعطيات بكثير.

إذن لا تطلب من البرنامج المستحيل...

هذه المشكلة – وهي حل المبادل – ستحل عندما نعرف الـ LTS الداخل له، وهو متعلق بالـ LTS Separator الذي سنضيفه بعض خطوات ولذلك سنؤجل حل هذه المشكلة لحين تعريف الـ LTS.

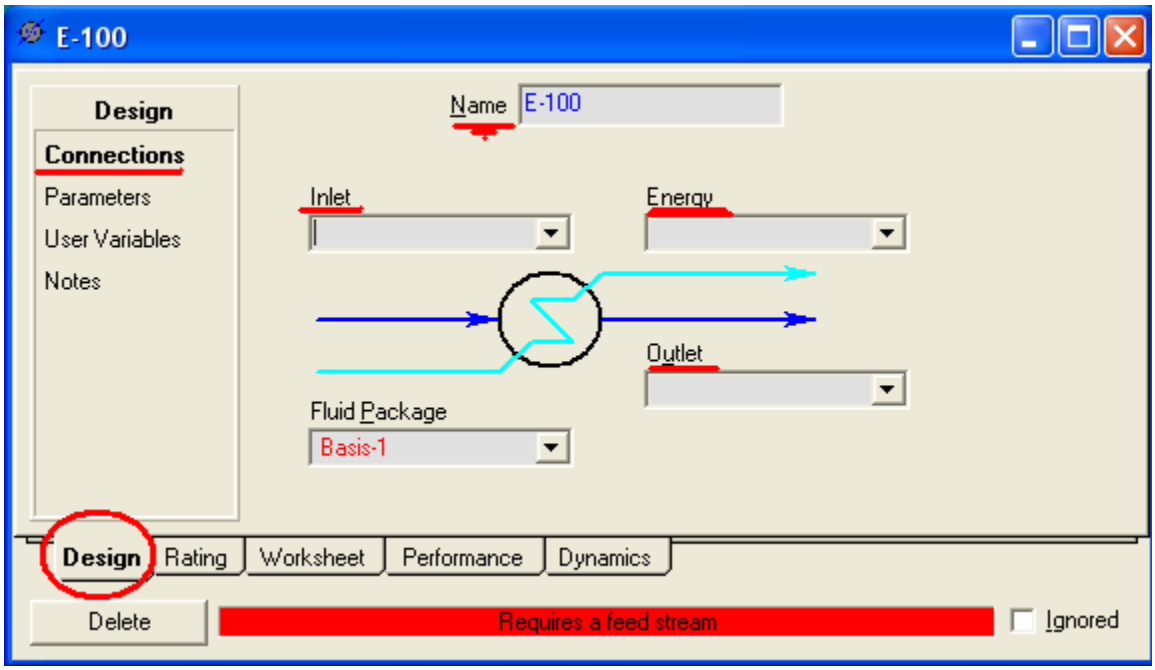
نترك المبادل الحراري الآن ونذهب لإضافة شيء جديد وهو الـ chiller....

إضافة المبرد Chiller:

في وحدة الـ refrigeration نستخدم أحد المواد المبردة Refrigerant للتبريد، وهنا طلب منا استخدام البروبان، ولكن فكرة العمل تتمثل في مبرد Cooler يستخدم البروبان في التبريد، لذلك سنضيف الـ Chiller كمبرد cooler ويكون Stream التبريد فيه هو البروبان (لاحظ أننا لن نضيف البروبان بل نضيف energy stream وننسبه للبروبان).

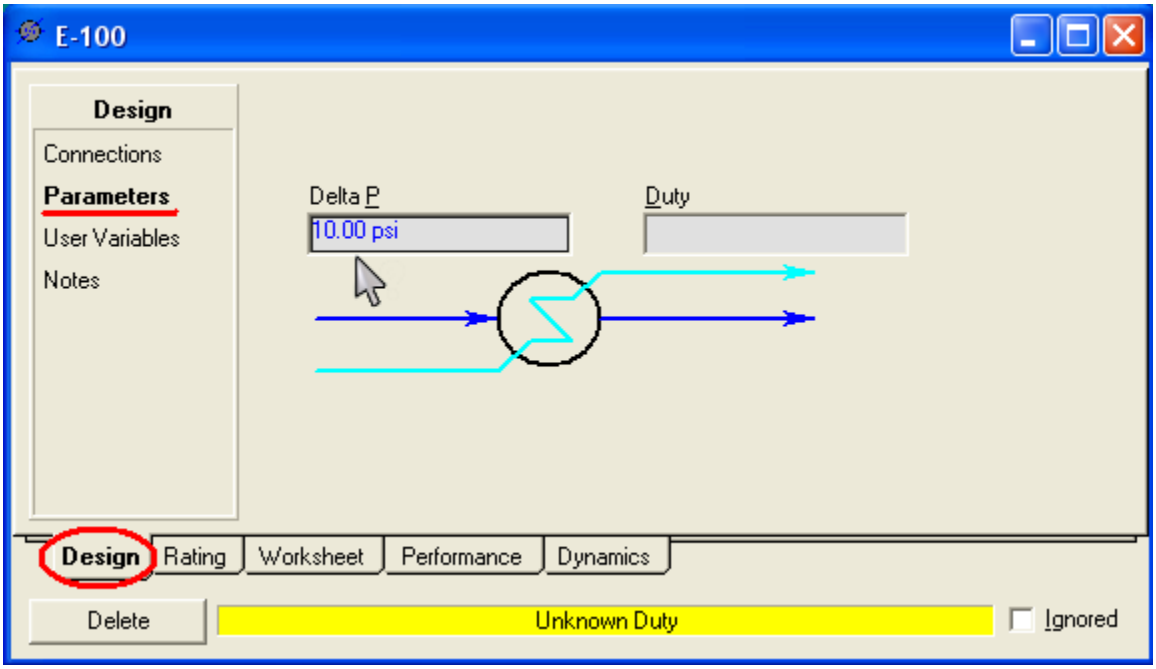
شكل المبرد cooler في لوحة الأدوات هو

1) أضف الـ cooler إلى المثال
2) افتح نافذة الخصائص



3) غير اسمه ليكون Chiller.
4) اختار Cool gas الخارج من المبادل ليكون هو الـ Inlet.
5) اكتب Cold Gas ليكون الـ Outlet .
6) اكتب C3 duty ليكون Energy للمبرد.
7) اختار Parameters من الشمال واجعل Delta P = 10 psi.
8) أغلق النافذة.

نلاحظ أيضا أن المبرد لم يتم حله!!!
لا تستغرب فهذا طبيعي إذ أن المبادل لم يحل بعد، والمبرد داخل له stream من المبادل وهو مجهول الحرارة لذلك سنتركها أيضا حتى نحل المبادل بعد قليل...



إضافة برج الفصل منخفض الحرارة LTS Separator:

اتبع نفس خطوات إضافة برج الفص الأول Inlet Sep مع تغيير البيانات كالتالي:

Name : LTS

Inlet : Cold gas (from chiller).

Vap Outlet : LTS Vap (to Gas/Gas).

Liq Outlet : LTS Liq.

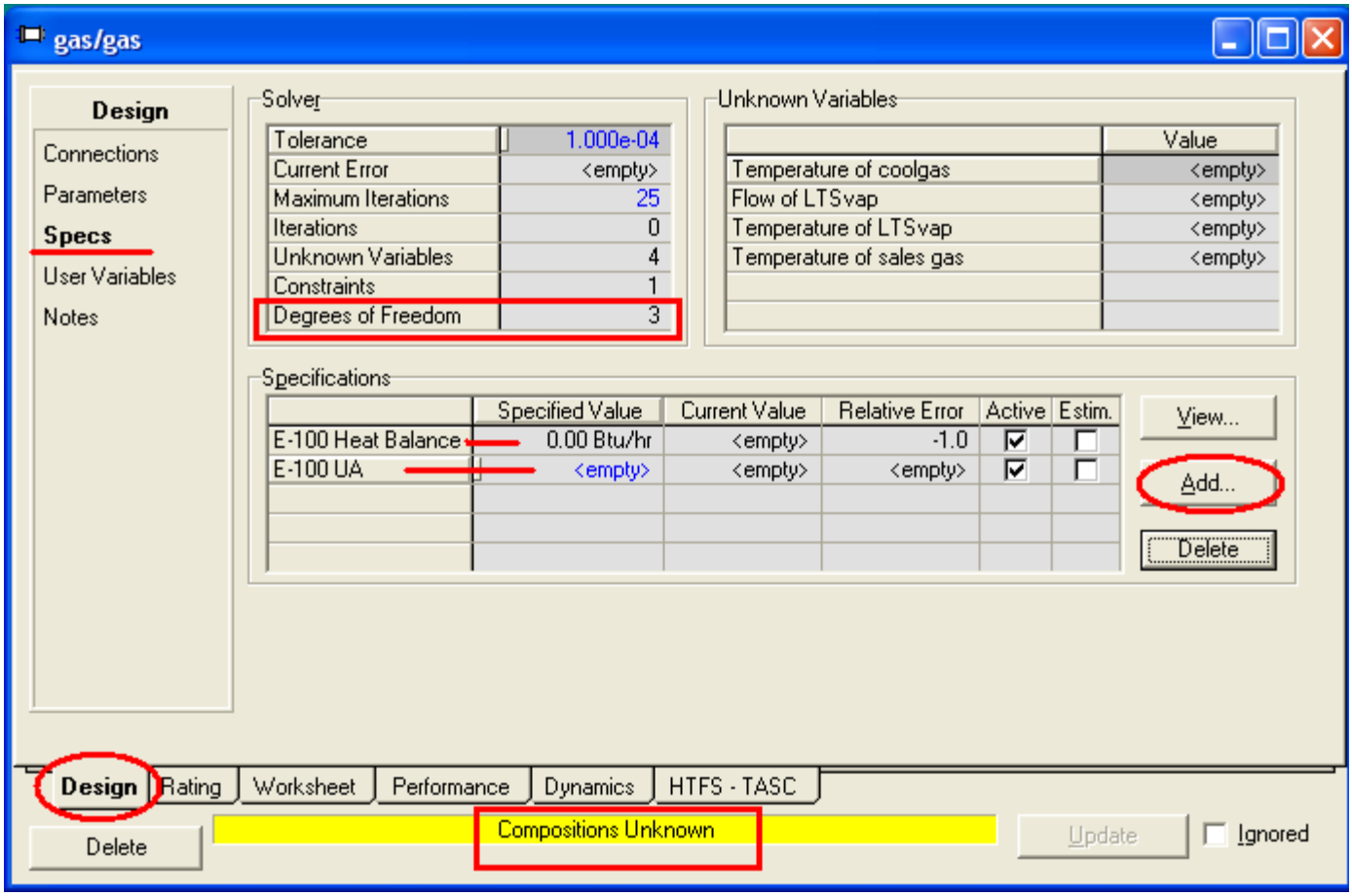
لم يتم حل البرج أيضا.. لا تنزعج فسنبدأ الآن بحل المشكلة خطوة خطوة...

خطوات حل المشكلة

وأول ما سنبدأ به هو المبادل فهو أساس المشكلة...

قم بفتح نافذة الخصائص للمبادل، اختار صفحة Design من أسفل، ثم اختار Specs من الشمال.

سيكون الشكل أمامك كما يلي:



أول ما أريد منك ملاحظته هو عدد الـ Degrees of freedom وستجد أنه يساوي 3، وهذه هي المشكلة.

لكي يقوم البرنامج بحل أي جهاز لابد من أن ال Degrees of freedom تساوي 0، وهذا حتى لا يكون لديه عدد مجاهيل ناقص أو خواص وشروط أقل من اللازم.

ثاني شيء ننظر إليه هو Specification وهي خواص المبادل وهي

Heat balance: ونجد أن قيمتها تساوي 0 وهذا يعني عدم فقد للطاقة أي أن الطاقة المفقودة من ال stream الساخن تساوي المكتسبة لل stream البارد.

UA: وهي حاصل ضرب مساحة المبادل في معامل انتقال الحرارة الكلي– ينبغي لمهندس التكرير معرفة تلك المعلومات كما ذكرنا في مقدمة الدورة– .

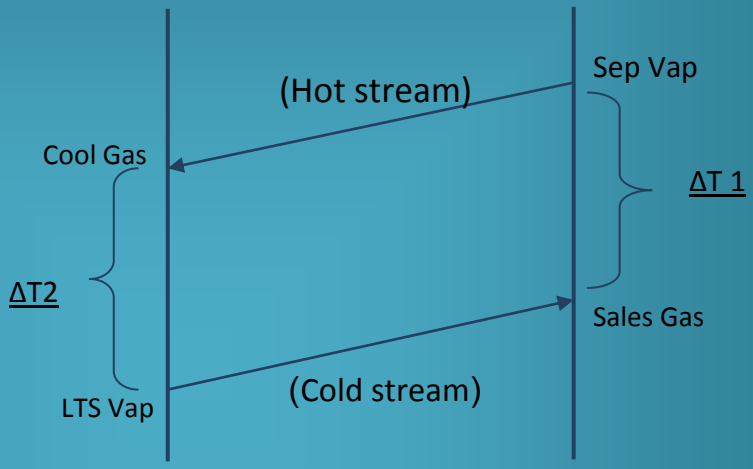
ونلاحظ أن قيمة UA فارغة، إذن لو أدخلنا لها قيمة ستنحل المشكلة، ولكننا ليس لدينا قيمة UA حتى نكتبها....

الحل يأتي من خلال معلوماتك الهندسية عن تصميم المبادل....

فاصل لتنشيط الذاكرة الهندسية

تذكر معي،

من مباديء تصميم المبادلات أن تعرف ماذا سيتم فيه انظر للشكل القادم وتذكر.....



وهناك ما يسمى بال driving force وهو ما يمثله ΔT1 و ΔT2 وهو فرق الحرارة بين ال streams الموضحة بالشكل.

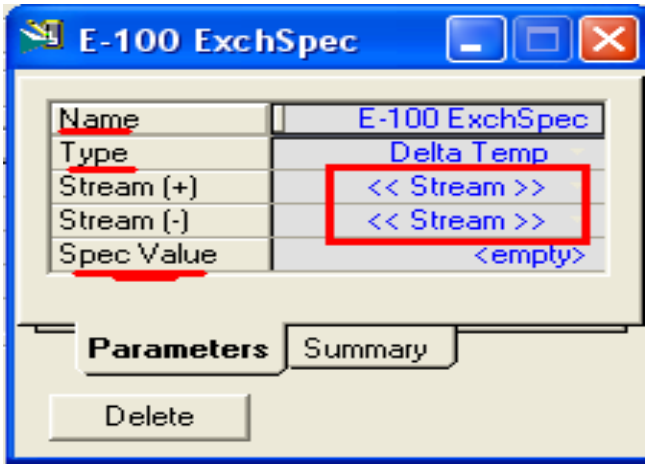
ومن أساسيات تصميم المبادل ألا تقل قيمة ΔT عن 15 أو 10 وذلك للحفاظ على ال driving force...

وهذا الأساس يكون لجميع المبادلات مهما كان الاستخدام.

إذن فإن Driving force هي مفتاح الحل لمشكلتنا.....

إذن ما علينا فعله هو إخبار البرنامج بأن قيمة ال ΔT تساوي 10 درجات، ولكن كيف؟

من نفس الصفحة التي أنت بها في نافذة خصائص المبادل (Design-Specs) قم بالضغط على Add وذلك لإضافة Specs جديدة.



في الخانة Name اكتب Hot side approach

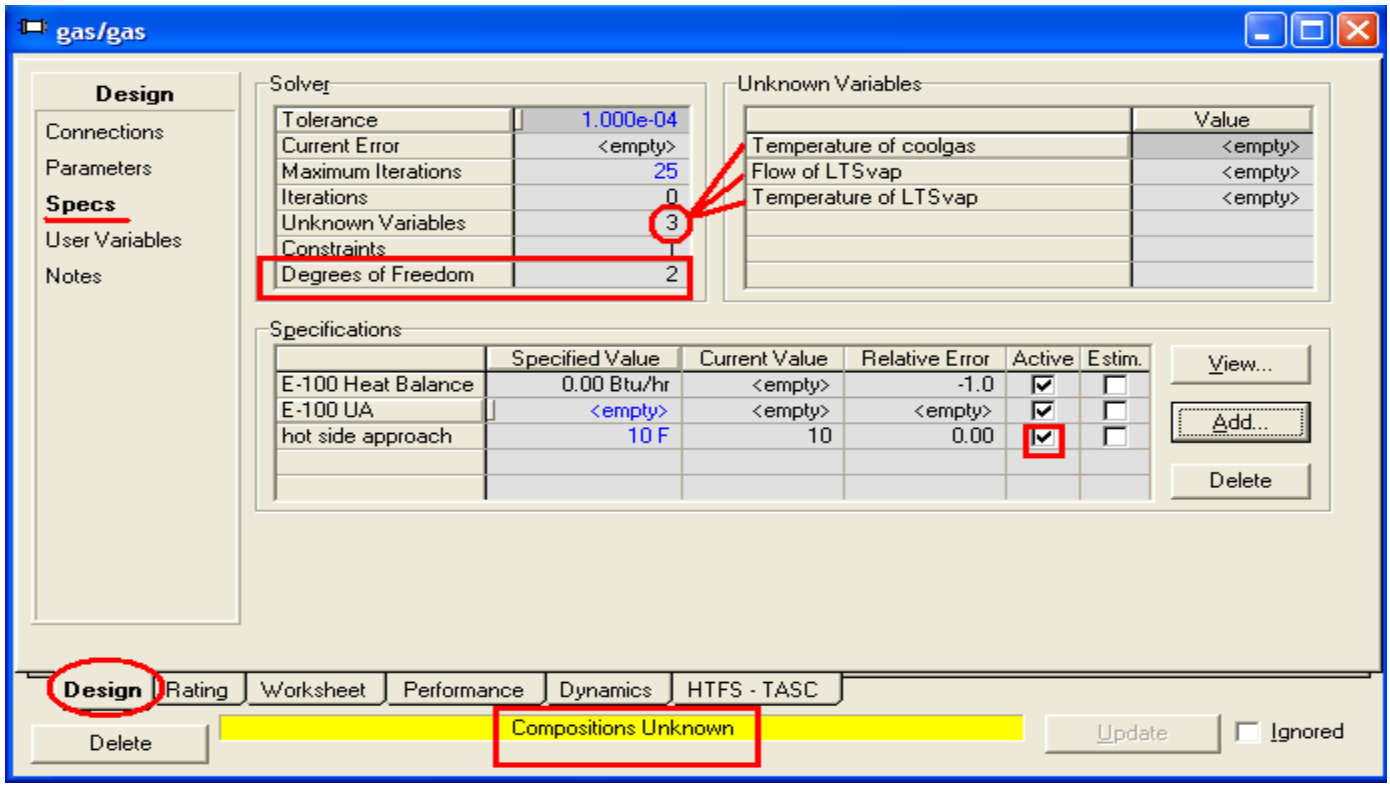
Type: نوع ال Specs هو هنا ال Driving force والتي يعبر عنها فرق درجات الحرارة لذلك اختار النوع Delta Temp.

Stream +: لتحديد ال stream الأعلى في درجة الحرارة (المراد تبريده) لذلك اختار Sep Vap.

Stream -: لتحديد ال Stream الأقل في درجة الحرارة (الذي تم تسخينه) لذلك اختار Sales gas.

Value: وهي قيمة ال Specs اكتب بها 10 ^{o}f.

بعد الانتهاء قم بإغلاق النافذة سيصبح المنظر لديك هو



تأكد من علامة صح أمام ال Specs الجديدة في خانة Active.

ولكن المبادل مازال لم يحل بعد !!!!!!

مازالت ال degree of freedom لا تساوي 0.

السبب في ذلك وجود عدة متغيرات مجهول قيمتها، وهي المشار لها في الصورة السابقة.

مرة أخرى أقول لك لا تقلق، هذه المشكلة ستزول الآن بعد خطوة واحدة وهي ضبط بيانات المبرد Chiller.

كما فعلنا مع المبادل وشرحنا اصل المشكلة من خلال معرفة فكرة العمل، فإننا نبدأ بمعرفة ما يفعله المبرد.

يستقبل المبرد stream بدرجة حرارة معينة، ثم يعمل على خفض درجة حرارته مستخدماً طاقة ما energy stream وهي ما تعرف بال Duty للمبرد.

لدينا في المثال درجة حرارة الدخول (وهي حرارة ال cool gas والتي ستحسب عند اكتمال حل المبادل) ويتبقى درجة حرارة الخروج وال Duty للمبرد، فإما أن يكون لدينا مبرد معروف قيمة ال duty له، أو لدينا هدف لدرجة حرارة الخروج ويتم حساب ال duty على أساسها.

إذا نظرت إلى بيانات المثال لن تجد هذه ولا تلك، ولكن بالتأمل أكثر في المطلوب، وبالخصوص في الخواص المطلوبة للغاز الناتج، ومنها ال Dew point، ستجد انه أعطى لنا مدى معين لدرجة الحرارة وهو الذي يجعل ال dew point لا تتعدى ال 15 عند 800 psia.

فحرارة الغاز عند خروجه من المبرد تؤثر بشكل مباشر على حرارة ال LTS separator وعلى الغاز الخارج من المبادل.

إذن الحل هو جعل درجة حرارة الغاز الخارج من المبرد تكون قليلة بدرجة تسمح لنا بتحقيق المطلوب لل dew point.

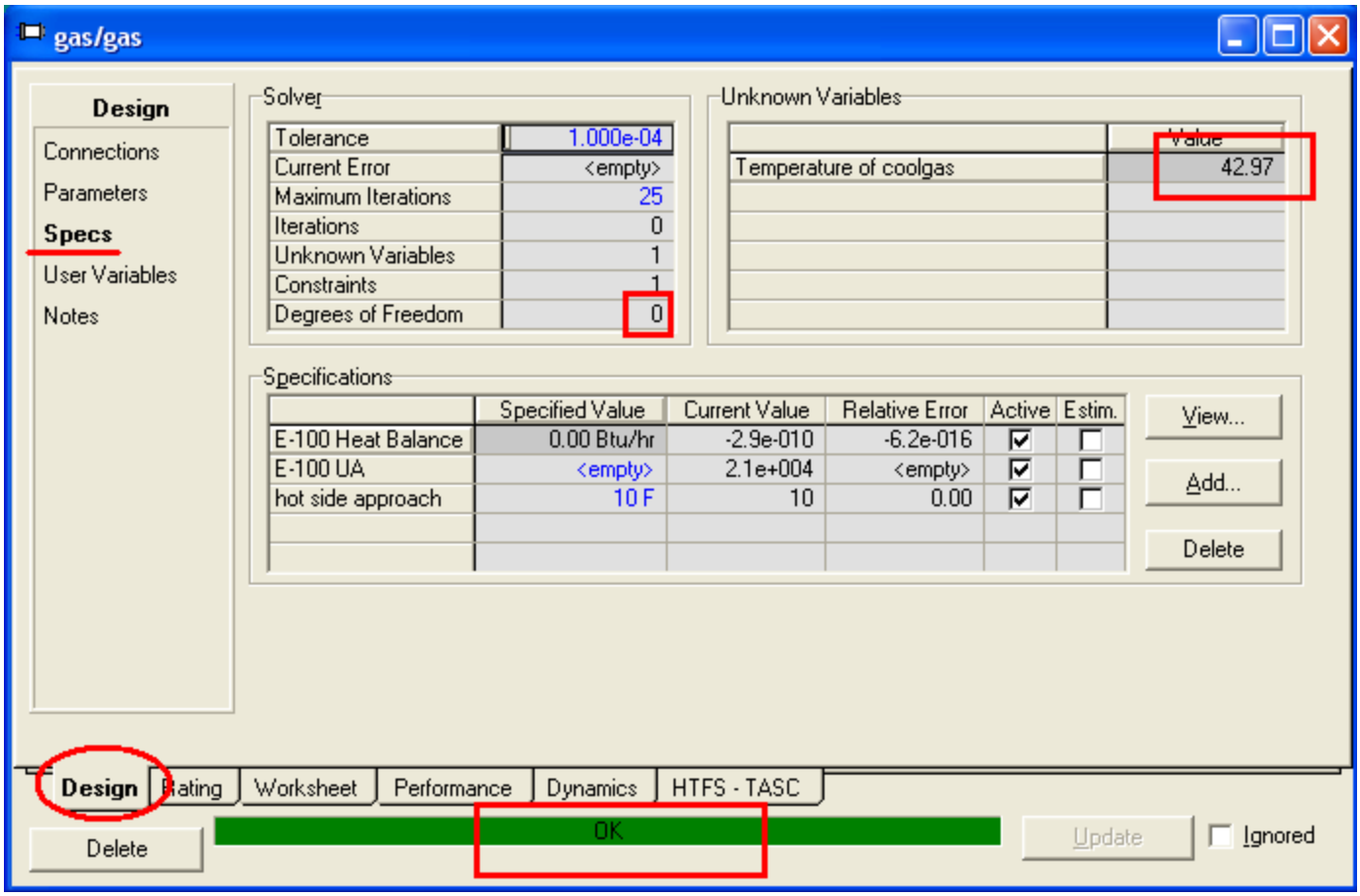
الحل: نفرض درجة حرارة الغاز الخارج من المبادل تساوي 0، وبعد ذلك نتأكد من درجة ال Dew point لنعرف صحة هذا الفرض من خطأه.

قم بفتح نافذة الخصائص للمبرد، ادخل درجة الحرارة تساوي 0.

مبروك

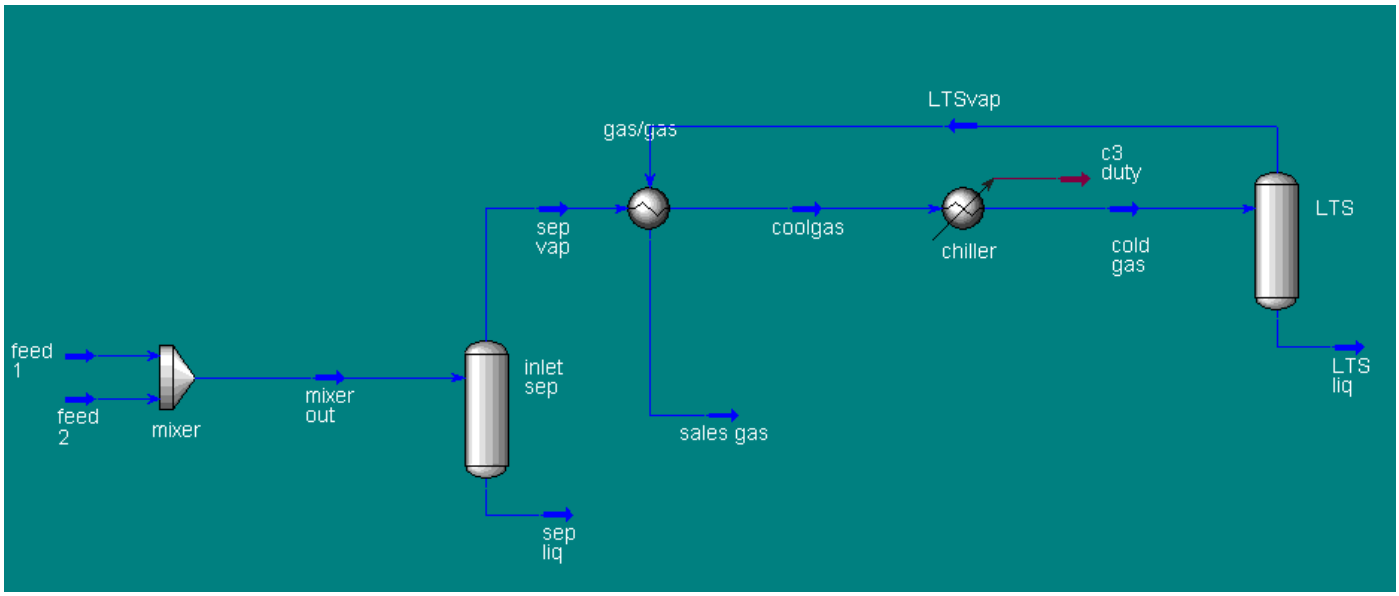
تم بالفعل حل جميع المجاهيل ولم يعد هناك شيء غير معروف.

قم بفتح نافذة الخصائص للمبادل، المفروض أن تحصل على الشكل التالي



بالفعل تم حساب المجهول، وال Degree of freedom تساوي الآن 0.

أغلق نافذة الخصائص، الشكل النهائي للمثال حتى الآن يكون كالتالي:



يمكنك ترتيب جميع ما على الشاشة بالسحب والإفلات (drag and drop).

المفروض الآن أن نقوم بعمل check على درجة ال Dew point للتأكد من صحة الفرض.

لعمل هذا يتطلب استخدام أداة جديدة يجب شرحها أولاً، سنقوم بشرحها في الفصل التالي (الفصل الرابع).

لذلك سنؤجل باقي المثال ليكون في الجزء الثاني من الفصل الرابع بعد شرح الأداة التي نحتاجها لإتمام المثال...

الفصل الرابع
الجزء الأول

Logical Unit Operation

بداية فإن الـ Logical Unit Operation كما يبدو من اسمها إنها أدوات تستخدم لتطبيق حالات حسابية منطقية كعمل الاتزان، أو استخدام تكرار الحسابات Iterations وغيرها من الحسابات التي نعجز عن القيام بها باستخدام الأدوات المعتادة.

فمثلاً أبراج الفصل separator تقوم بالفعل بعمل material balance لحساب البيانات الناقصة كنسبة المركبات في المنتج البخاري أو السائل، ولكن بفرض انك تريد عمل هذا الاتزان ولست بحاجة لبرج الفصل!

إذن المسألة أصبحت واضحة، فلا يقول احد مثلاً أريد تطبيق Logical UOPs لعمل material balance حول برج فصل ما، وذلك لأن البرنامج بالفعل قام بعمل ذلك و إلا ما كان يستطيع حل البرج.

كانت هذه مقدمة لنعرف ما هي ال Logical UOPs ومتى نستخدمها، والآن نبدأ باستعراض مجموعة من هذه الأدوات، وسنهتم بالأدوات الشائع استخدامها في حالات ال steady state وذلك لأن هناك العديد منها لن نستخدمه إلا في ال Dynamic state.

ملاحظة

هناك حالتان في البرنامج يكون العمل من خلالهم:

1. Steady state.
2. Dynamic state.

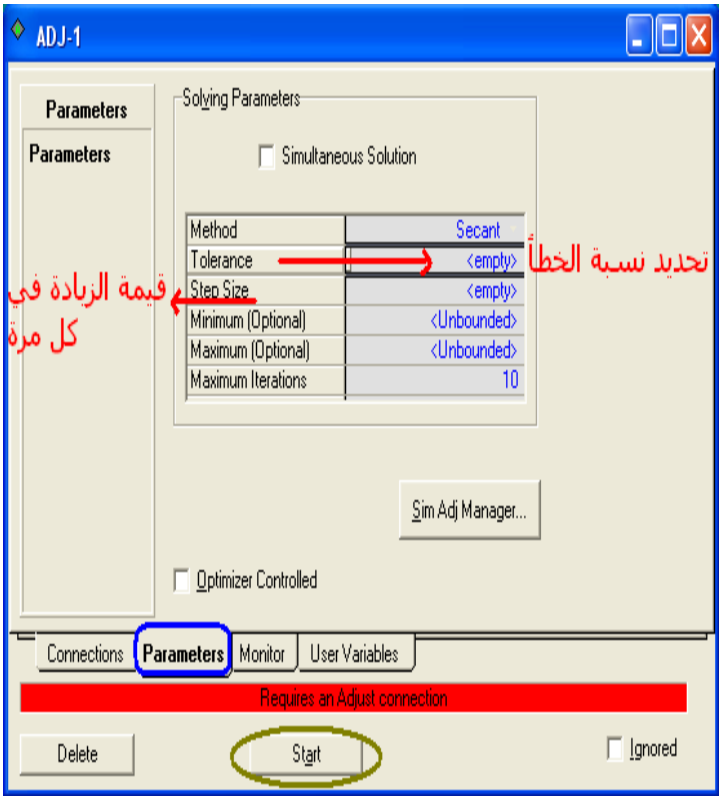
و ال steady state هي الحالة التي نعمل بها طوال الشرح وفي جميع الأمثلة وهى الحالة الافتراضية عند بداية حالة جديدة في البرنامج، وكما هو معروف تقوم على أساس عدم وجود تغير في المخرجات عن المدخلات مع الزمن أو من خلال ترسيب وخلافه (من المفترض انك تعلم الفرق بينهم)، وهي الأساس لل dynamic state وذلك لأن كل ما تحتاجه لبناء مثال في ال dynamic ستتعلمه في ال steady state، ولكن الفرق هو وجود بعض الزيادات الخاصة بجعل الحالة dynamic مثل ال valves و controls والتي تستخدم لمحاكاة التغيرات التي تحدث مع الوقت في العملية.

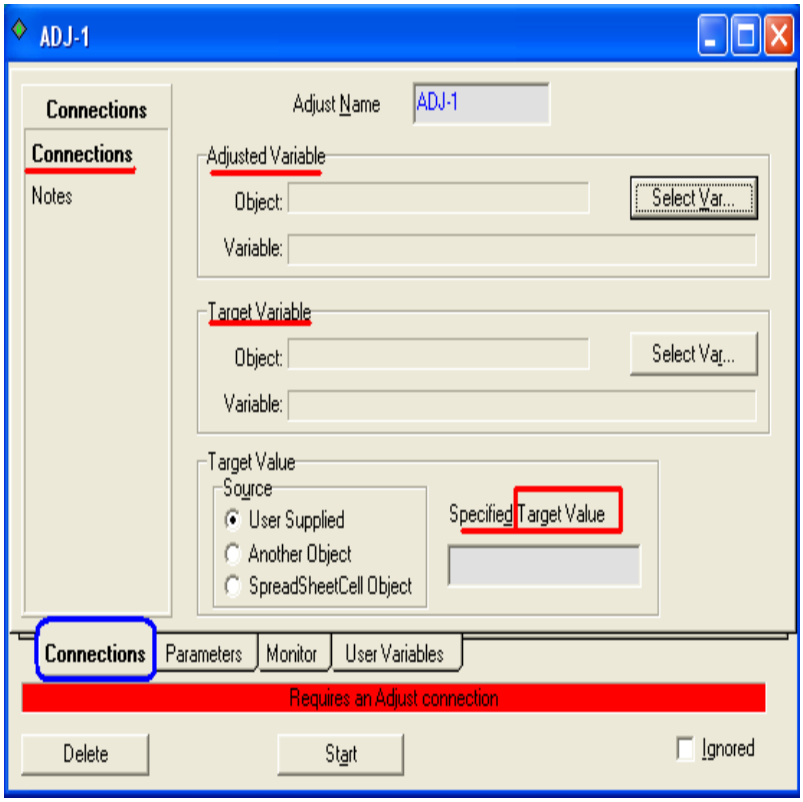
بمعنى انك ستجد انك تصمم المثال بطريقة عادية كما نفعل steady state ثم بعد ذلك تضع الأدوات الأخرى

1. ADJUST Operation:

وهي تعتبر من أكثر ال logical UOPs استخداماً، ونجدها في لوحة الأدوات بالشكل الموضح في العنوان (عموماً جميع ال logical UOPs توجد في أسفل لوحة الأدوات).

وتستخدم ال ADJUST لتعديل أو ضبط متغير ما يسمى (adjusted variable) حتى نصل بالمتغير المطلوب (target variable) إلى قيمة معينة، كعملية ال Iteration.
بصورة أكثر وضوحاً، عندما يكون لدي متغيرين X و Y مثلاً، ومن خلال المثال فإنه كلما تغيرت قيمة X فإن قيمة Y تتغير هي الأخرى، والمتغير المهم لدي هو Y بمعنى أنه هو المطلوب له قيمة محددة، فنستخدم ال ADJUST لتقوم بتغيير قيم متعددة لـ X حتى تصل إلى قيمة محددة لـ X تجعل Y بقيمته المطلوبة(Trial and Error).
يمكنك أيضاً استخدامها للوصول لقيمة X والتي تجعل قيمة Y = قيمة متغير آخر من نفس نوع Y + فرق محدد في القيمة.





أخيراً، هناك ملحوظة مهمة عن هذه الأداة يجب مراعاتها وهي: المتغير الذي يتم ضبطه adjusted variable يجب أن تكون قيمته موجودة بالفعل وليست قيمة سيتم حسابها.

2. SET Operation:

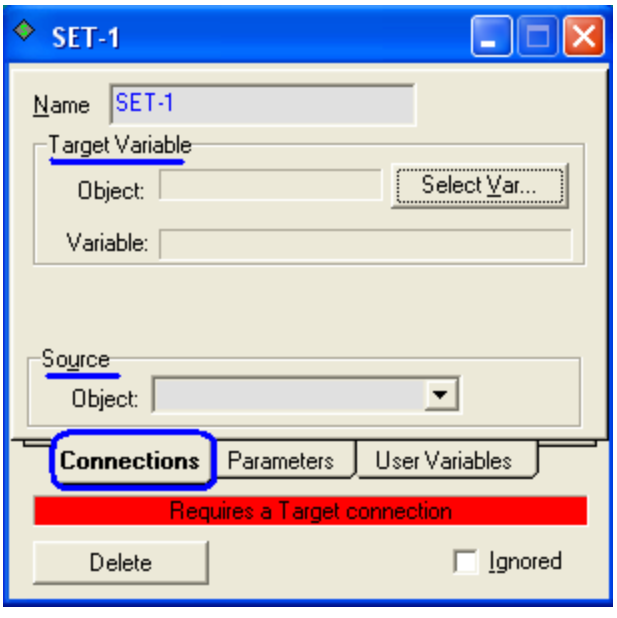
تستخدم ال SET لوضع قيمة متغير لعملية معينة (process variable) بدلالة متغير عملية أخرى من نفس نوعه.

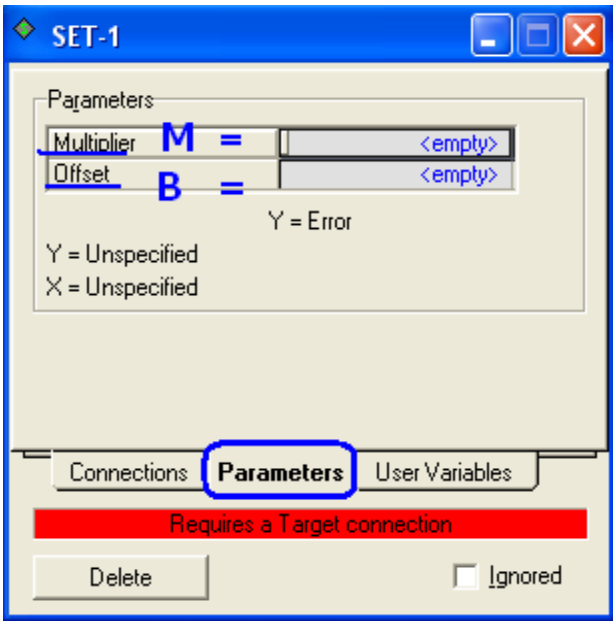
وللتوضيح أيضاً نفترض المثال التالي:
نفرض أن لدينا في إحدى العمليات خطين غاز Gas Streams ونريد دائماً أن يكون ضغط الخط الأول مساوياً لضعف ضغط الخط الثاني، في هذه الحالة نستخدم ال SET operation.
و القول بأنه من نفس النوع يعني إذا كان الأول حرارة يكون الثاني حرارة، ولو الأول ضغط يكون الثاني ضغط، وهكذا.

ويكون ضبط القيمة المطلوبة من خلال القانون التالي:

$$Y = MX + B$$

حيث:
Y: هو المتغير المطلوب target
X: هو المتغير الذي يحسب القيمة من خلاله source.
M و B ثوابت يتم تحديد قيمهم

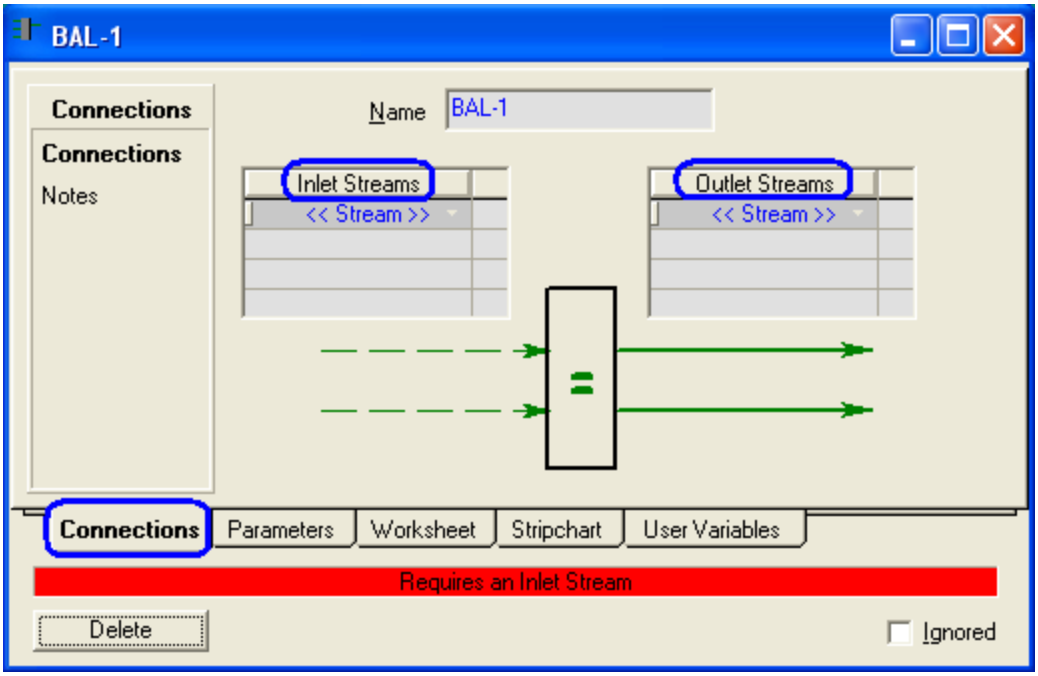


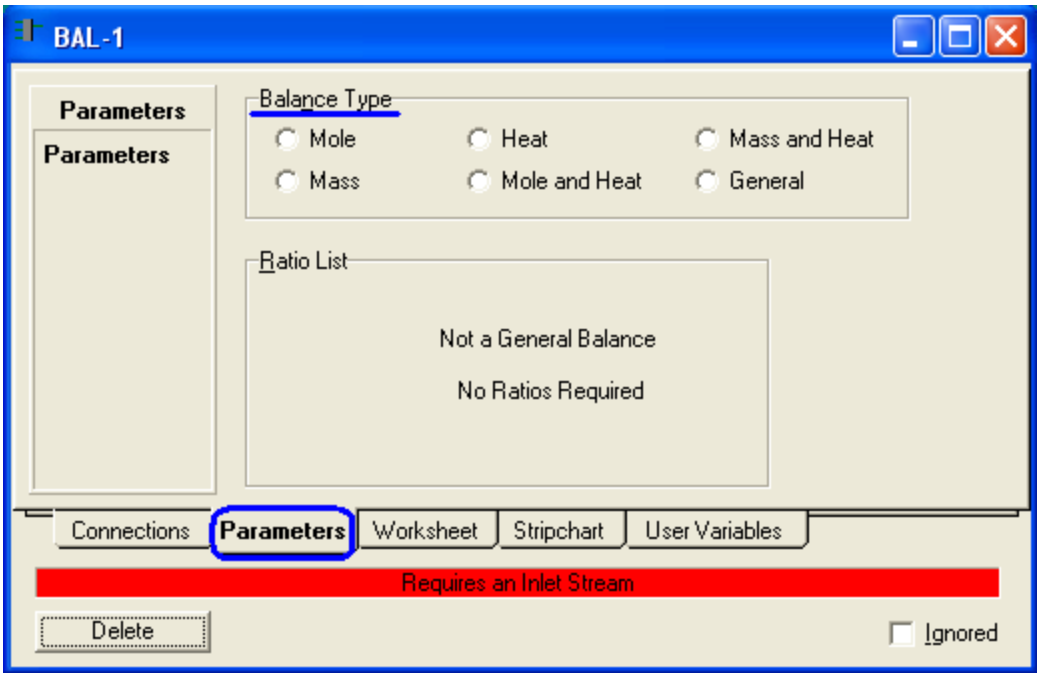


3. BALANCE Operation:

تستخدم لعمل اتزان إما حراري أو كتلي.... Mole, Mass, Heat, or general balance
وذلك عندما يكون لدينا مجهول ما مثل: flow, composition, energy, .. Etc.

وتذكر أننا نلجأ إلى هذه الأداة عندما نرغب في عمل اتزان دون الحاجة لأداة أخرى مثل أبراج الفصل.

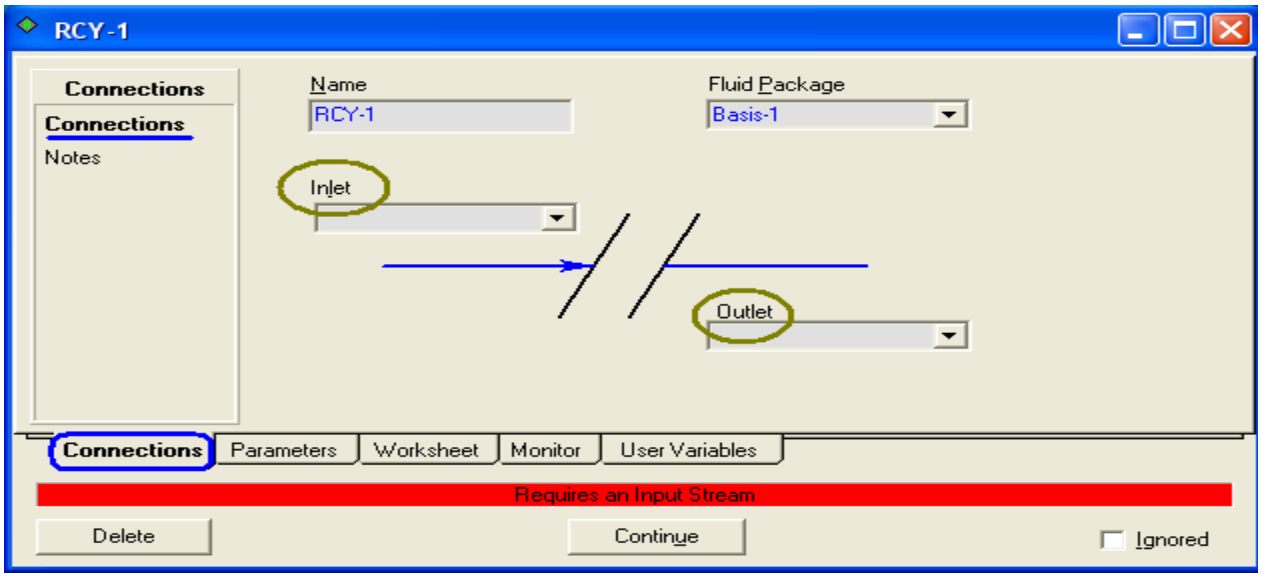


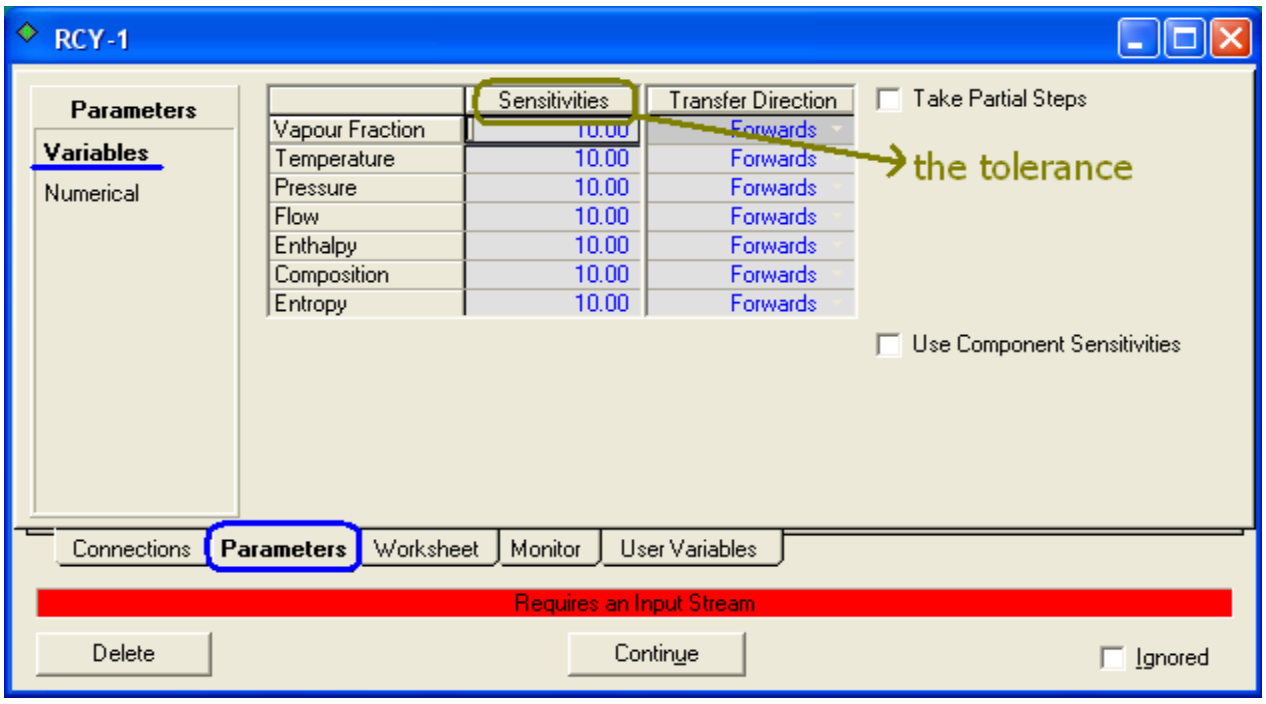


4. RECYCLE Operation:

وكما يظهر من اسم الأداة فإنها تستخدم في حالة الرغبة في عمل recycle، وهى عملية معروفة لإرجاع stream معين ليعاود الدخول في التغذية feed مع ال stream الأساسي.

ويجب أن تكون الوحدة معلوم كافة بياناتها (بما فيها ال recycle stream) وبعد ذلك نصل هذا ال recycle stream بال Recycle Operation ليكون الداخل لها، ونوصل الخارج بالمكان الذي نريد وضعه فيه، فتقوم هذه الأداة مرة أخرى بإعادة حل الوحدة لتعين قيمة جديدة لل stream الذي يعاد تدويره تناسب المكان الذي وضع به.





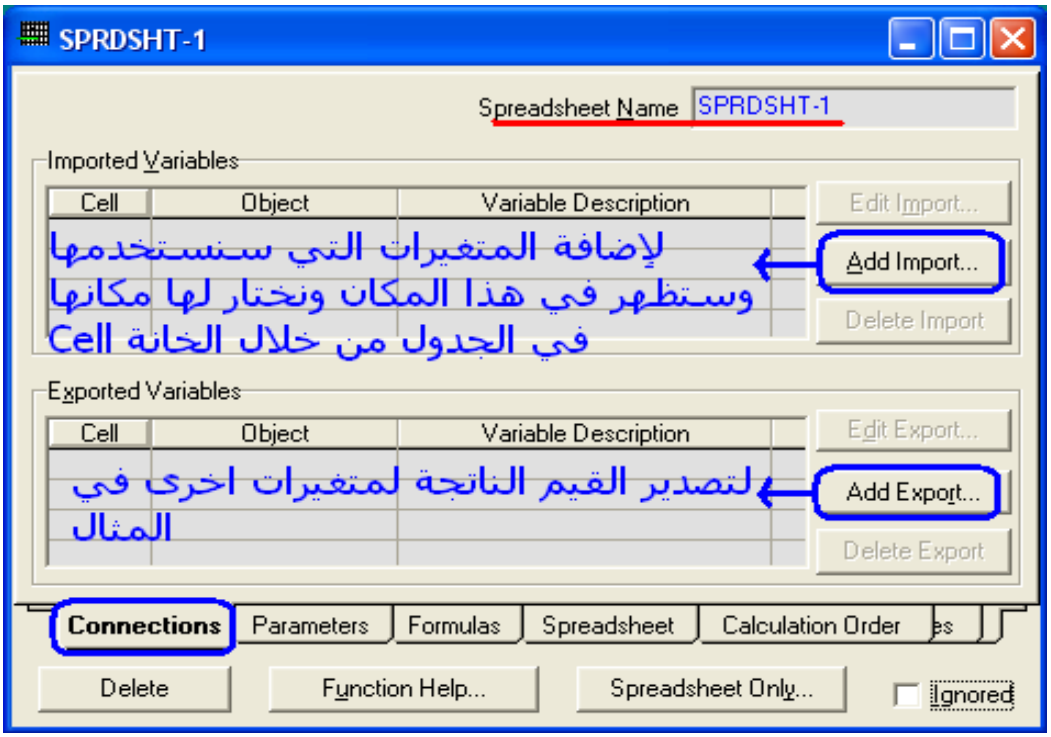
5. SPREAD SHEET Operation:

أيضاً هذه الاداة تظهر وظيفتها من اسمها Spread sheet، وكما هو معروف فإن برنامج MS EXCEL هو اشهر مثال على برامج ال spread sheet، إذن فهذه الاداة لها نفس وظيفة برنامج الاكسيل وامثاله تساعدك على تطبيق هذه الوظائف داخل التصميم.

تستطيع من خلال هذه الأداة إدخال قيمة أي متغير في المثال، وتطبق عليه ما تشاء من العمليات الحسابية المختلفة وتحصل على الناتج، بل وتستطيع أيضاً تصدير القيمة الناتجة لتكون قيمة لمتغير آخر في المثال.

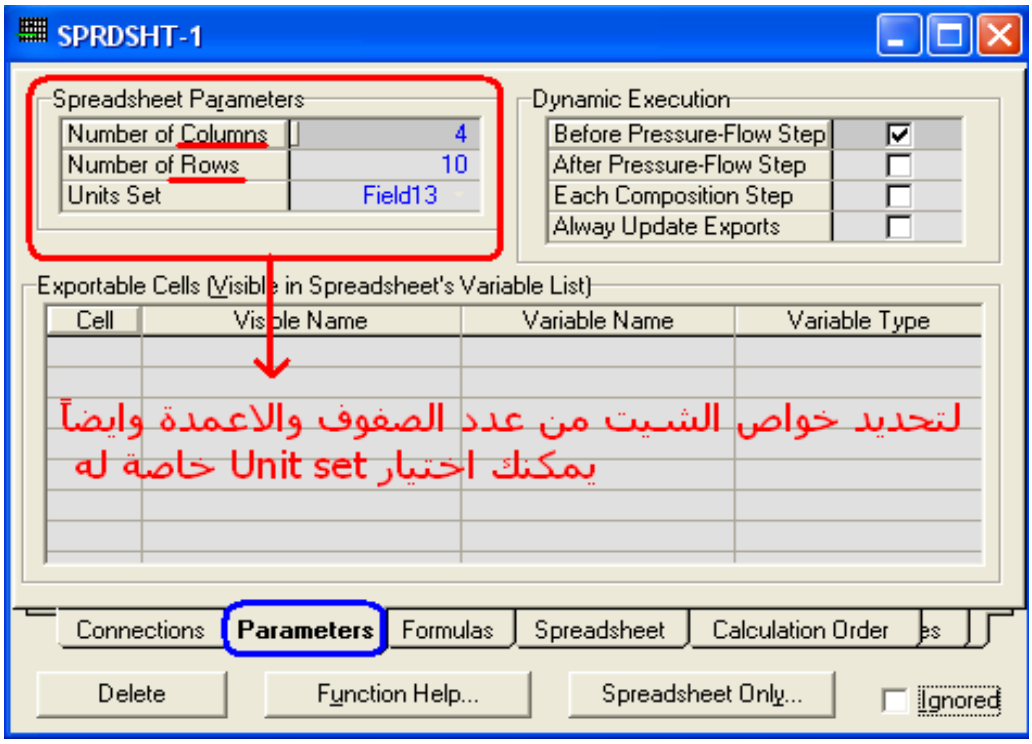
توفر لك هذه الأداة كم كبير من العمليات الحسابية التي يمكنك إجرائها، بل وأيضاً بها الحسابات المنطقية مثل > و < و أيضاً جملة IF THEN ELSE المشهورة.

وتذكر أنه بقدر معرفتك لهذه العمليات من خلال البرامج الأخرى مثل الإكسيل بقدر ما ستتمكن من إنجاز هذه العمليات في هذه الأداة.

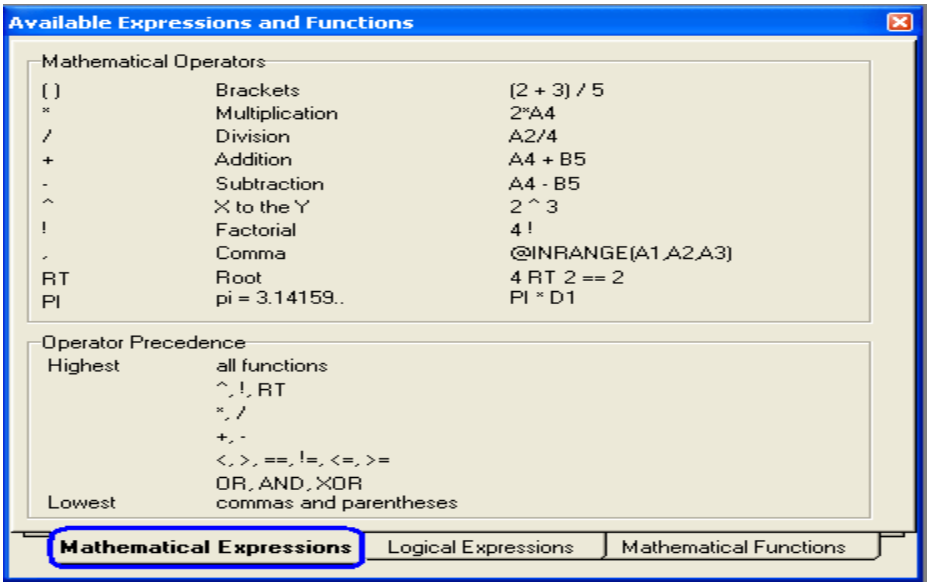


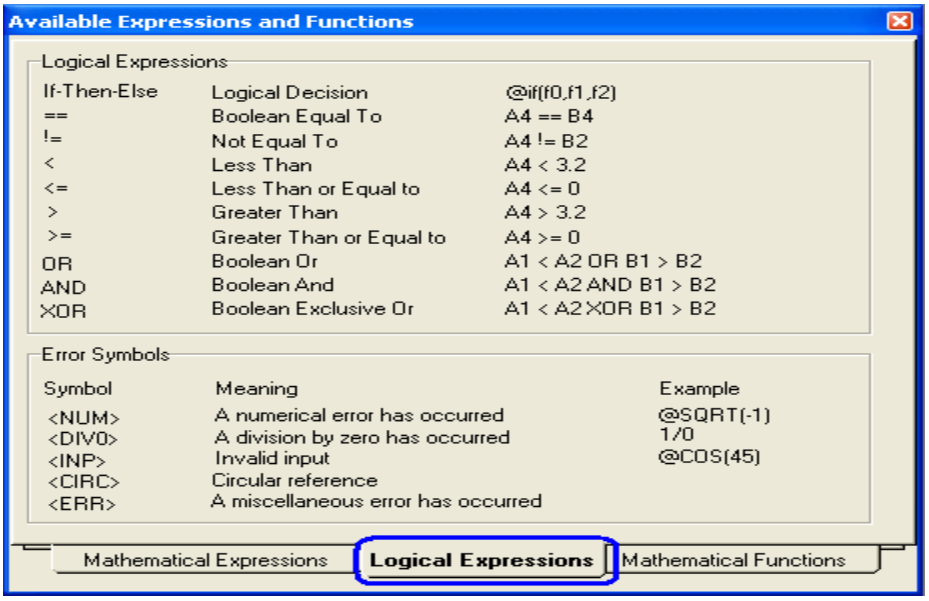
ملحوظة:

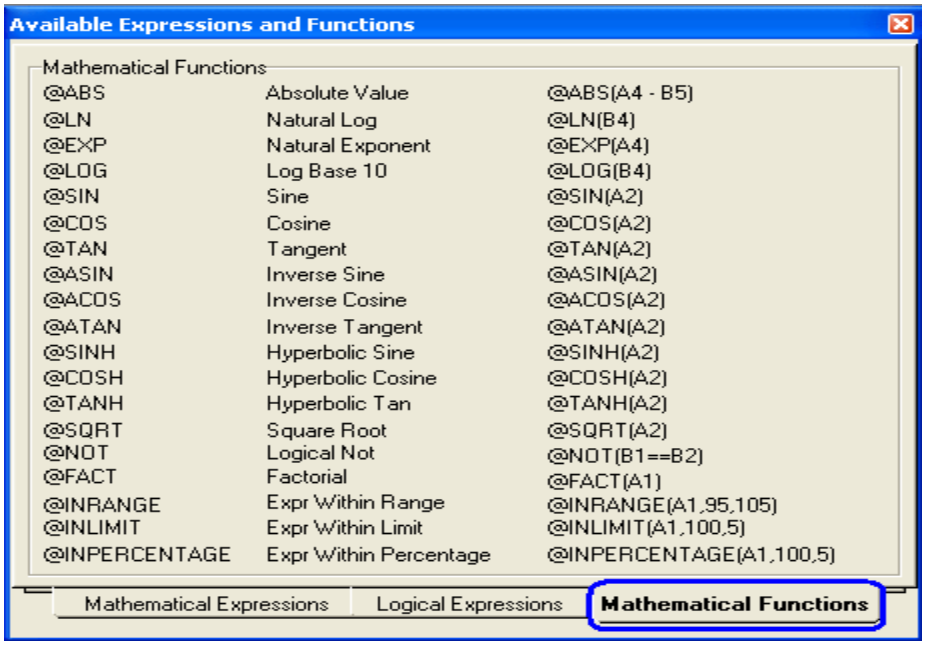
لا يمكن تصدير سوى القيم التي تم حسابها، ولا يمكن تصدير القيمة المستوردة.



بالضغط على Function Help يظهر لنا كافة المعادلات التي يمكن كتابتها كما بالشكل التالي:


Available Expressions and Functions
Mathematical Operators
( ) Brackets (2 + 3) / 5
* Multiplication 2*A4
/ Division A2/4
+ Addition A4 + B5
- Subtraction A4 - B5
^ X to the Y 2 ^ 3
! Factorial 4 !
, Comma @INRANGE(A1,A2,A3)
RT Root 4 RT 2 == 2
PI pi = 3.14159.. PI * D1
Operator Precedence
Highest all functions
^, !, RT
*, /
+, -
<, >, ==, !=, <=, >=
OR, AND, XOR
Lowest commas and parentheses
Mathematical Expressions
Logical Expressions
Mathematical Functions


Available Expressions and Functions
Logical Expressions
If-Then-Else Logical Decision @if(f0,f1,f2)
== Boolean Equal To A4 == B4
!= Not Equal To A4 != B2
< Less Than A4 < 3.2
<= Less Than or Equal to A4 <= 0
> Greater Than A4 > 3.2
>= Greater Than or Equal to A4 >= 0
OR Boolean Or A1 < A2 OR B1 > B2
AND Boolean And A1 < A2 AND B1 > B2
XOR Boolean Exclusive Or A1 < A2 XOR B1 > B2
Error Symbols
Symbol Meaning Example
<NUM> A numerical error has occurred @SQRT(-1)
<DIV0> A division by zero has occurred 1/0
<INP> Invalid input @COS(45)
<CIRC> Circular reference
<ERR> A miscellaneous error has occurred
Mathematical Expressions
Logical Expressions
Mathematical Functions


Available Expressions and Functions
Mathematical Functions
@ABS Absolute Value @ABS(A4 - B5)
@LN Natural Log @LN(B4)
@EXP Natural Exponent @EXP(A4)
@LOG Log Base 10 @LOG(B4)
@SIN Sine @SIN(A2)
@COS Cosine @COS(A2)
@TAN Tangent @TAN(A2)
@ASIN Inverse Sine @ASIN(A2)
@ACOS Inverse Cosine @ACOS(A2)
@ATAN Inverse Tangent @ATAN(A2)
@SINH Hyperbolic Sine @SINH(A2)
@COSH Hyperbolic Cosine @COSH(A2)
@TANH Hyperbolic Tan @TANH(A2)
@SQRT Square Root @SQRT(A2)
@NOT Logical Not @NOT(B1==B2)
@FACT Factorial @FACT(A1)
@INRANGE Expr Within Range @INRANGE(A1,95,105)
@INLIMIT Expr Within Limit @INLIMIT(A1,100,5)
@INPERCENTAGE Expr Within Percentage @INPERCENTAGE(A1,100,5)
Mathematical Expressions
Logical Expressions
Mathematical Functions

وجميع المعادلات يجب أن تسبق إما بعلامة الجمع + أو بالعلامة @، وتكون علامة + قبل العمليات العادية مثل الجمع والضرب والأس، وعلامة @ للعمليات الخاصة و الدوال المثلثية وما شابه.

مثال:

لضرب قيمة خليتين ولتكن A1 , B1 تكتب +A1*B1

لحساب قيمة الخلية A1 مرفوعة لأس الخلية B1 تكتب +A1^B1

لحساب الجذر التربيعي للخلية A1 تكتب @SQRT(A1)

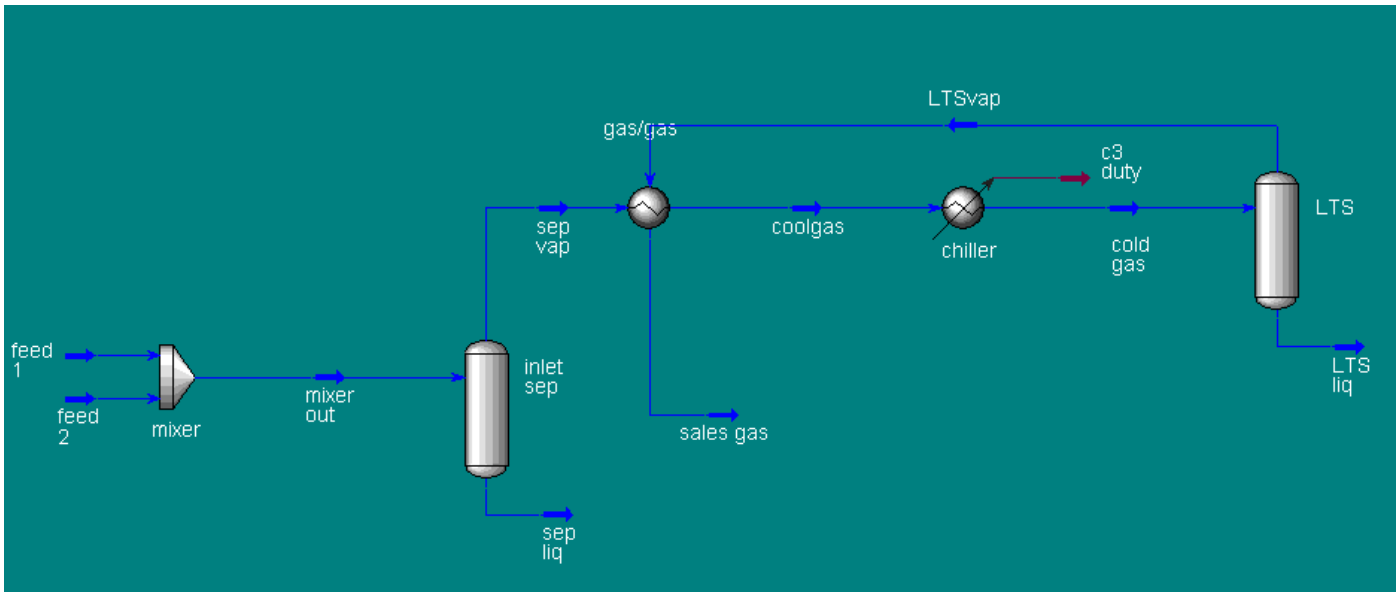
لحساب لوغاريتم الخلية A1 تكتب @LOG(A1)

وهكذا.

الفصل الرابع
الجزء الثاني

إنهاء مثال معالجة الغاز الطبيعي

وصلنا في نهاية الفصل الثالث في مثال معالجة الغاز إلى أن حصلنا على الغازsales gas خارج من المبادل gas/gas وكان شكل الوحدة كما يلي:



الخطوة التالية هي التحقق من قيمة ال dew point للغاز الناتج، ولعمل هذا سنستخدم أداة ال Balance Operation، ولكن السؤال هنا :

ما هو نوع الاتزان Balance الذي سنستخدمه؟ ولماذا؟؟

للإجابة على هذا السؤال نتذكر سوياً المعلومات التالية ثم نجيب على السؤال...

فاصل لتنشيط الذاكرة الهندسية

Dew point temperature: هي درجة الحرارة التي عندها أول قطرة سائل تبدأ في التكون.

From Dalton's law:

$P_i = Y_i * P$

Form Raoult's law:

$P_i = X_i * P_{vi}$

Where:

P_i = partial pressure of component i.

P = total pressure of the system.

P_{vi} = vapor pressure of component i.

Y_i = mole fraction of component I in the gas phase.

X_i = mole fraction of component I in the liquid phase.

At equilibrium:

$Y_i * P = X_i * P_{vi}$

$Y_i = K_i * X_i$ where $K_i = P_{vi} \setminus P$

At Dew point:

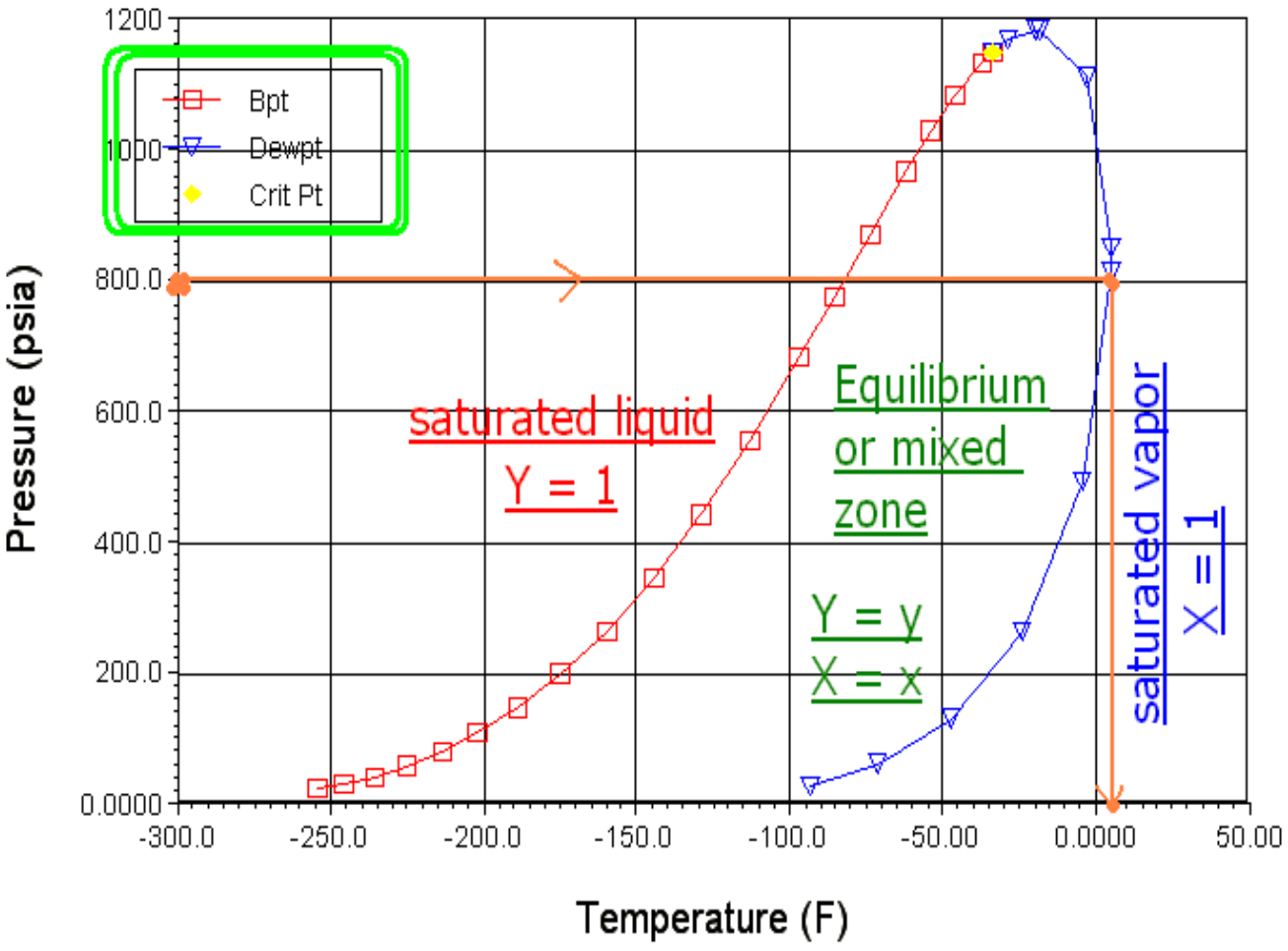
$$\sum X_i = 1 = \sum \frac{Y_i}{K_i}$$

إذن فالمطلوب الوصول للحالة التي بها الغاز كله في الحالة الغازية والي عندها تحسب الDew point ولكن دون التغيير في تركيب الغاز، فقط الوصول لحالة saturated vapor.

إذن فنوع الاتزان سيكون Mole Balance، وذلك للوصول لأن يكون $X_i = 1$ ، وهو الحالة التي عندها تكون درجة الحرارة هي درجة حرارة ال dew point.

الحالة المطلوبة	الحالة الأساسية
Temp. = ??? (dew point) Press. = 800 psia X = 1	Temp. = 50 f Press. = 570 psia X = 1

يمكنك فهم المقصود أكثر من خلال الصورة التالية (المنحنى خاص بال sales gas stream)



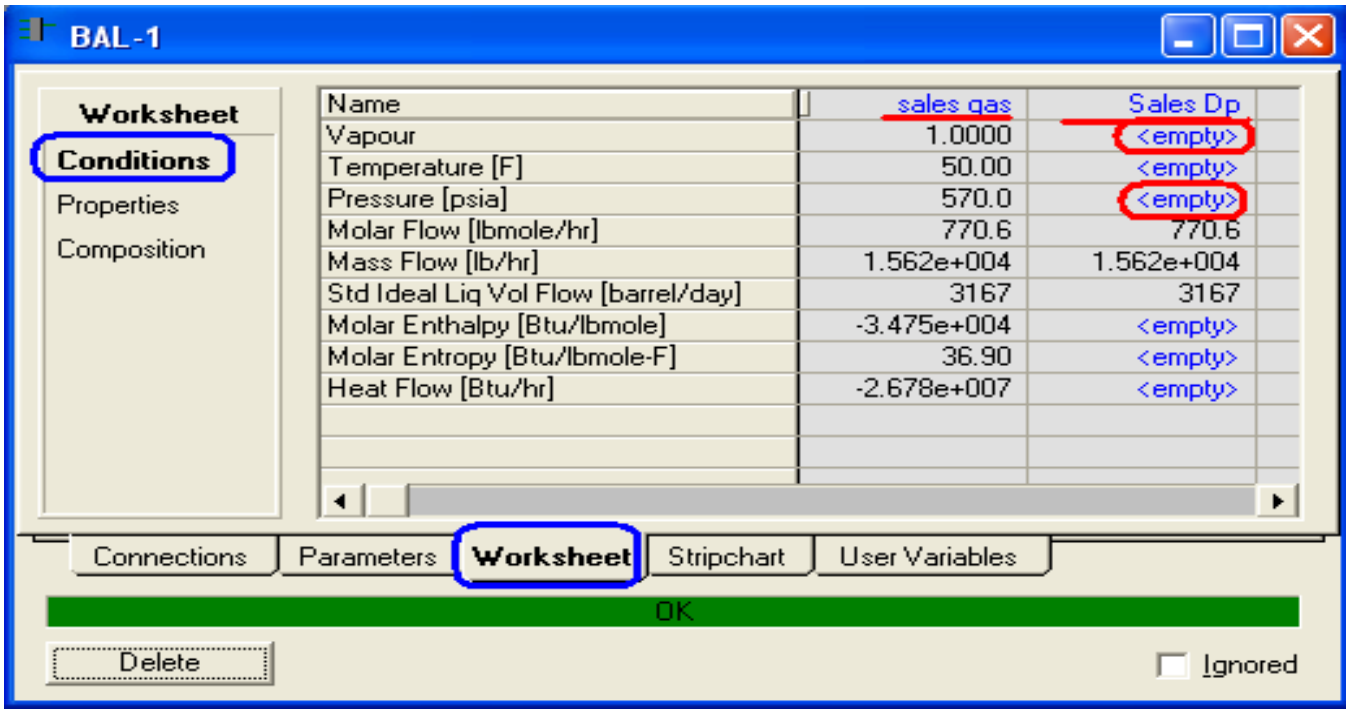
أعتقد الآن أنه أصبح واضحاً ما سيتم عمله ولماذا، فلنبدأ بالتنفيذ...

1. قم بإضافة Balance Operation.
2. اختار sales gas ليكون Inlet steam.
3. اكتب sales DP ليكون اسم ال Outlet stream.
4. اختار نوع الاتزان ليكون Mole.

*إذا لم تكن تعرف كيف تفعل ذلك، راجع الجزء الأول من هذا الفصل.

إلى هنا ستظهر لنا ال Balance أنه تم الحسابات OK ، ولكن لم يحسب ما هو مطلوب.

اذهب إلى Work sheet ستجد الشكل التالي:



تحت ال sales DP:

قم بإدخال قيمة vapour = 1 (X=1)، كذلك ادخل الضغط يساوي 800 psia.

تم بالفعل حساب كافة البيانات المتبقية لل sales DP، بما فيهم درجة الحرارة والتي تعبر عن درجة حرارة ال dew point كما سبق و وضحنا.

درجة حرارة ال dew point التي تم حسابها = 5.269 ^{O}f

هذه القيمة جيداً جداً، حيث أن المطلوب ألا تتعدى 15 ^{O}f، فوصولها إلى 5 يعنى المزيد من الأمان وعدم تكون سائل عند الضغط المعطى.

ولكن ما معنى أنها وصلت إلى 5 درجات؟؟

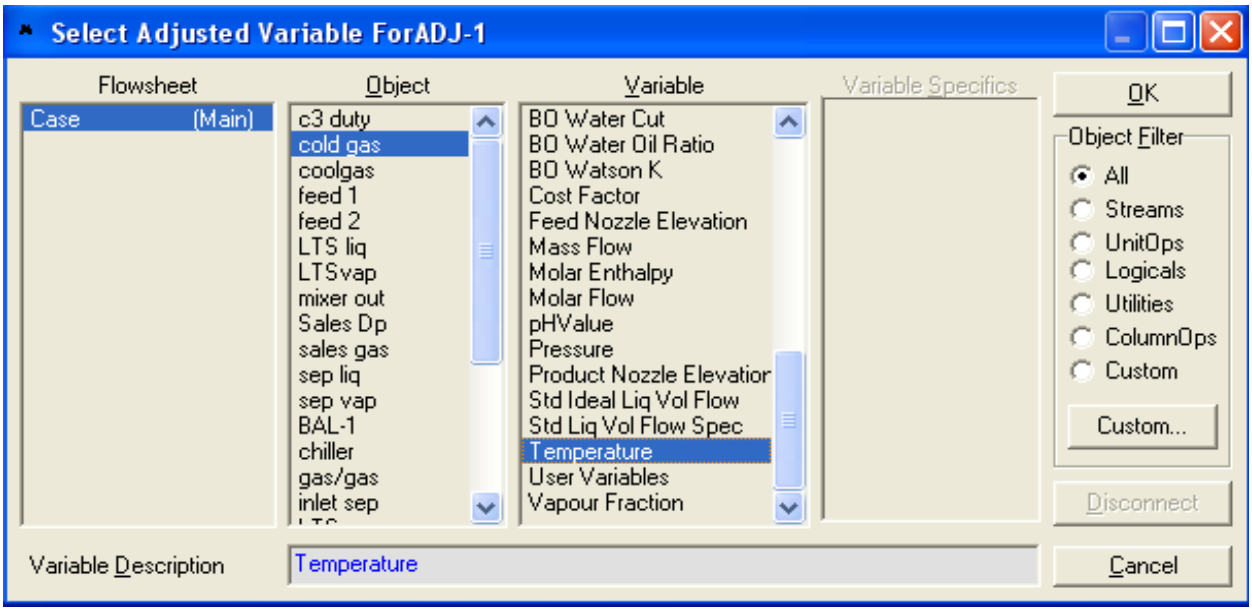
معنى ذلك أن عملية فصل المركبات الثقيلة في ال LTS كانت بكفاءة عالية، وعملية التبريد في المبرد كانت بدرجة أعلى، والمشكلة في هذا كله هي التكاليف، التكاليف الخاصة بزيادة عملية التبريد في المبرد.

يمكننا ترك ذلك ولكن العملية تكون غير اقتصادية، لذلك المطلوب الآن هو تقليل تكاليف التبريد لتصبح العملية اقتصادية وفي نفس الوقت نحافظ على ال dew point ألا تتعدى 15.

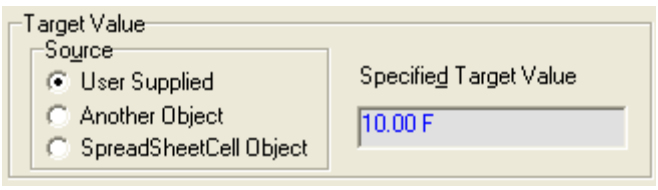
تكاليف التبريد هذه تتلخص في درجة حرارة الخارج من المبرد فكلما كانت الحرارة منخفضة كانت ال duty كبيرة أي التكاليف عالية، لذلك لتقليل التكاليف سنزيد حرارة الخارج من المبرد قليلاً.

لعمل ذلك سنستخدم ال Adjust operation (راجع الجزء الأول من هذا الفصل).

1. قم بإضافة Adjust Operation.
2. من مجموعة Adjusted variable اضغط على زر Select var.. واختار ال Object ليكون Cold gas ثم اختار ال variable ليكون temperature كما بالصورة:



3. كرر الخطوة السابقة مع ال target variable ليكون sales DP و Temperature.
4. حدد قيمة ال target value لتكون 10.
(10 درجات قيمة جيدة لتكون لل dew point مع تكاليف معقولة)



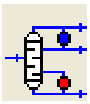
5. اضغط على Start، تمت الحسابات.

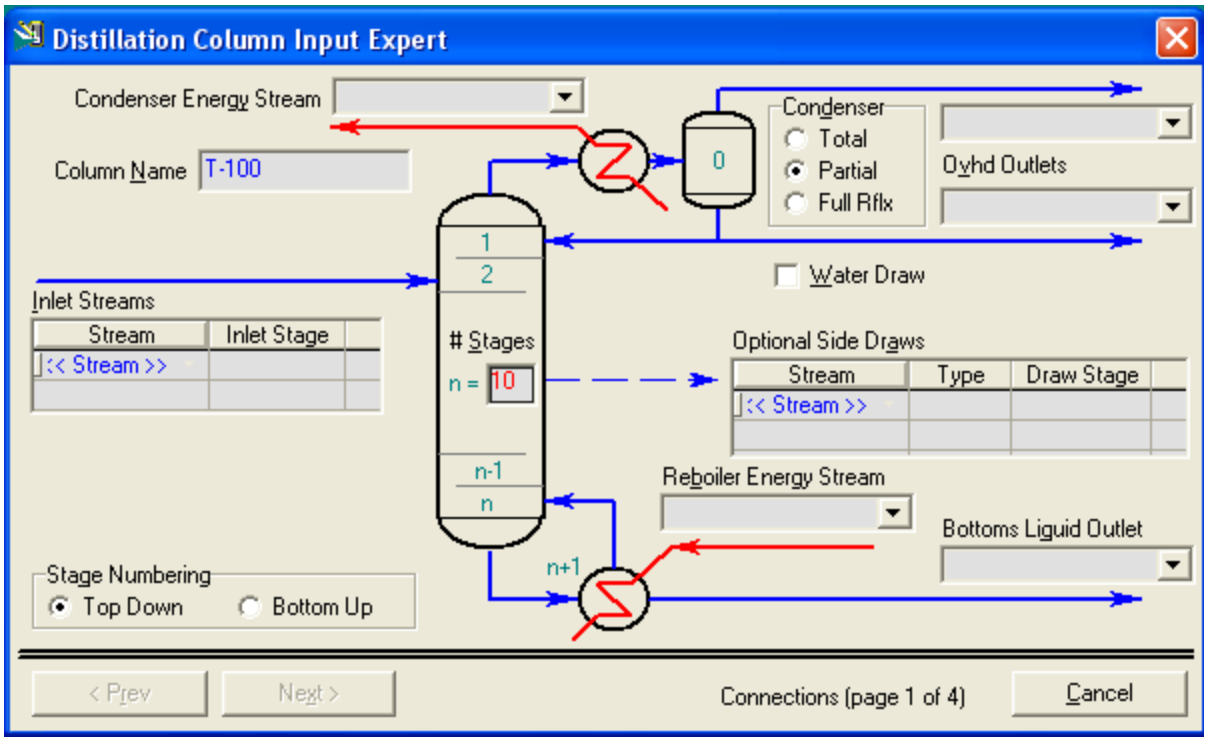
قامت ال Adjust بتغيير درجة حرارة ال cold gas stream لتصبح 4.45 بدلاً من 0 لتصبح درجة حرارة ال sales DP تساوي 10 درجات.

إلى هنا تم الانتهاء تماماً من الجزء الخاص بالغاز، الخطوة التالية هي استكمال الوحدة الخاصة بالسوائل الناتجة.

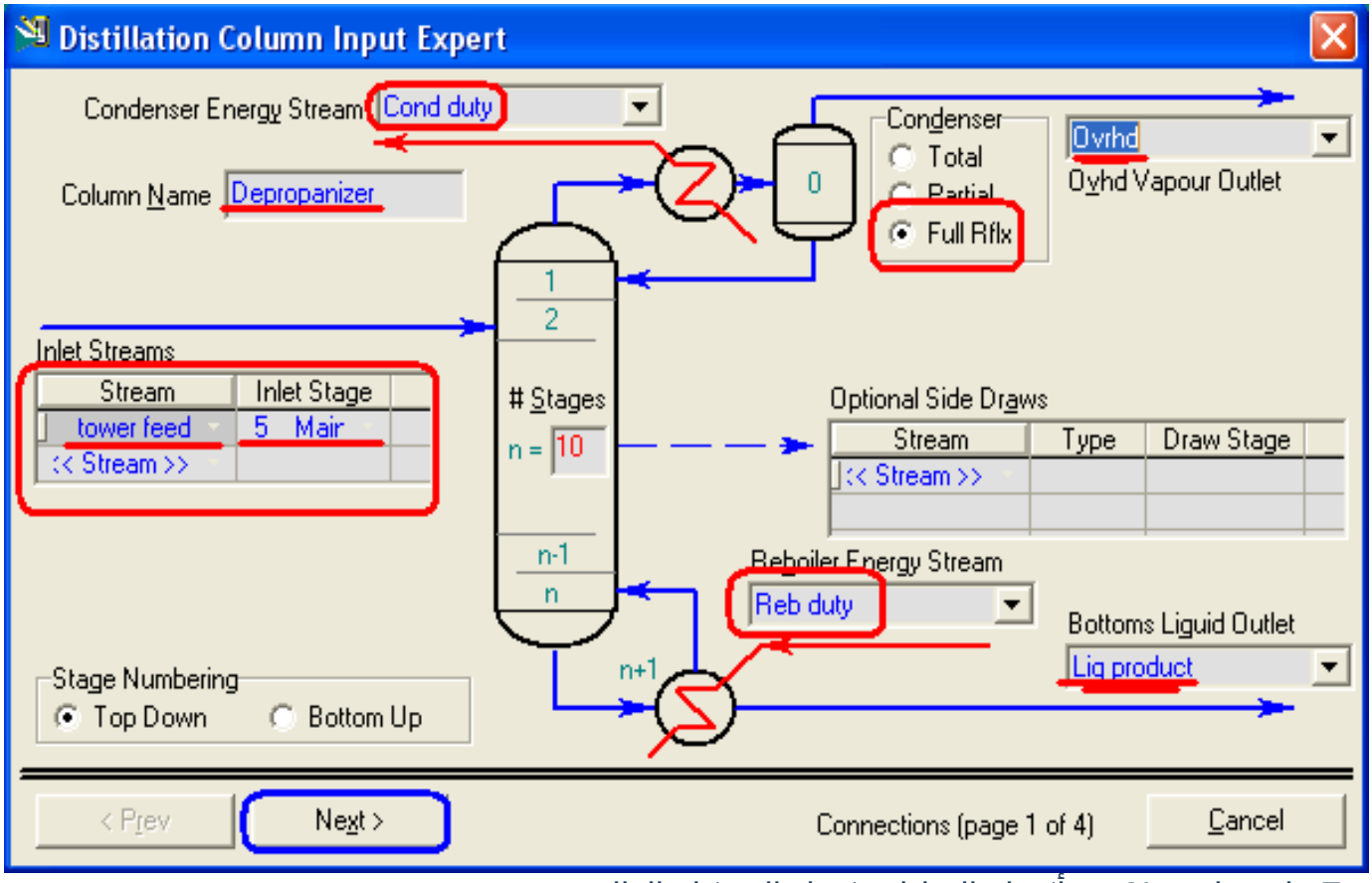
إضافة برج ال De-propanizer

نتيجة التبريد وعملية الفصل في ال separators فإن المركبات الثقيلة تم فصلها عن الغاز في صورة سائلة، والمطلوب الحصول على هذا السائل كمنتج له نسبة بروبان محددة، وسيتم ذلك من خلال برج نزع البروبان depropanizer.

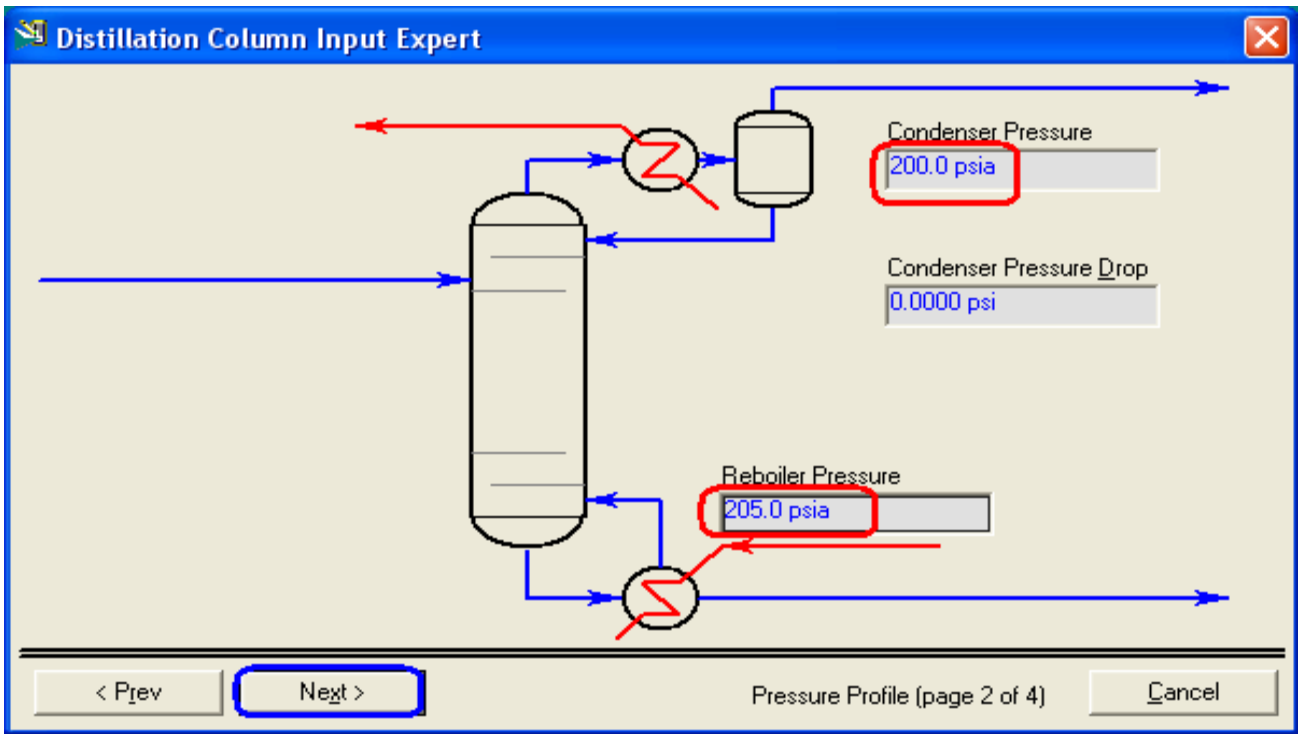
1. قم بإضافة mixer.
2. اختار كلاً من Sep Liq و LTS Liq ليكونا ال inlet للmixer .
3. اكتب اسم ال Outlet ليكون tower feed.
4. قم بإضافة برج تقطير بغلاية ومكثف، ورمز هذا البرج في لوحة الأدوات هو 
5. اضغط دبل كليك على البرج لفتح نافذة الخصائص ليظهر الشكل التالي:



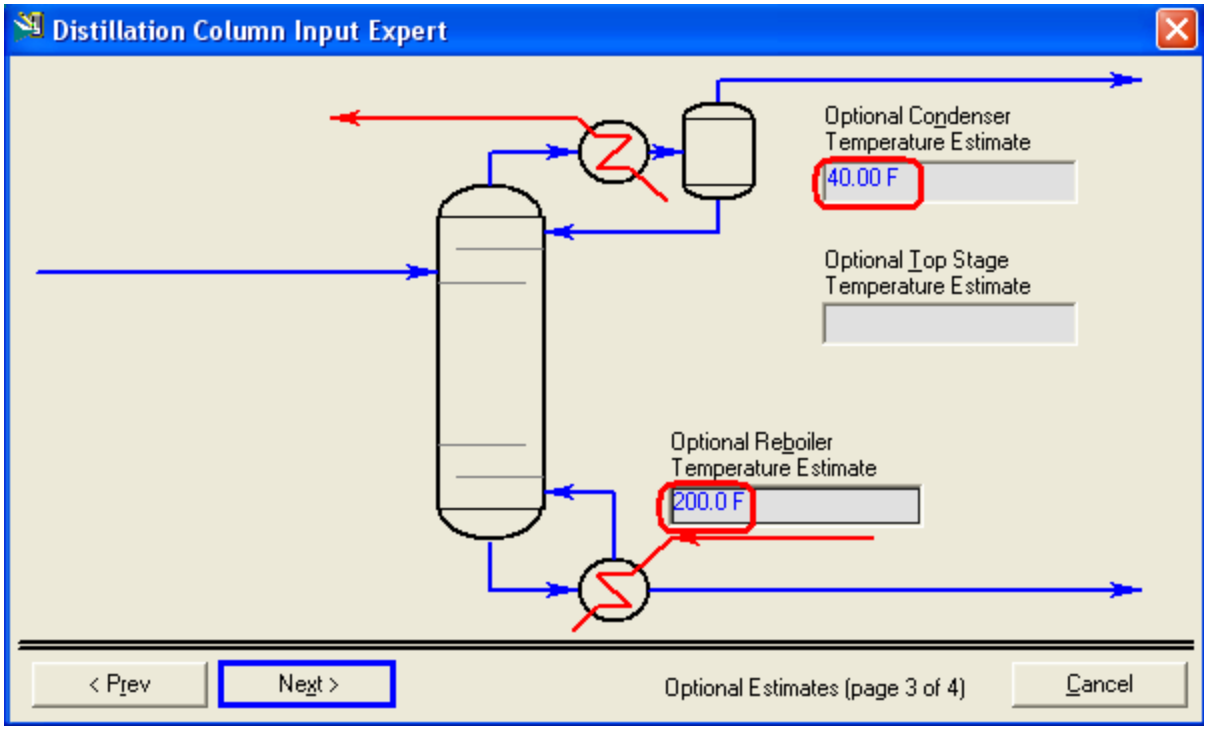
6. قم بتعديل القيم لتكون كما بالشكل التالي:



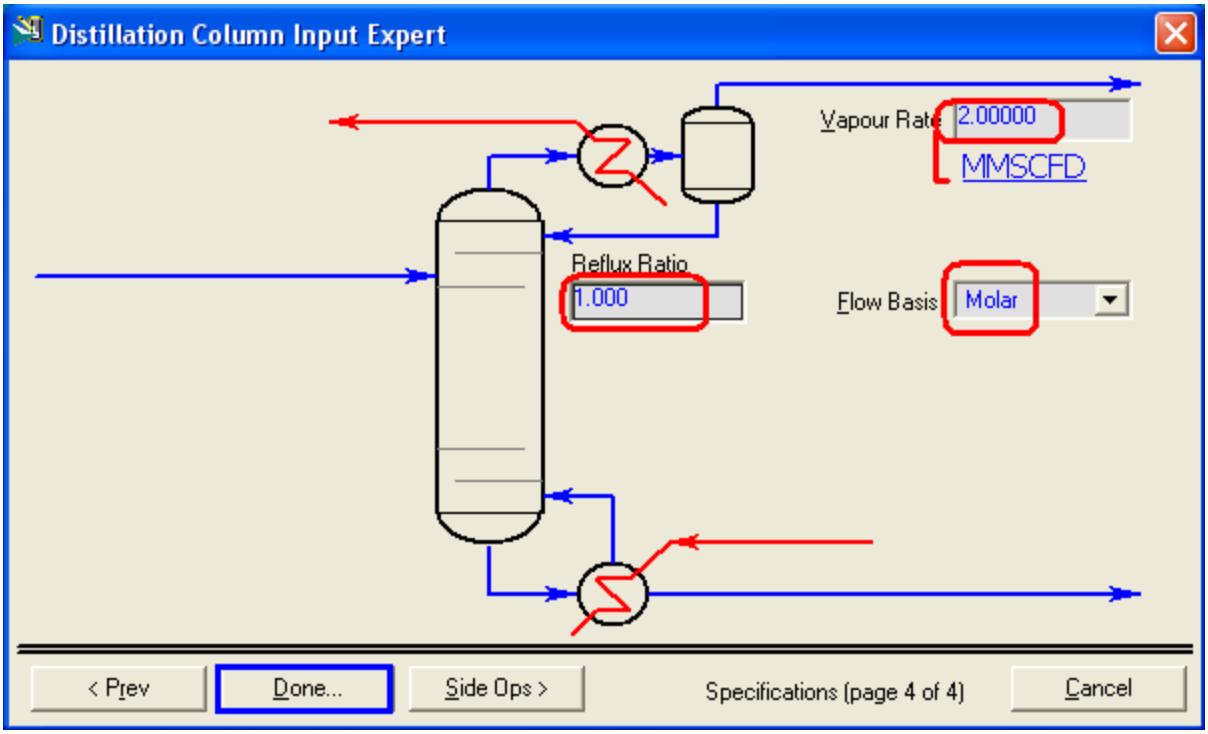
7. اضغط Next ثم أكمل البيانات كما بالشكل التالي:



8. اضغط next وأكمل البيانات كما بالشكل:



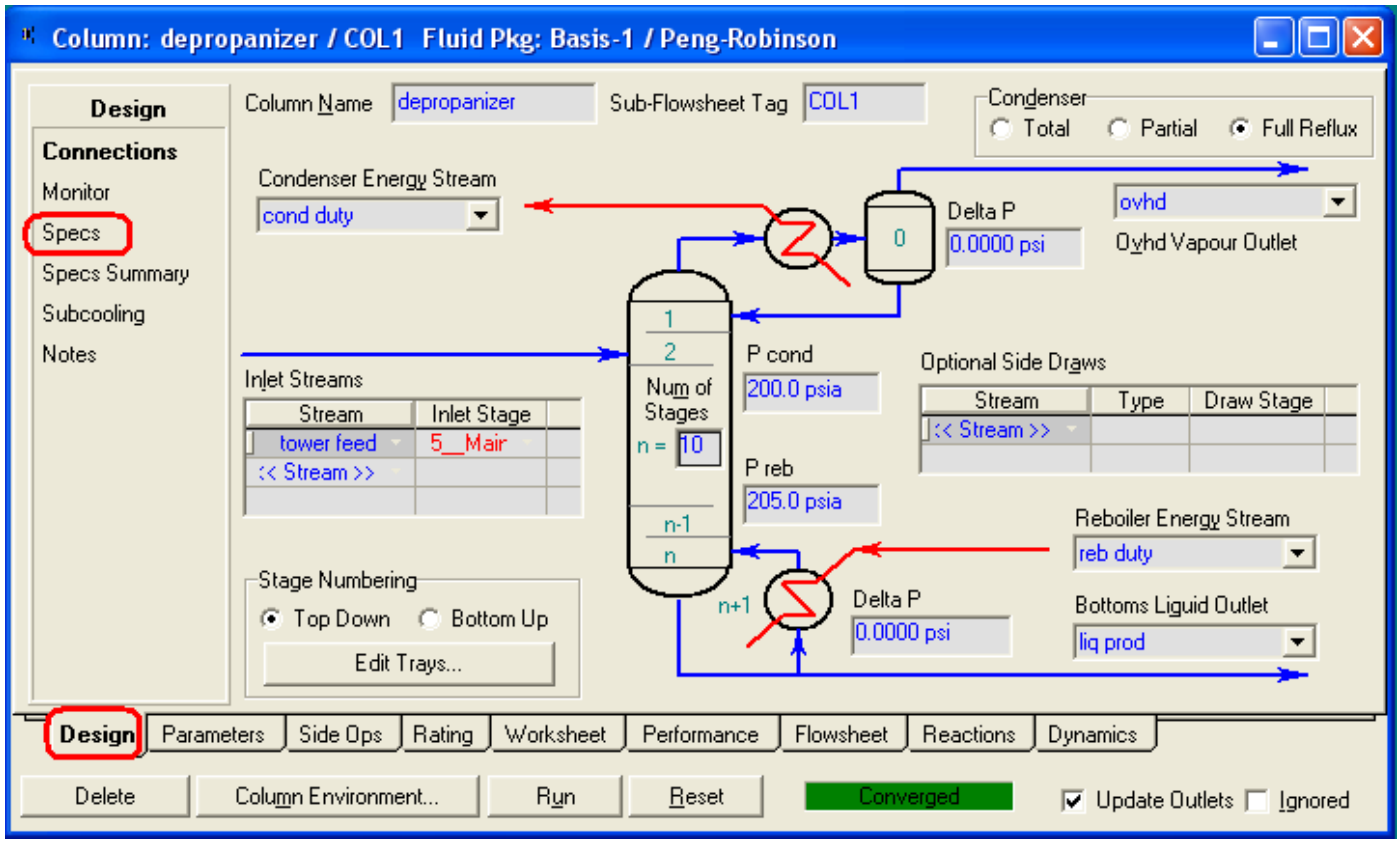
9. اضغط next وتابع استكمال البيانات كما بالشكل:



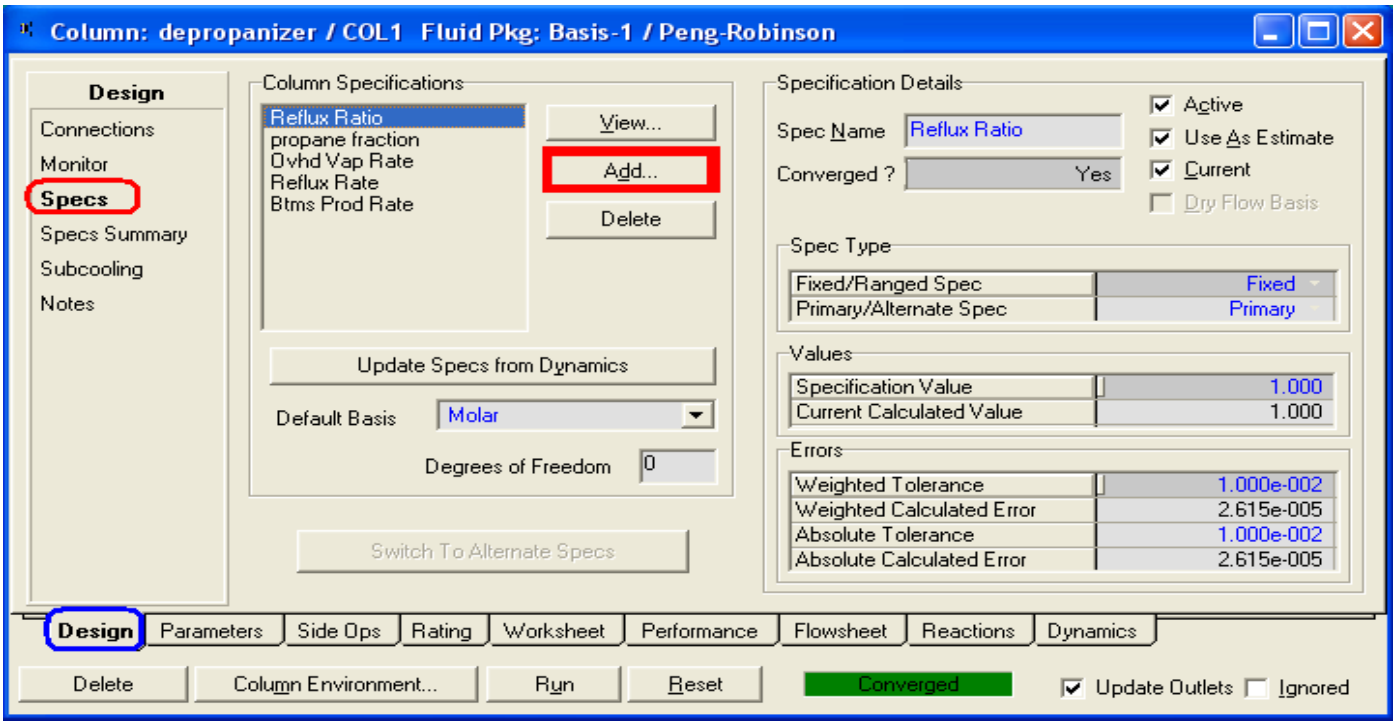
10. أخيراً قم بالضغط على Done.

*(لا تقلق إذا كانت الخطوات غير مفهومة، سيتم شرح أبراج التقطير بالتفصيل فيما بعد من خلال مثال تكرير البترول، فكل المطلوب منك الآن إتباع الخطوات بدقة).

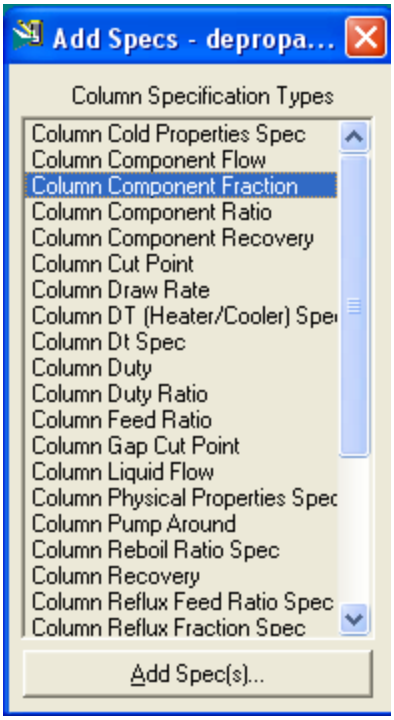
بعد الضغط على done ستظهر لك الشاشة التالية:



قم باختيار specs من القائمة في أقصى اليسار

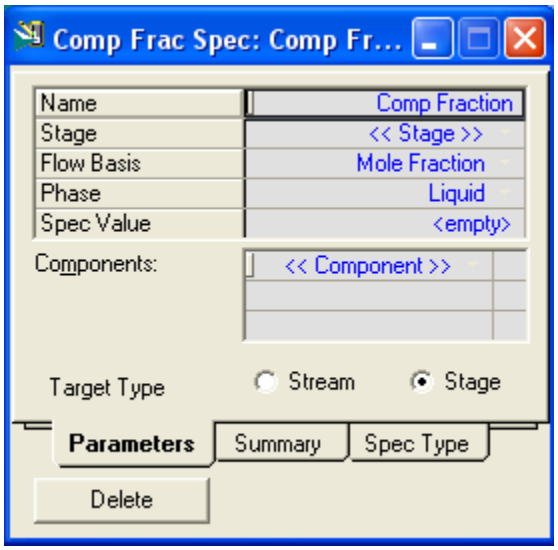


اضغط على Add ثم اختار column component fraction:



اضغط add specs

ستظهر لك النافذة التالية:

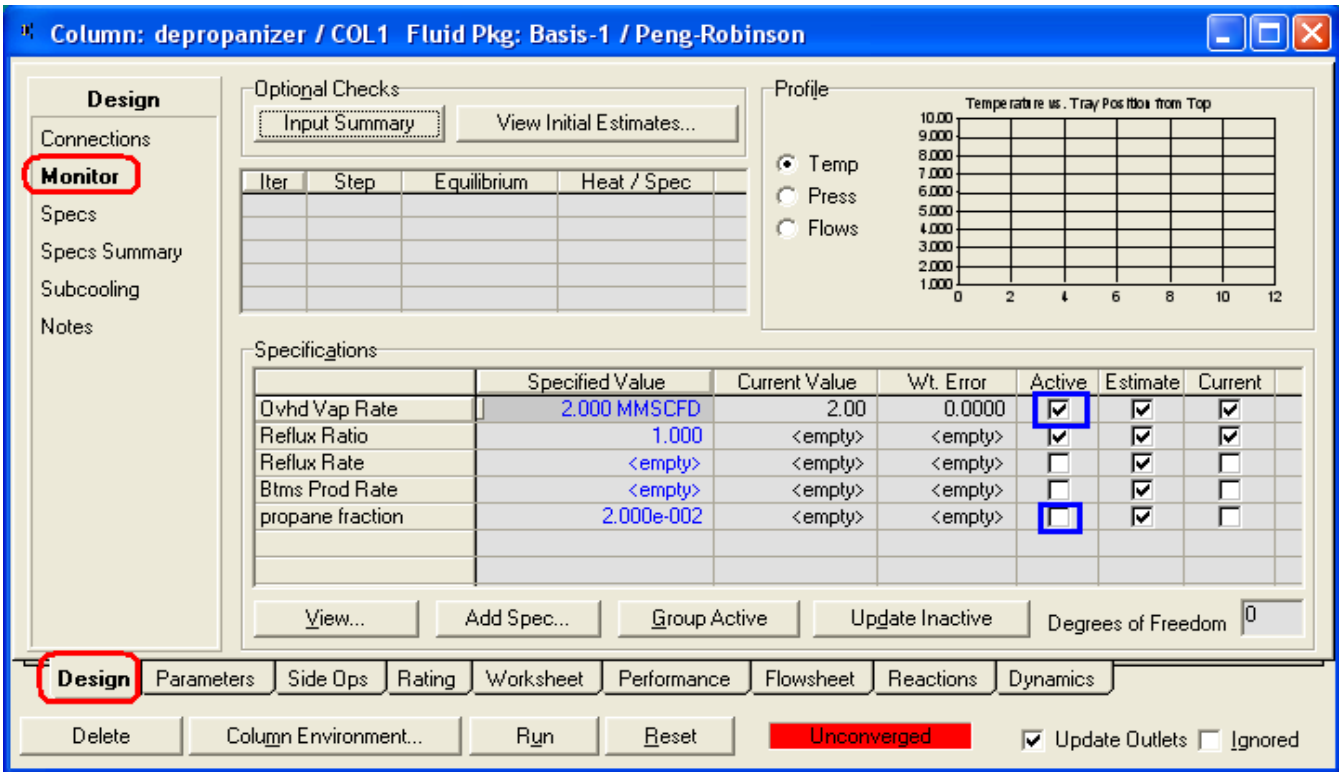


غير الاسم ليكون propane fraction

غير ال stage لتكون reboiler، واكتب القيمة spec value تساوي 0.02 (القيمة المطلوبة لنسبة البروبان في المنتج mole fraction).

اختار component لتكون propane، ثم أغلق النافذة.

اختار monitor من القائمة في أقصى اليسار (أسفل specs) فيظهر الشكل التالي:

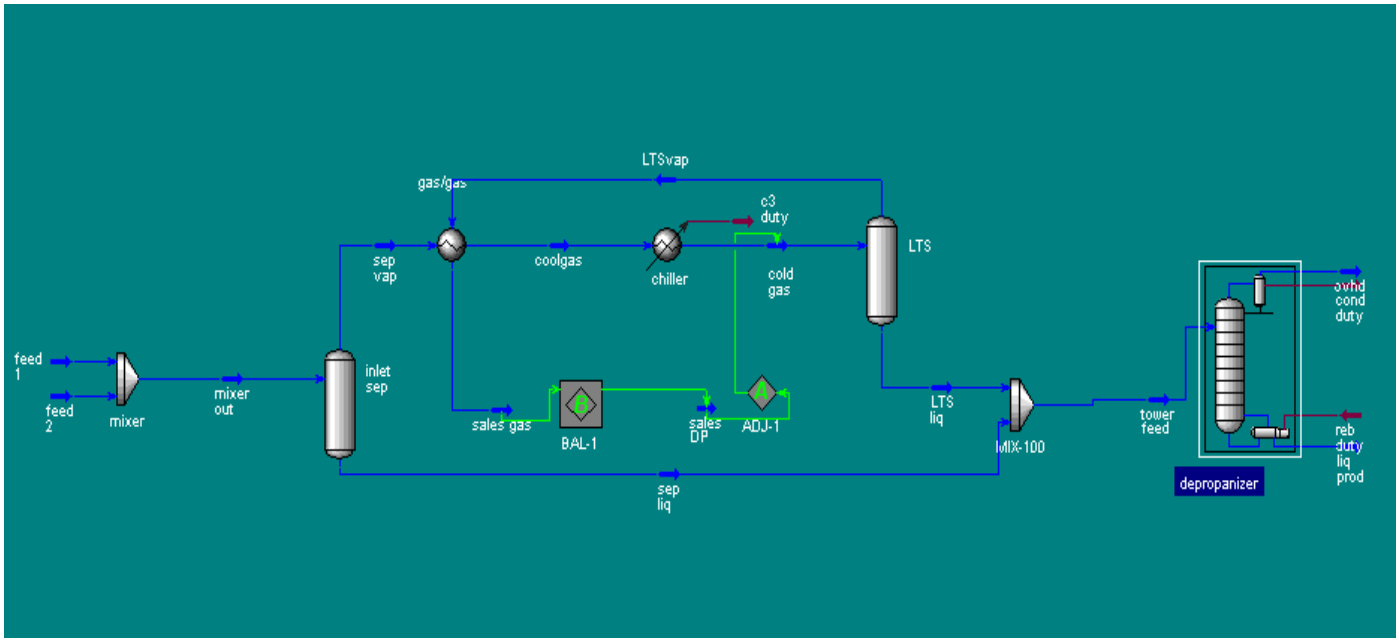


قم بإزالة العلامة من أمام Ovrhd vap rate في خانة active ، وضعها بدلاً من ذلك أمام propane fraction في خانة active (قم بالضغط كليك في المربع لوضع أو إزالة العلامة مثل أي check box)

اضغط Run لتشغيل البرج...

مبرووووك

أغلق جميع النوافذ المفتوحة أمامك
المفروض أن الشكل النهائي للوحدة يكون كالتالي:



وكما قلت لا تقلق بشأن استعمال برج التقطير فسيتم شرحه بالتفصيل عندما ننفذ مثال تكرير البترول.
قم بالتأكد من مكونات ال liq prod الخارج من البرج وانظر إلى نسبة البروبان فيه.

لقد تم بالفعل الحصول على منتج له نسبة البروبان تساوي 2% mole fraction.

إلى هنا يكون قد أنتهي المثال
تعرفنا من خلاله على مجموعة من الأدوات وكيف نستخدمها.
راجعنا بعض المعلومات الهندسية.

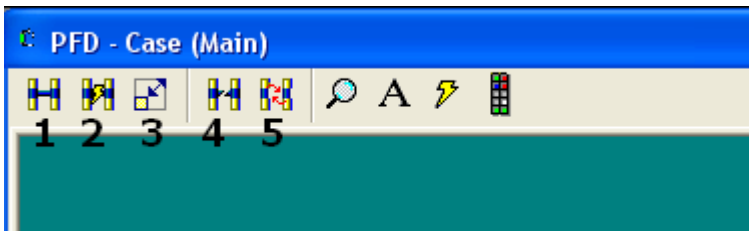
يمكنك في أي وقت فتح خصائص أي stream أو أي أداة ومعرفة خصائصها.
كما يمكنك تغيير قيمة حرارة أو ضغط في أي موضع في المثال و رؤية تأثير ذلك على باقي المثال أو غير ذلك.

الفصل الخامس

المزيد من الأدوات والعمليات المشتركة
في البرنامج

قبل أن نبدأ مع مثال وموضوع جديد سنستعرض في هذا الفصل المزيد من الأدوات والخصائص في البرنامج، منها ما هو من الأجهزة U-Operation، والتي غالباً ما ترتبط بوحدات الغازات، ومنها ما هو من الأدوات المساعدة في البرنامج التي تسهل علينا بناء المثال في البرنامج.

وسنبدأ بالأدوات المساعدة أولاً، وجميع الأدوات التي سنستعرضها موجودة في أعلى نافذة التصميم كما بالصورة التالية:



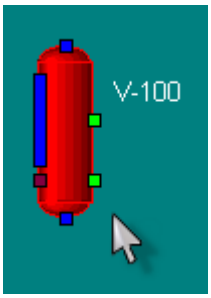
وتبعاً للترقيم الموجود بالصورة سنقوم بشرح كل أداة على حدة.

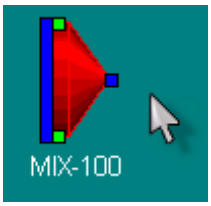
أولاً: المزيد من الأدوات.

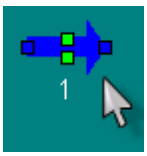
1. Attach Mode:

وتستخدم هذه الأداة في تسهيل عملية توصيل الأدوات وال Streams المختلفة ببعضها.

عند الضغط على هذه الأداة تصبح بداخل ال Attach Mode، وفي هذا المود عند الوقوف على أي أداة أو stream ستلاحظ ظهور مجموعة من المربعات أو المستطيلات عند أطراف هذه الأداة، أو بمعنى أصح عند الأماكن التي يمكن لهذه الأداة أن توصل بغيرها من خلالها، كما بالصور التالية:







وكما هو ملاحظ اختلاف ألوان هذه المربعات، فاللون الأزرق لتوصيل material stream أو التوصيل بأداة أخرى، اللون الأحمر لتوصيل ال energy streams، أما اللون الأخضر لتوصيل أدوات التحكم والمنطق control & Logical operations.
بكل بساطة قم بسحب المربع إلى المكان المراد توصيله به ثم اتركه، فيتم التوصيل.

مثلاً اسحب المربع في أمام سهم ال material stream ووصله بالمستطيل في برج الفصل، ستجد أن هذا ال stream أصبح هو الداخل inlet لهذا البرج.

لا يشترط أن يكون ال stream موجود بالفعل، فيمكنك سحب المربع من أي أداة (المكسر مثلاً) سواء الداخل له أو الخارج منه، واسحب بعيداً عنه ثم اترك، ستجد أن البرنامج قام تلقائياً بإنشاء stream ليكون في الموضع الذي حددته، ويمكنك فعل هذا مع ال energy stream أيضاً.

بعد الانتهاء من التوصيلات قم بالضغط على الأداة مرة أخرى حتى تخرج من المود وتستطيع العمل خلال البرنامج.

آخر ما اذكره في هذه الأداة أنه يمكنك استخدام الاختصار لدخول هذا المود بالضغط على زر ctrl وتستمر في الضغط حتى تنتهي من التوصيل ثم تتركه.

طلب مهم: افتح حالة جديدة في البرنامج وطبق استخدام هذه الأداة حتى تفهمها بطريقة جيدة حيث أنها موضوع عملي والكلام النظري فيه غير كافي.

---

2. Auto Attach Mode:

وهو مشابه للمود السابق ولكن يستخدم عند بداية إضافة الأداة، فباستخدام هذا المود كلما أضفت أداة جديدة سيقوم البرنامج تلقائياً بإضافة ال streams اللازمة لهذه الأداة.

فمثلاً أضغط على أيقونة 2 الموضحة بالصورة للدخول إلى ال Auto Attach mode ثم قم بإضافة برج فصل separator، ستجد أن البرنامج قد أضاف معه 3 streams أحدهم للدخول و آخران للمنتج البخاري والمنتج السائل، وهكذا مع كل الأدوات.

يمكنك أيضاً تحديد stream أو أكثر ثم تضيف الأداة فتجد أن البرنامج أضاف الأداة وجعل ال stream المحدد هو الداخل لها وأضاف باقي ال streams اللازمة.

للخروج من هذا المود قم بالضغط مرة أخرى على الأيقونة.

3. Size Mode:

كما هو واضح من الاسم، تستخدم هذه الأداة لتغيير حجم أي أداة أو stream داخل المثال، فعند الضغط على أيقونة هذا المود ثم اختيار أي أداة في المثال سيظهر لنا إطار ابيض يحيط بالأداة وبه مربعات صغير في الأركان والحواف، فقط قم بسحب أي من هذه المربعات كما تفعل في أي برنامج آخر أو حتى في الويندوز نفسه حتى تصل إلى الحجم المراد ثم اترك، وبعد ذلك أضغط على أيقونة هذا المود مرة أخرى للخروج منه.

---

4. Break Connection:

أيضاً واضح من الاسم وظيفة الأداة، فهي تستخدم لكسر أي وصلة بين الأدوات وبعضها وبينها وبين ال streams.

قم بالضغط على أيقونة الأداة، ستجد أن مؤشر الماوس ظهر بجانبه علامة X صغيرة، هذه العلامة ستتحول لعلامة ✓ عندما تقف على أي وصلة يمكن فصلها (كسرها).

للتحرر من هذه الأداة قم بالضغط على أيقونتها مرة أخرى.

---

5. Swap Connection:

تستخدم هذه الأداة في تبديل الوصلات مع بعضهم، وغالباً ما يكون ذلك لأنه يوجد تشابك أو تداخل في هذه الوصلات.

فمثلاً لو أن لديك مكسر وبه 2 streams داخلين به، وأردت أن تجعل ال stream العلوي يكون بالأسفل والعكس مع الآخر، إذن فعليك بهذه الأداة.

قم بالضغط على أيقونة الأداة، سيتحول مؤشر الماوس إلى علامة X وبجانبها رقم 1، ولن تتحول العلامة إلى علامة ✓ إلا عند وصلة يمكن فعلاً تبديلها، عند ذلك قم بالضغط كليك، ستعود العلامة مرة أخرى X ولكن الرقم بجانبها يصبح 2، ليدل على الوصلة الأخرى التي ستبدل بالأولى، عند تحول العلامة إلى ✓ أضغط كليك فيتم تبديل الوصلتان فوراً.

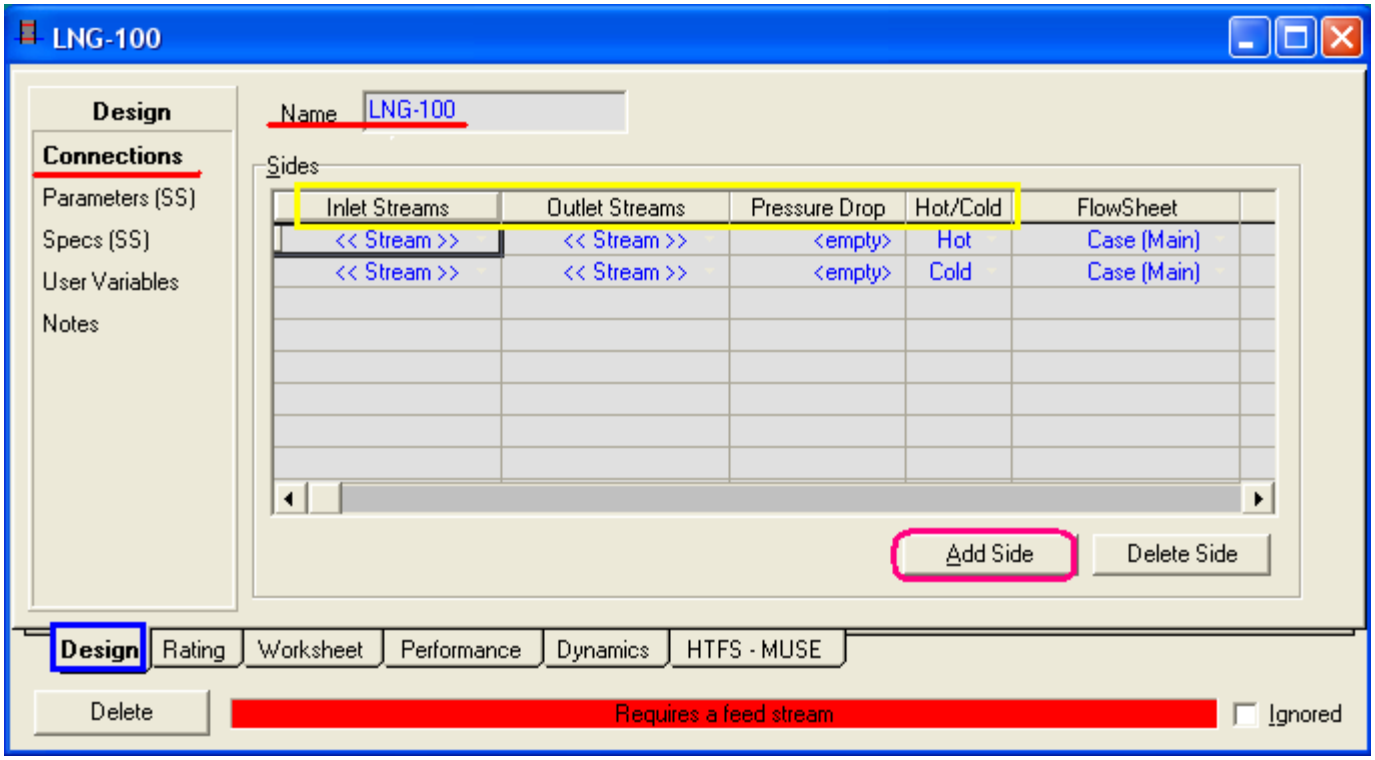
للتحرر من الأداة قم بالضغط مرة أخرى على أيقونتها.

ثانياً: المزيد من ال U-Operation

1. LNG Exchanger:

هذه الأداة مشهور استخدامها في وحدات إسالة الغاز، وهي تعمل نفس عمل المبادل الحراري ولكن تسمح بتواجد أكثر من منتجين مع بعض في نفس الوقت، فيمكن أن تستخدم البروبان مثلاً في تبريد الغاز ومنتج أو اثنين آخرين في نفس الوقت.

قم بإضافة الأداة واضغط دبل كليك ليظهر أمامك المنظر التالي:



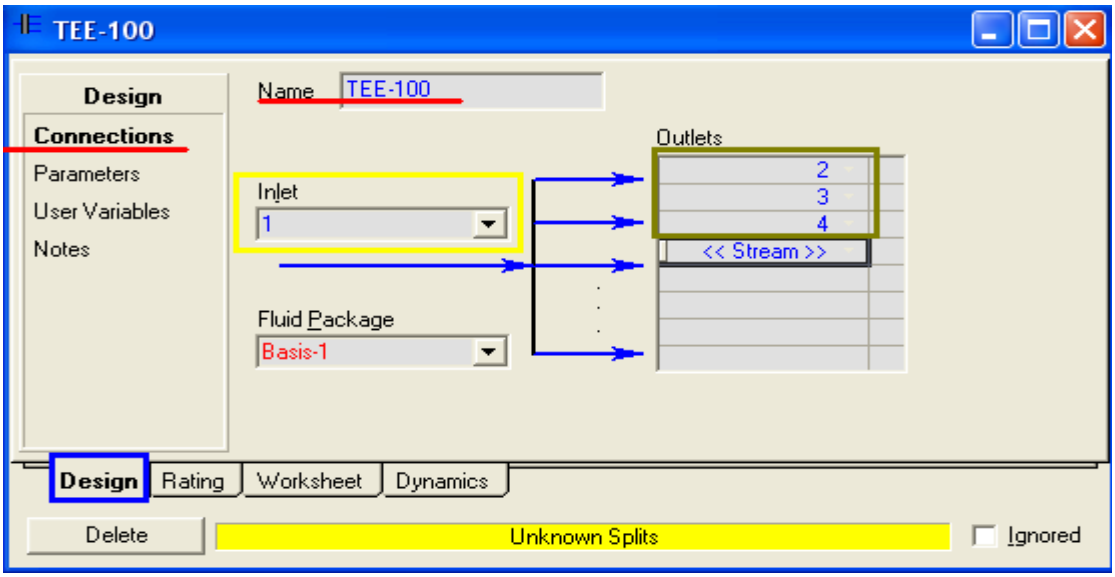
كما نرى في الصورة يتم تحديد لكل stream الداخل والخارج وفرق الضغط press. Drop ويمكنك تحديد هل هو ساخن فيتم تبريده أو العكس.
الافتراضي له أن به 2 streams ولكن يمكنك ببساطة إضافة أي عدد من ال streams بواسطة الضغط على add Side وتحديد بياناته المطلوبة.

يمكنك بعد ذلك الدخول إلى specs وإضافة أي مواصفة تريد تعينها في المبادل (كما فعلنا في المبادل العادي) وإلا فإنه سيتم حسابه لو أن البيانات مكتملة.

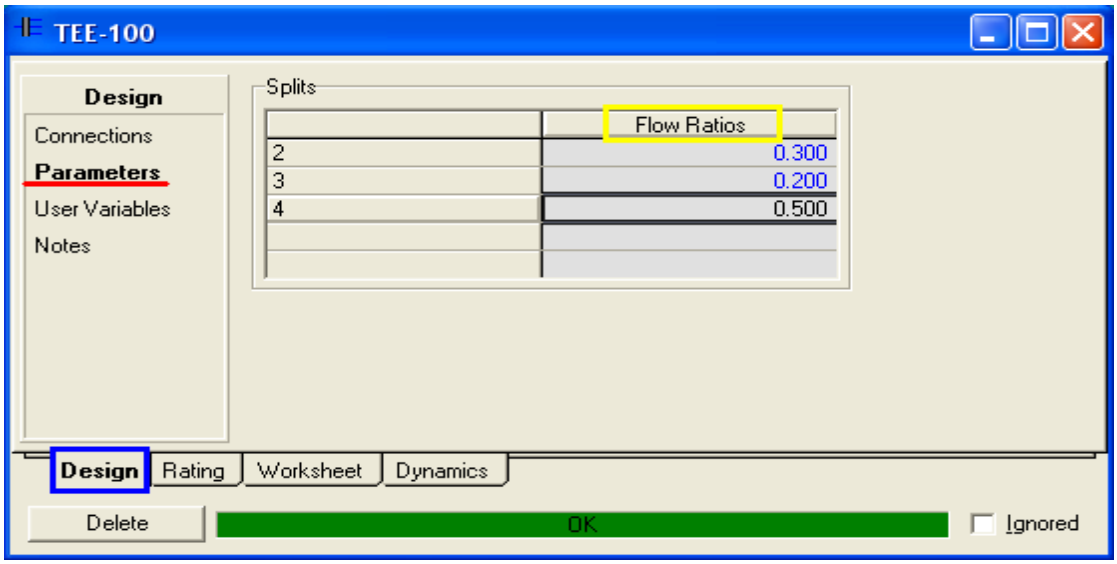
2. Tee:

وهي عكس المكسر تماماً، فتستخدم لتفريع ال stream إلى أكثر من واحد، وذلك عند الحاجة لتوزيعه على أكثر من عملية.

قم بإضافة الأداة واضغط دبل كليك تظهر الصورة التالية:



قم بتحديد الداخل له (1)، ثم قم بإضافة عدد من الخارج على حسب حاجتك (2,3,4)، وبعد ذلك توجه إلى parameters فتكون كما بالصورة:



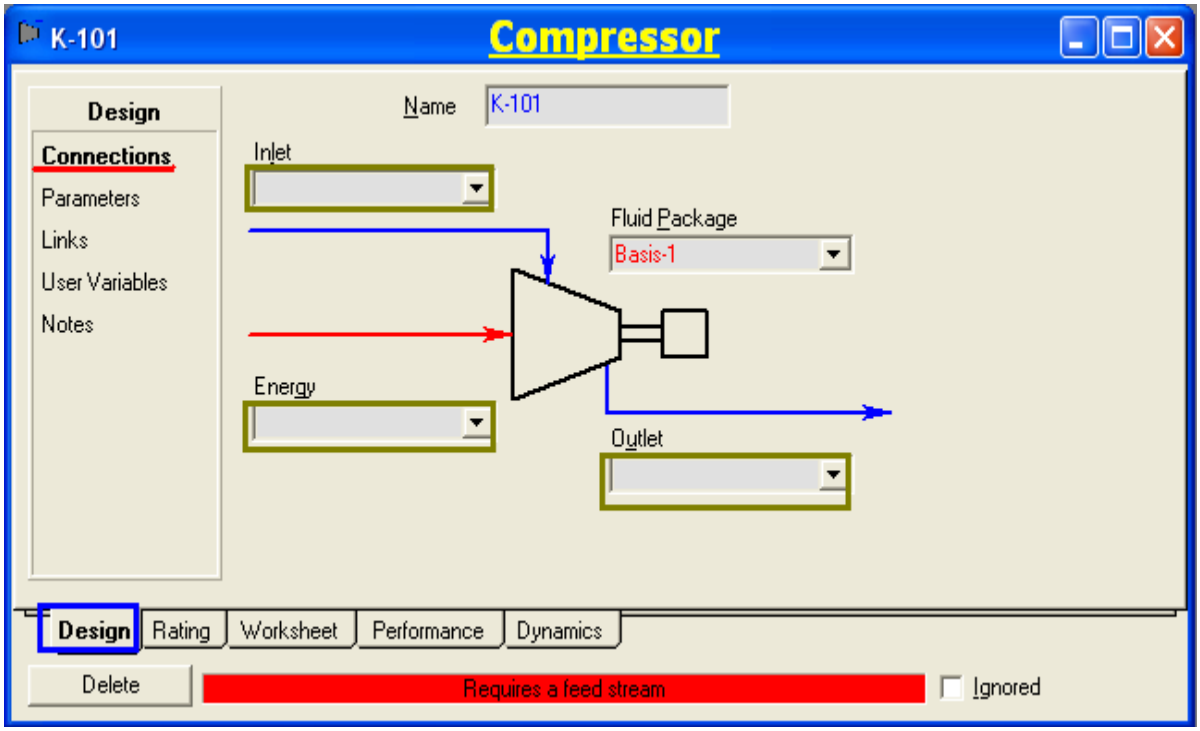
في نافذة parameters يتم تحديد نسبة كل فرع جديد كنسبة من ال flow، بمعنى تحديد كيف تريد توزيع ال stream الأساسي.

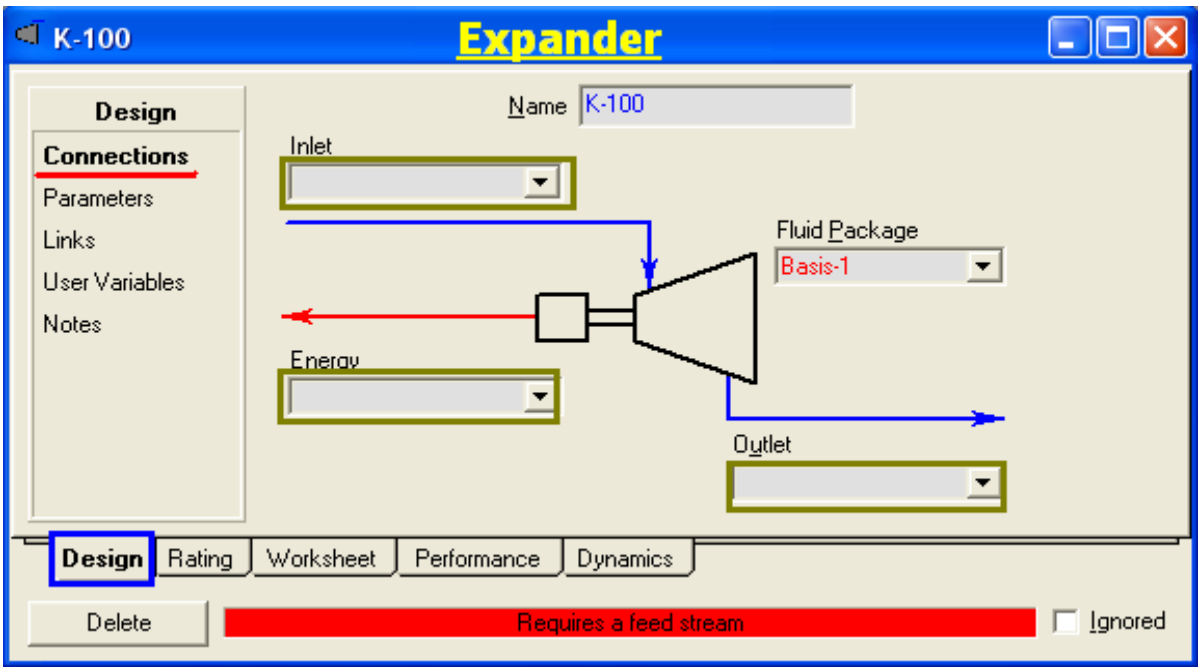
3. Compressor & Expander:

هما أداتين معروفتين على مستوى كبير، وكلاهما وظيفته مثل الآخر تماماً ولكن بطريقة معكوسة لذلك وضعتهم معاً.

فالضواغط تستخدم لضغط الغاز (رفع الضغط) وتحتاج لذلك طاقة محركة لها، أما ال expanders فتقوم بالعكس أي تقليل ضغط الغاز وينتج منها طاقة.

وعند إضافة أي واحدة منهما وفتح نافذة الخصائص ستكون كالتالي:





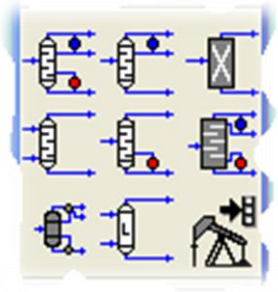
ونلاحظ التشابه الشديد، بل التطابق بين النافذتين ولكن الفرق في اتجاه الطاقة سواء خارجة من ال expander أو داخلة للضاغط compressor، و اختلاف الشكل.

قم بتحديد الداخل والخارج والطاقة لأي منهما، ثم انتقل إلى نافذة parameters وفيها تحدد ال duty أو يمكنك تركها وتحدد ضغط ال stream الناتج فتحسب على هذا الاساس.
في نافذة parameters يمكنك أيضاً تحديد نوع الضاغط إما centrifugal أو reciprocating.

الفصل السادس

أبراج التقطير

في هذا الفصل سوف نتناول أبراج التقطير بشيء من التفصيل، من حيث كيفية الإضافة والتعامل معها، وتحديد الخصائص المختلفة.



وكما يظهر في الصورة، فإن الأبراج جميعها تقع في منطقة واحدة في وسط لوحة الأدوات.

والأبراج الأساسية التي نتعامل معها بكثرة هي:

1. Distillation Column وهو به غلاية و مكثف.
2. Refluxed Absorber وهو به مكثف فقط.
3. Reboiled Absorber وهو به غلاية فقط.
4. Absorber وهو برج فصل بدون غلاية أو مكثف.
5. Three Phase Distillation.
6. Liquid-Liquid Extractor.

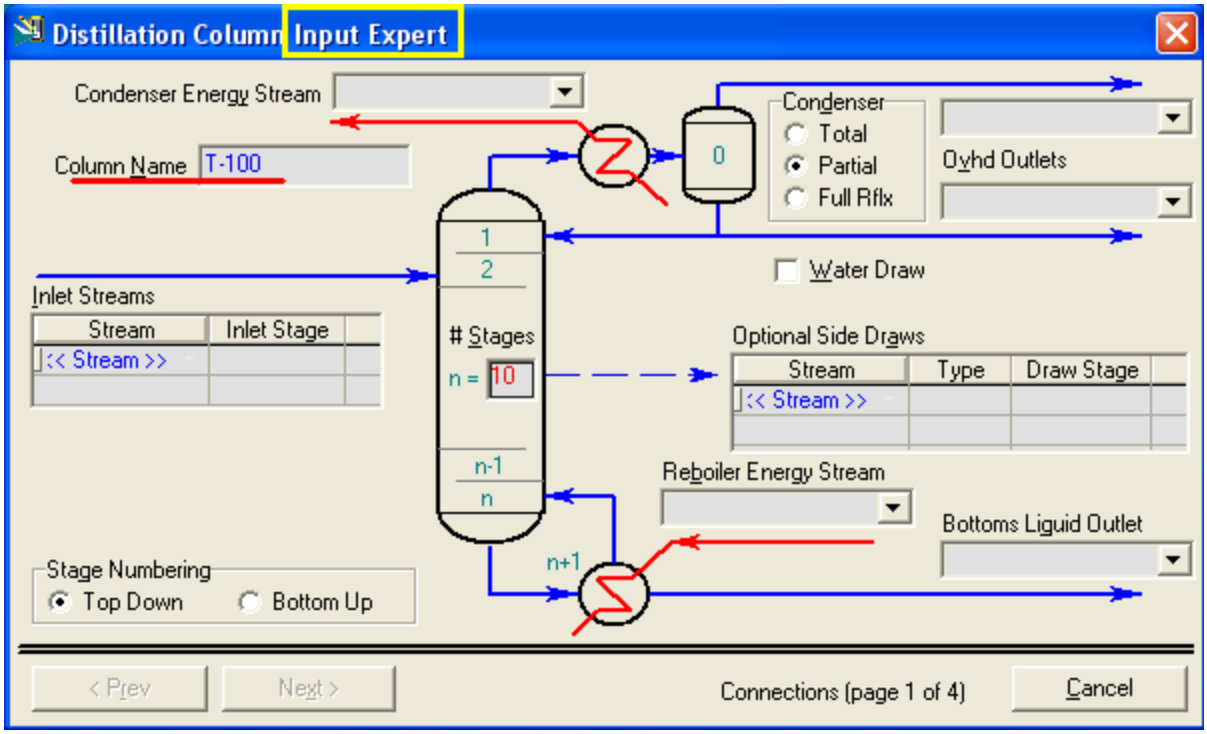
وبالنسبة لأول أربع أنواع فجميعها تعتبر من نفس النوع، كما أننا يمكننا أن نجعل أي واحد منهم يعمل كأي نوع آخر كما سنرى سوياً، ولكن يفضل أن تختار النوع الذي يتناسب مع مثالك مباشرة لتوفر على نفسك الجهد.

قبل البدء، يجب أن نعلم أننا سنتعامل مع الأبراج من خلال ما يسمى بال Input Experts وهو أشبه بال Wizard والذي يمكننا من إضافة البرج بجميع خواصه من خلال مجموعة صفحات متتالية ندخل بها بيانات البرج.

للتأكد من أنه عند إضافة البرج سيتم التعامل من خلال ال Input Experts قم بفتح قائمة Tools ثم اختر Preferences ثم Options – Simulation وتأكد من وضع علامة أمام Use Input Experts.

والآن نبدأ في التعرف على الأبراج...

قم بإضافة برج تقطير Distillation Column ثم اضغط دبل كليك لتظهر لك النافذة التالية:



وبداية نريد أن نعرف كيف سيكون شكل أول نافذة مع الأنواع الأخرى من أبراج التقطير؟

الفرق لن يكون إلا كما هو واضح من شكل البرج في لوحة الأدوات:

فال Refluxed Absorber سيكون له نفس الشكل ولكن البيانات الخاصة بالغلاية غير متاحة لأنه ليس به غلاية...

وال Reboiled Absorber سيكون نفس الشكل أيضاً ولكن بيانات المكثف هي التي تكون غير متاحة...

وال Absorber ليس له مكثف ولا غلاية، ولكن سنلاحظ وجود خطين للتغذية feed stream ... أظن مفهومة.

نبدأ في تفصيل بيانات أول صفحة:

1. Column Name: مثل أي أداة أخرى نحدد فيها اسم للبرج.
2. Inlet Streams: وهنا يتم تحديد التغذية للبرج، ونلاحظ بها :

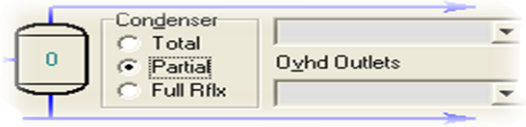
Stream: وفيه نحدد التغذية من القائمة المنسدلة أو نكتب اسم جديد.

Inlet Stage: نحدد مكان دخول التغذية بتحديد رقم الصينية.

*نلاحظ أنه يمكننا أن نضيف أكثر من تغذية ويكون كل واحدة عند Stage مختلفة عن الأخرى، وهذه أول نقطة ملاحظة حيث نستطيع إذن أن نجعل أي برج مثل ال Absorber الذي يكون له مدخلان.

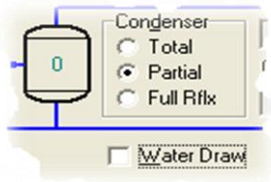
3. Stage Numbering: ونحدد كيفية ترقيم الصواني، من أعلى إلى أسفل (وهو الافتراضي والشائع) أو من أسفل إلى أعلى.
4. #Stages: تحديد عدد الصواني في البرج، وهو العدد النظري Theoretical للصواني، وكما يتضح من الترقيم فإن هذا العدد لا يشمل المكثف ولا الغلاية.
5. Condenser: وفيه يتم تحديد بيانات المكثف ونوعه، ونبدأ بالنوع:

- Total Condenser: وفيه يتم تكثيف كل الأبخرة ولا نحصل على منتج بخاري وإنما نحصل على منتج سائل فقط.

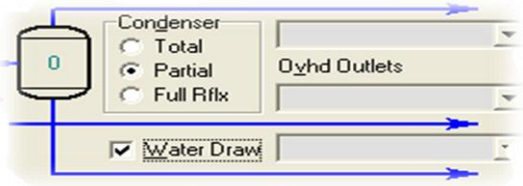


- Partial Condenser: وفيه يكون التكثيف جزئي، فنحصل على منتج بخاري ومنتج سائل.

- Full Reflux: وهو تكثيف جزئي، ولكن يتم إرجاع كل السائل المتكثف ليكون Reflux في البرج.



- بعد ذلك نجد مربع اختيار Check Box لسحب المياه Water Draw، وهذا لا يكون إلا مع التكثيف الكلي والجزئي Total & Partial Condensation، وفيه يكون المكثف ثلاثي الحالات Three Phase Condenser، ويتم الحصول على المياه منه.



- بعد ذلك نحدد أسماء المنتجات من المكثف سواء بخارية أو سائلة أو المياه، ونحدد أيضاً ال Energy Stream الخاص به.

6. Reboiler: وفيه يتم تحديد المنتج الخارج من الغلاية Bottom Product ونحدد أيضاً ال Energy Stream الخاص بالغلاية.
7. Optional Side Draws: وهو لإضافة المنتجات الجانبية التي سنحصل عليها من البرج، ولكن إذا كان المنتج سيتم سحبه من Side Stripper – وهذا هو الغالب – فإنه لا يحدد من هنا.
ولذلك فإن هذا الاختيار ليس إجباري.

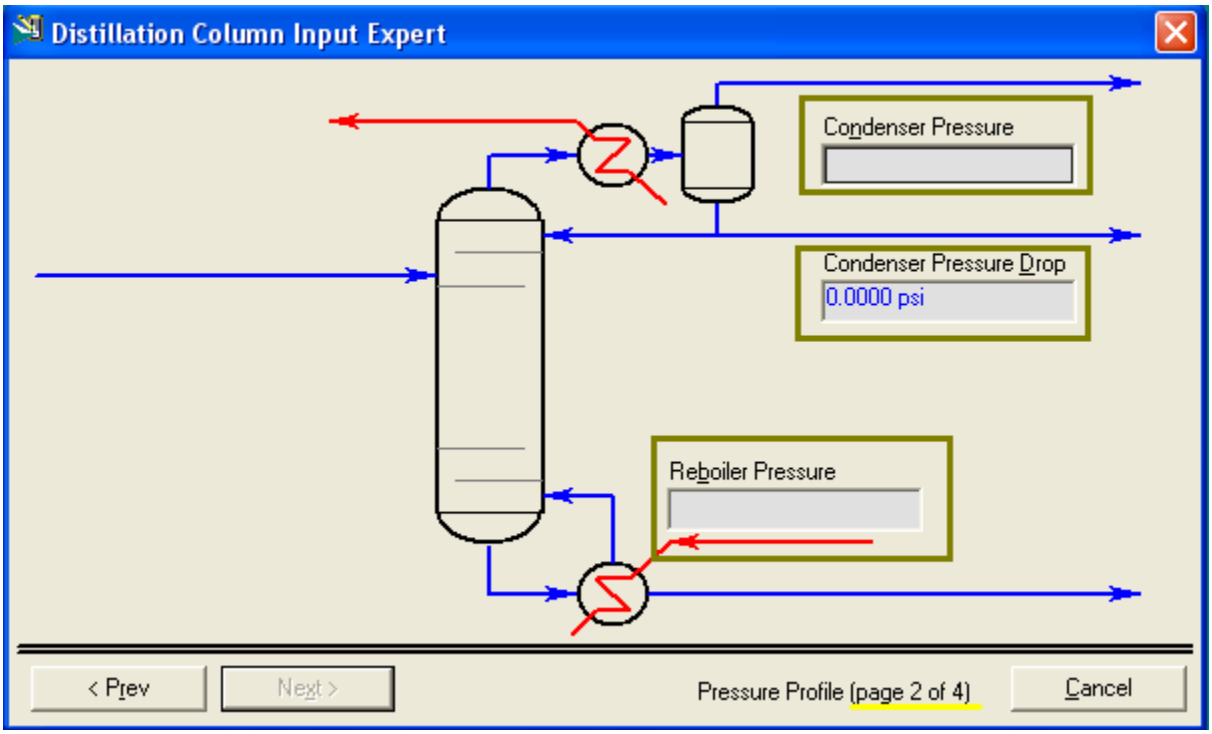
وعموماً لإضافة منتج جانبي فيجب تحديد الآتي:

a. اسم لل Stream .
b. نوعه سواء كان سائل أو بخار أو مياة.
c. الصينية التي سيتم السحب منها (وممكن أن يكون من المكثف أو الغلاية).

*نلاحظ من الخطوات السابقة أنه يمكن إضافة ال Water Draw كمنتج جانبي ونحدد نوعه مياه و الصينية هي المكثف.

إلى هنا نكون انتهينا من شرح الصفحة الأولى وأصبح زر Next نشط، فنضغط عليه للانتقال للصفحة التالية.

والصفحة الثانية تظهر لنا كما بالصورة التالية:



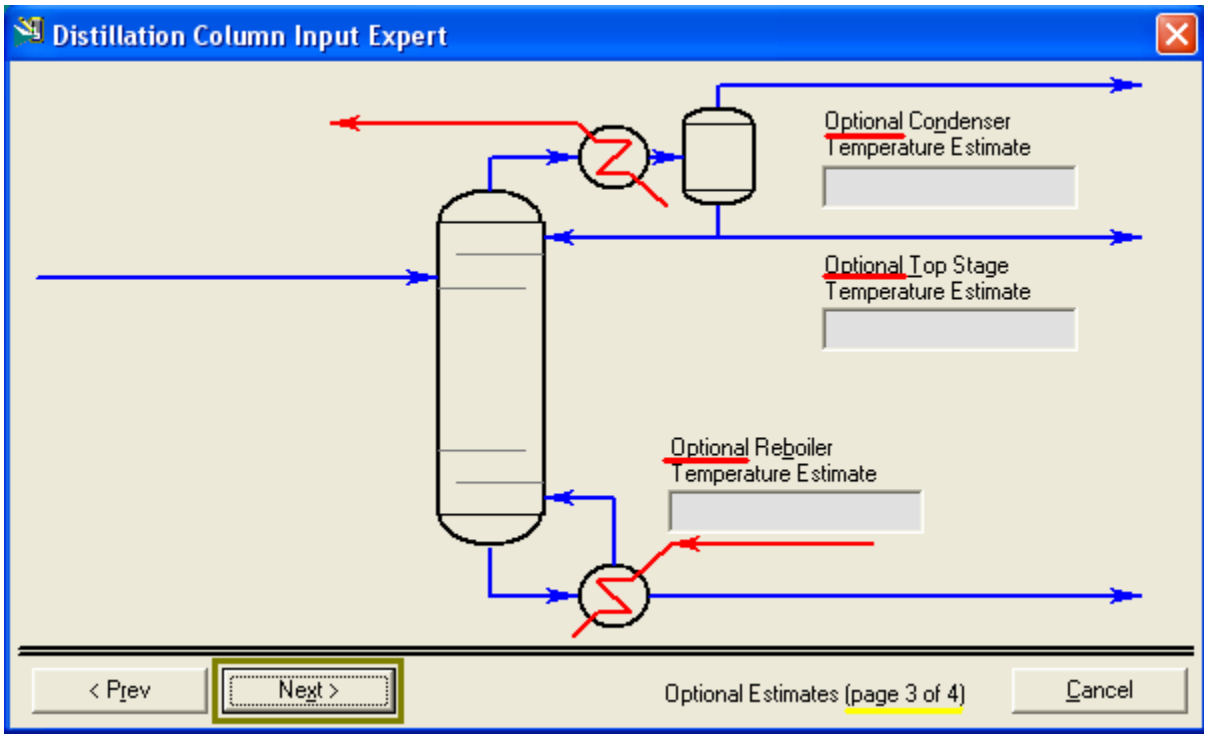
وكما يتضح من الصورة، فإن هذه الصفحة مخصصة لتحديد قيم الضغط في قمة البرج وأسفله، فيتم إدخال ضغط المكثف والغلاية، وأيضاً فرق الضغط أو كما نقول ال Press. Drop في المكثف.

وكما سبق مع الصفحة الأولى، نذكر الاختلاف الذي يكون فيها مع باقي أنواع الأبراج، والاختلاف هنا هو عندما لا يحتوي البرج على مكثف فإنه يتم تحديد ضغط قمة البرج ويسمى في هذه الحالة Top Stage Pressure، وبالطبع لا يكون هناك فرق ضغط لعدم وجود المكثف أساساً.

وبالمثل مع قاع البرج إذا كان لا يحتوي على غلاية، فإنه يتم تحديد ضغط القاع ويسمى Bottom Stage Pressure.

بعد تعريف هذه القيم يتم تنشيط زر Next لننتقل إلى النافذة الثالثة.

وتظهر الصفحة الثالثة كما بالشكل التالي:



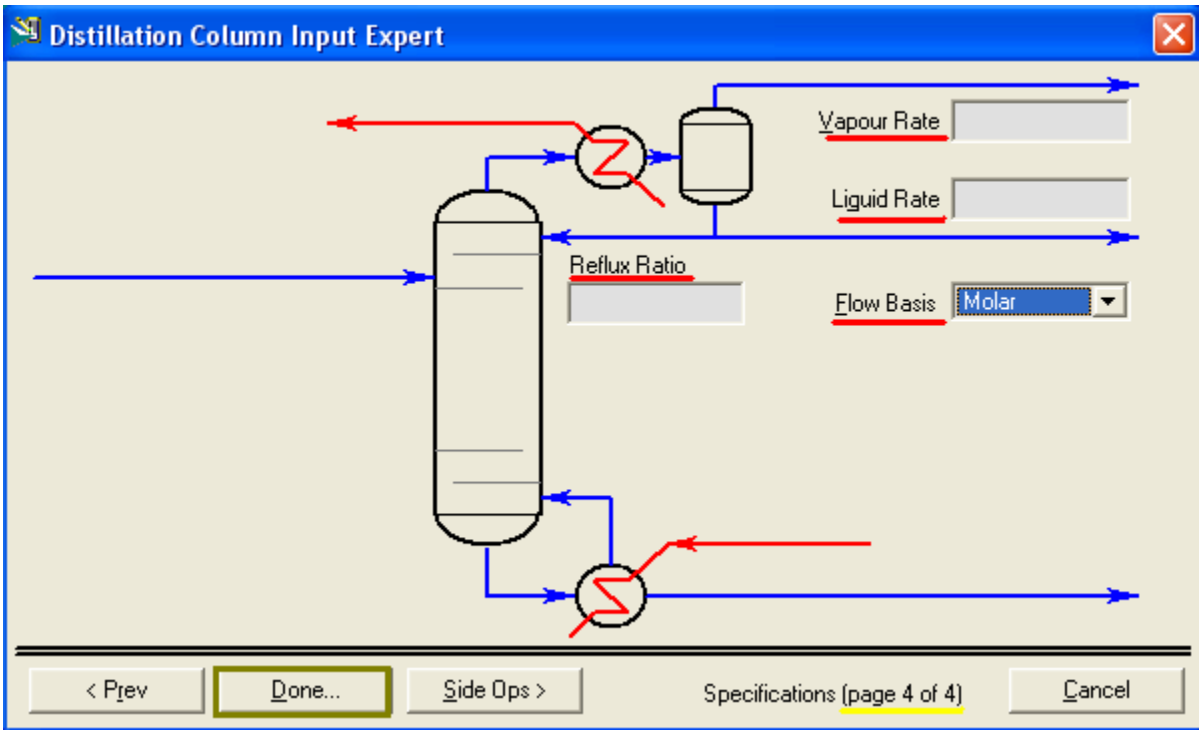
وهذه الصفحة لتحديد درجات الحرارة للمكثف وقمة البرج والغلاية، وكما يتضح فإن هذه البيانات اختيارية أي أنك لست مجبر على إدخال قيم لها و زر Next نشط دائماً، ولكن إن كانت متوفرة لك فقم بإدخالها لتسهيل الحسابات وجعلها أدق وأسرع.

وإذا كان البرج لا يحتوي على مكثف فتكون الحرارة لقمة البرج فقط والغلاية، وإن كان ليس به غلاية تكون قيمة حرارة قاع البرج بدلاً منها.

آخر ملحوظة عن هذه الصفحة، أن البرج لو كان Absorber ليس به غلاية ولا مكثف، فإن هذه الصفح ستكون هي آخر صفحة، وبدلاً من Next سيكون زر Done للإنهاء.

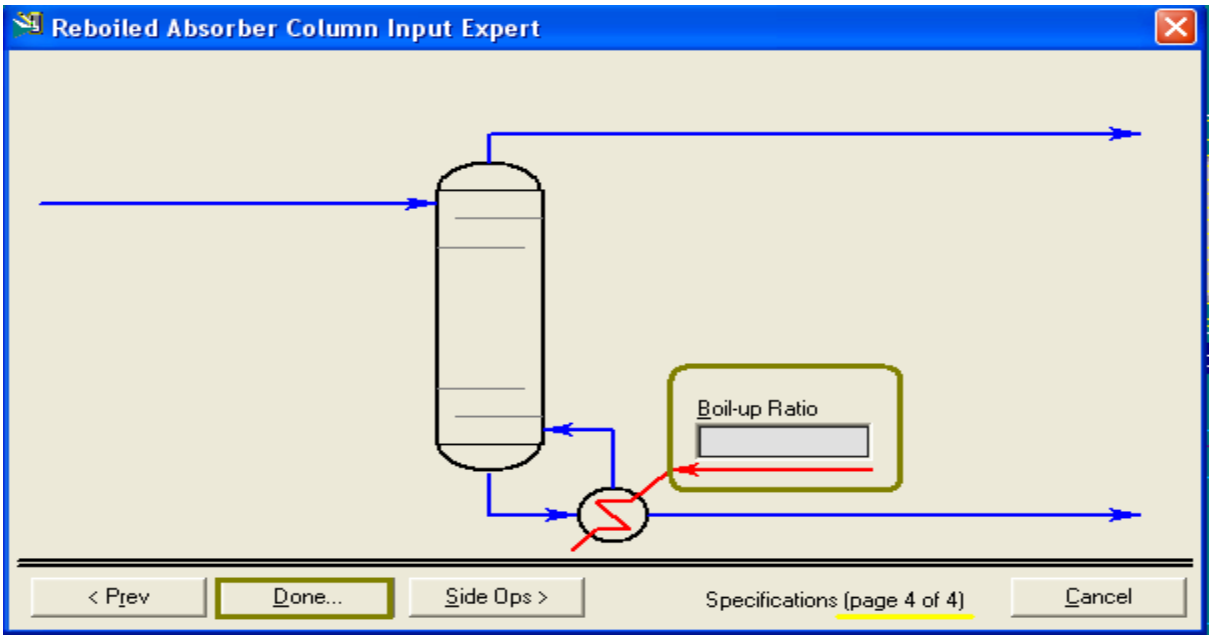
أما باقي الأبراج التي تحتوي على غلاية أو مكثف أو كلاهما فهناك صفحة أخرى أخيرة ننتقل لها بالضغط على زر Next...

وتظهر الصفحة الرابعة والأخيرة بالشكل التالي:



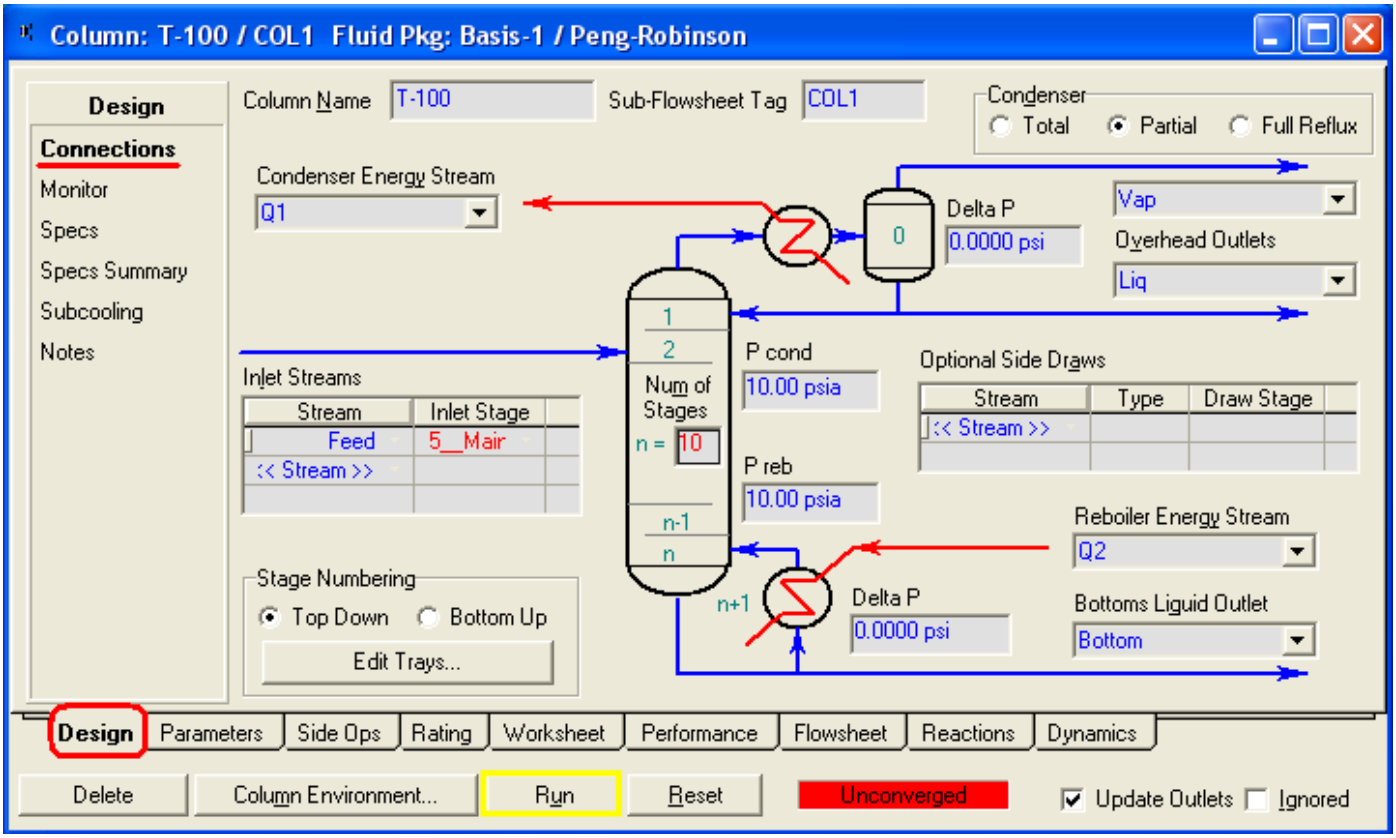
ويتضح لنا أن هذه الصفحة مرتبطة بالمكثف أو الغلاية، فالشكل الذي في الصورة السابقة للبرج الذي يحتوي على مكثف ومعه غلاية، وإن كان البرج به مكثف فقط سيكون نفس الشكل ولكن الفرق في شكل البرج المرسوم فلن يكون معه غلاية.

أما إذا كان البرج يحتوي على غلاية فقط دون مكثف، فسيكون الشكل كالتالي:



وهذه الصفحة أيضاً اختيارية، فلست مضطر لإدخال بيانات بها، وهي كما هو موضح لإدخال قيم ال Reflux Ratio و ال Vap. & Liq. Rate، أو ال Boil-Up Ratio في حالة الغلاية.

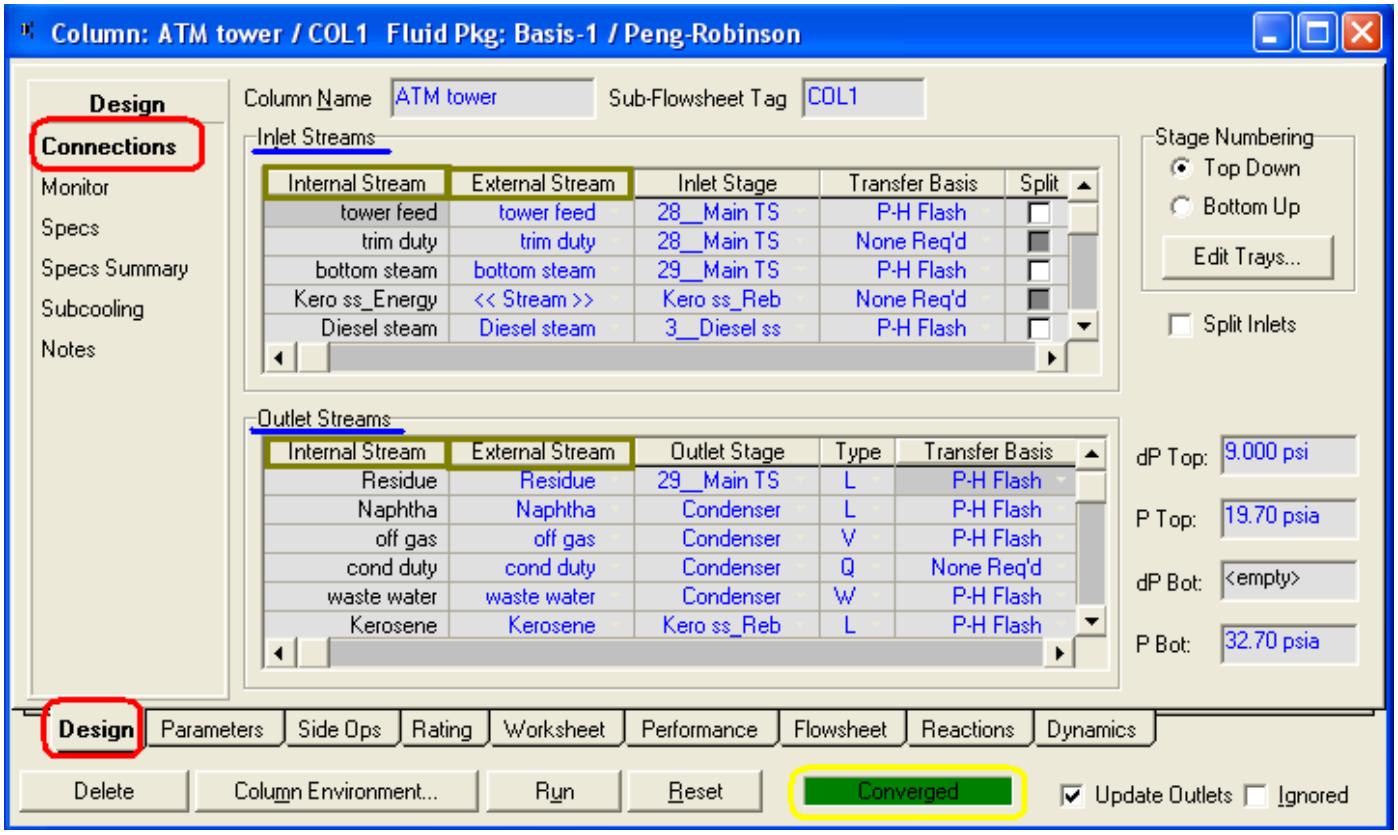
بعد الانتهاء من ذلك يتم ضغط Done ليتم عمل البرج وتظهر لنا نافذة الخصائص الخاصة بالبرج والتي تكون كما بالشكل التالي:



وفي هذه الصفحة Connection يظهر لنا البرج بكل البيانات التي تم إدخالها، ويمكنك أن تقوم بالتعديل في أي قيمة.

يمكنك من هذه اللحظة أن تقوم بتشغيل البرج Run ليتم الحسابات، وذلك إن كانت البيانات السابقة هي كل ما تملك من معلومات عن البرج، وغالباً لا يحدث ذلك فتجد أنك تحتاج لإضافة بعض الخصائص أو ال Side Operation، لذلك لا تشغل البرج الآن.

وشكل هذه الصفحة لا يظل بهذا الشكل، وإنما يتغير بعدما تقوم بتشغيل Run البرج ويتم حسابه فتصبح هذه الصفحة بالشكل التالي:



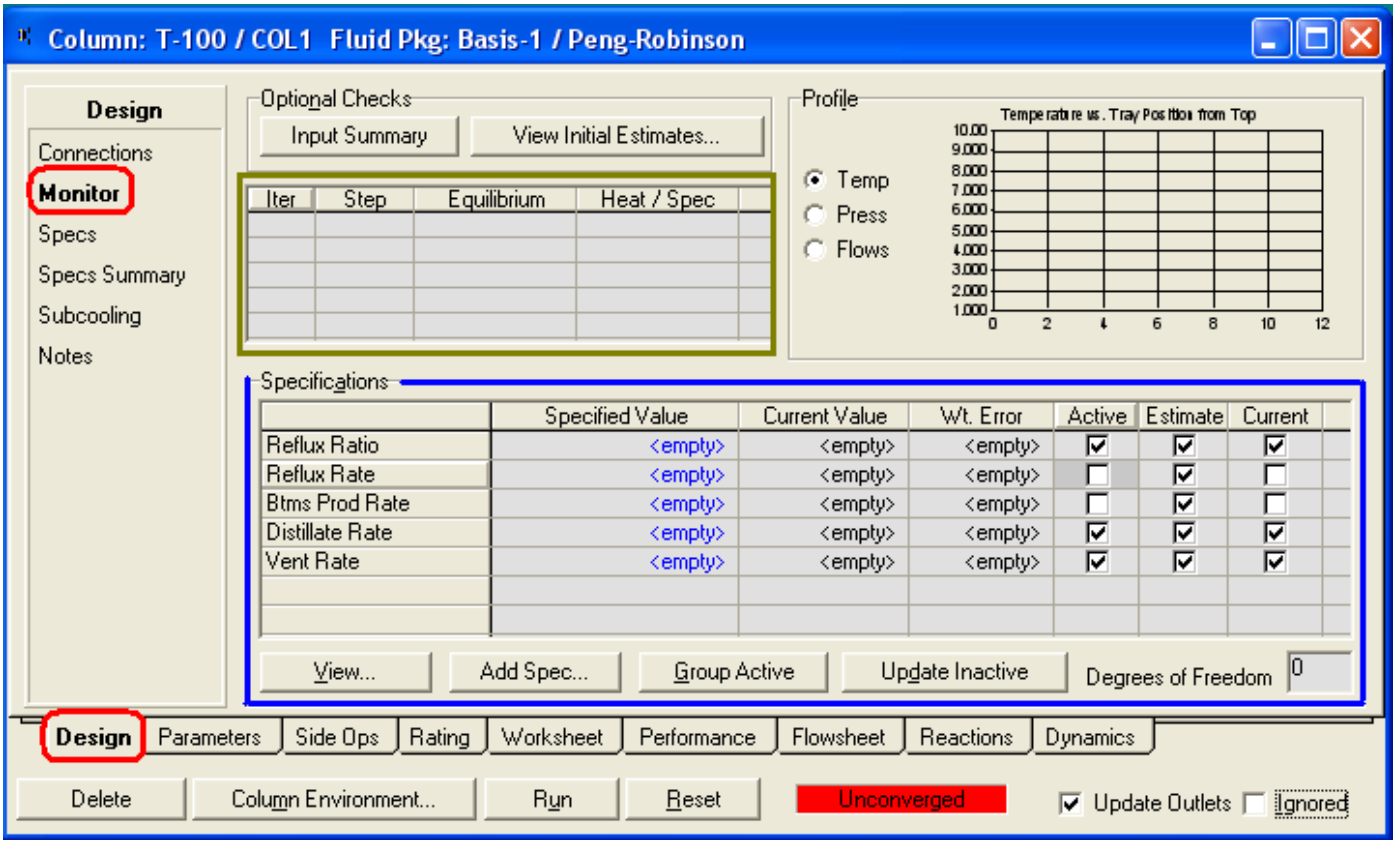
وفي هذه الصفحة يتم عرض جميع ال Streams المتعلقة بالبرج سواء الداخلة له وتكون في مجموعة Inlet Streams أو خارجة منه وتكون في مجموعة Outlet Streams، وتظهر لكل Stream مكان دخوله/خروجه، وأيضاً في حالة إذا كان خارجاً تظهر حالته (L,V,W,Q) وأيضاً تبين لنا الضغوط وفرق الضغط في قمة وقاع البرج.

ويظهر لنا أن لكل Stream اسمان، أحدهم Internal Stream والآخر External Stream وهذا سأترك الحديث عنه حتى أشرح ال Column Environment.

والآن سنقوم خلال الصفحات التالية باستعراض أهم النوافذ والصفحات في نافذة خصائص البرج، والتي من خلالها نضيف الخواص Specifications الجديدة، ونضيف المعدات التي تكون ملحقة بالبرج مثل الStripper، ونراقب البرج، ونعرف خواص المنتجات، وكيف نحصل على المنحنيات الخاصة بالبرج، وأشياء أخرى كثيرة.

Design ← Monitor:

وتظهر هذه النافذة بالشكل التالي:



وهذه النافذة هي التي يفضل عمل Run للبرج عند الوقوف بها – وليس إجبارياً – وذلك لأنها تظهر لنا الخواص الموجودة للبرج – في الإطار الأزرق – وأيهم يتم استخدامه وأيهم لا.

فبجانب كل خاصية Specs نجد مربعات اختيار، وهي تستخدم لتحديد التعامل مع الخاصية:

Active: وهذا يعني استخدام هذه الخاصية بالقيمة الحالية لها في حساب باقي المتغيرات، وحساب قيمة جديدة لها أيضاً.

Estimate: ومعناه حساب قيمة الخاصية تبعاً للخواص الأخرى وعدم الاعتماد عليها حتى ولو كان لها قيمة مدخلة.

والخاصية التي تستخدم في الحساب لابد أن يحسب لها قيمة، أي أنه عند وضع علامة في مربع Active سيتم تلقائياً وضع علامة في Estimate، ولكن العكس ليس صحيح.

كما أنه من خلال هذه النافذة (Monitor) تعرف ال Degree of freedom والتي سبق الحديث عنها لتعرف هل يمكن تشغيل البرج أم أن هناك خواص تحتاج للتعريف.

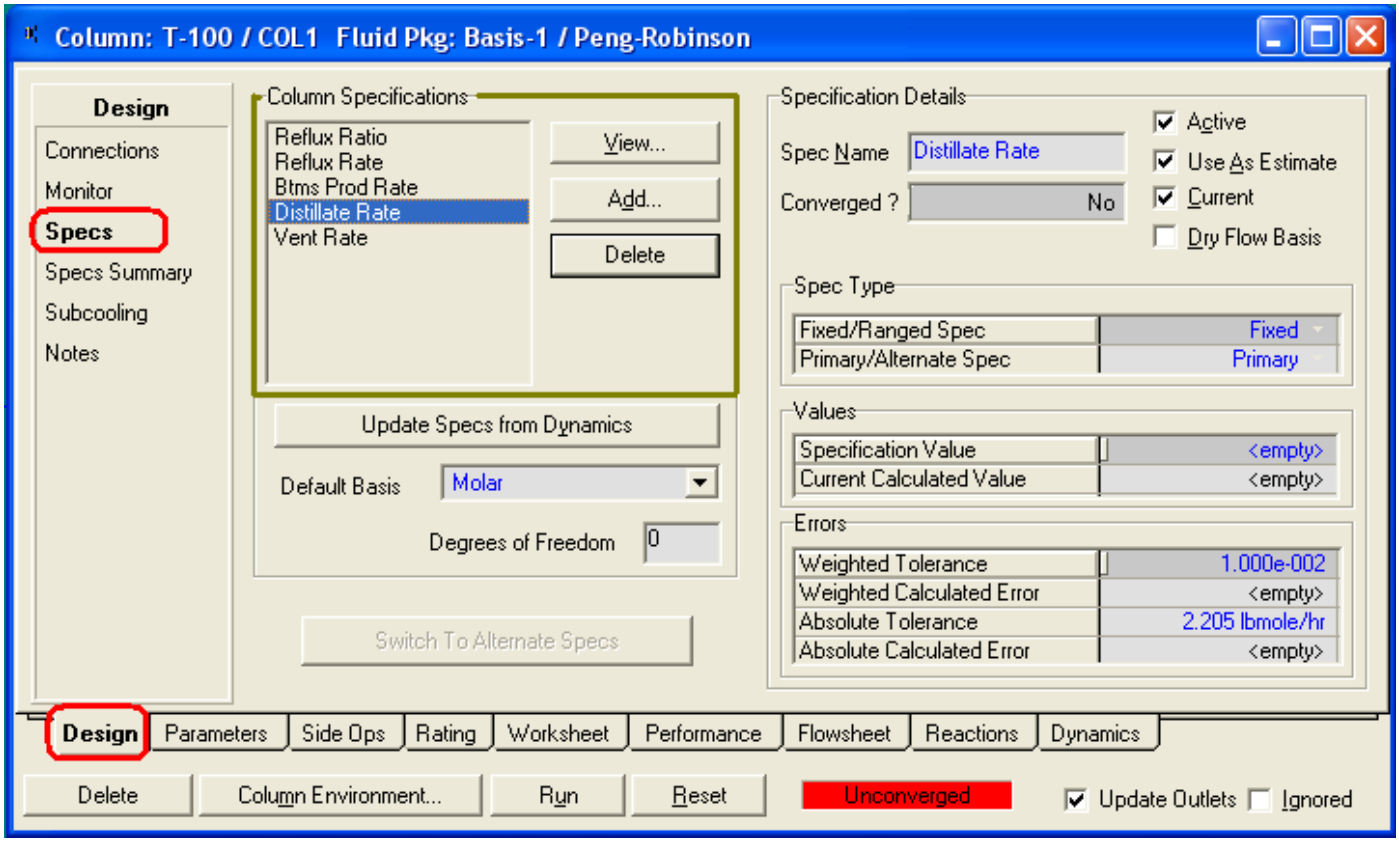
كما يمكنك من هذه الصفحة وفي هذه المنطقة أن تضيف خاصية Specs جديدة أو ترى بيانات خاصية موجودة بالفعل، ولكن سنتحدث عن فعل هذا بالتفصيل في الصفحة الأساسية المخصصة للخواص.

وفي المنطقة في الإطار الخضر سترى مجموعة ال iterations التي سيتم عملها لحل البرج وإتمام الحسابات.

وأخيراً، في منطقة Profile في هذه الصفحة، تستطيع رؤية منحنيات للبرج، وهي إما منحنى الحرارة أو الضغط أو معدل السريان، وتكون العلاقة بين الخاصية و موقع – رقم – الصينية.

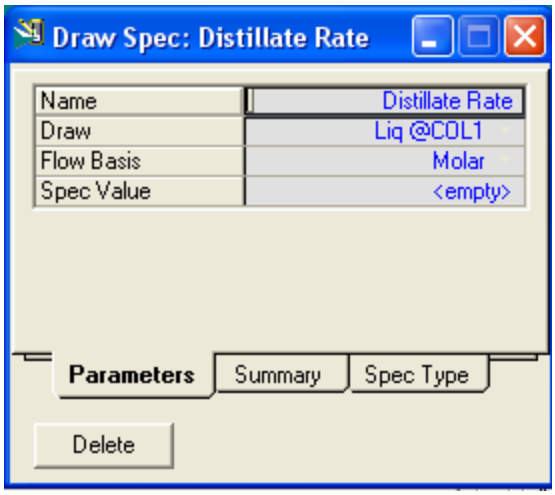
Specs ← Design:

وهي كما بالشكل التالي:



وفي هذه الصفحة يتم التعامل مع خواص البرج سواء بالإضافة أو الحذف أو مجرد رؤية بيانات خاصية معينة.

من خلال اختيار الخاصية ثم الضغط على View أو بالضغط دبل كليك مباشراً عليها تظهر لنا الصفحة الخاصة بهذه الخاصية كما بالشكل التالي:

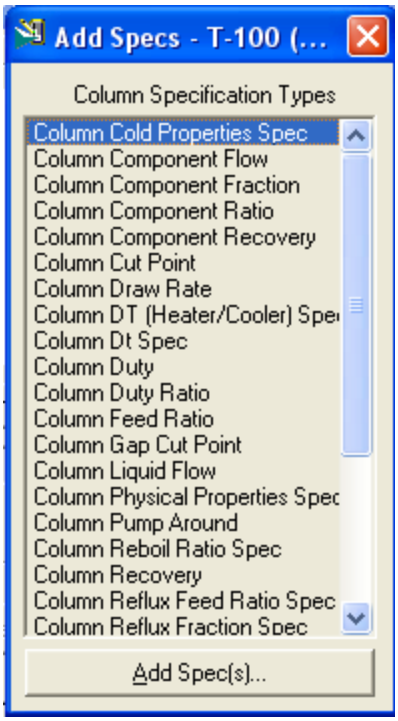


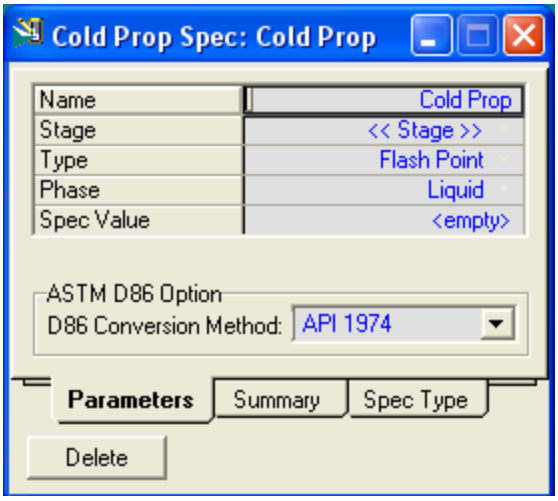
وطبعاً على حسب نوع الخاصية تكون البيانات المعروضة عنها، ويكمن التعديل في بيانات هذه الخاصية.

كما يمكنك حذف أي خاصية باختيارها ثم الضغط على Delete.

وبالنسبة لإضافة خاصية جديدة فنختار Add فتظهر لنا قائمة بكل خواص البرج التي يمكن إضافتها

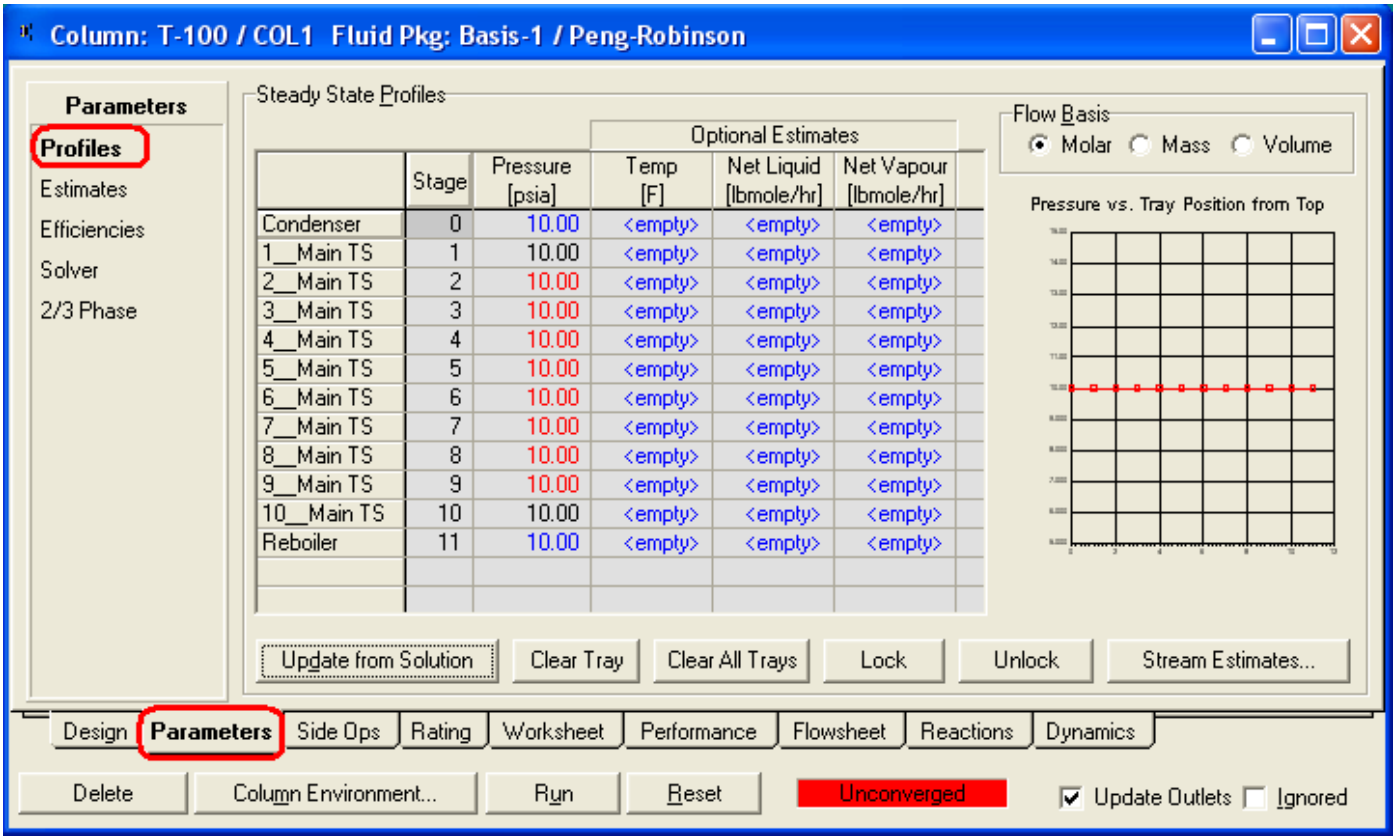
فنختار منها النوع المطلوب ثم Add Specs كما هو موضح بالصورة، فتظهر لنا الصفحة الخاصة بالخاصية لتحديد بياناتها كالتي تظهر عند عمل View.





Profile ← Parameter:

وتظهر بالشكل الآتي:

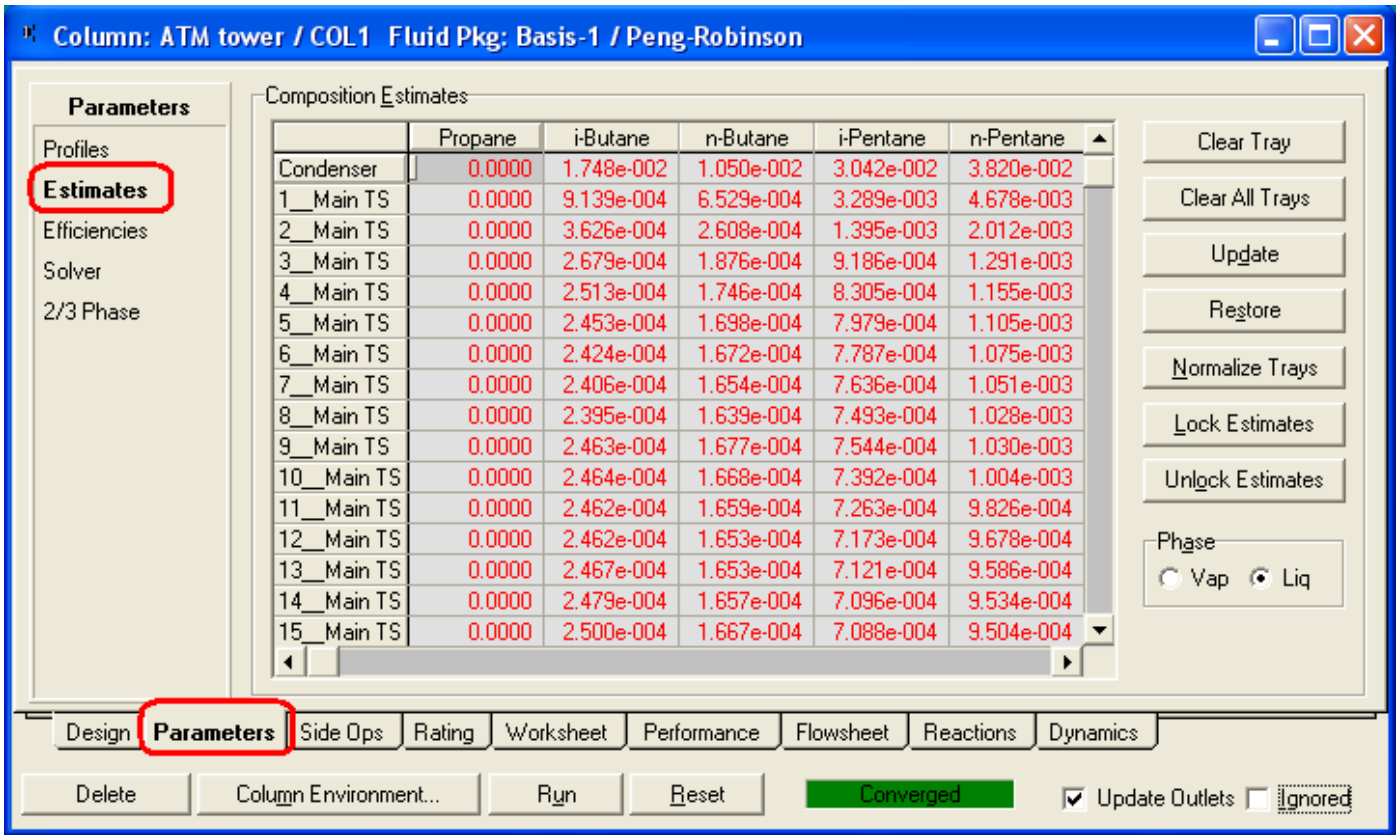


وفي هذه النافذة يظهر لنا قيم الضغط والحرارة ومعدل السريان لكل Stage خلال البرج، وهذه القيم تحسب بناءاً على قيم الضغط والحرارة التي تم إدخالها لقمة وقاع البرج في بداية إنشاء البرج، ولذلك نلاحظ وجود الضغط لأن إدخال قيمته كانت إجبارية والحرارة كانت اختيارية، ويتم تدريج القيم على طول البرج بين القيمتين المدخلتين.

وكل القيم الفارغ مكانها في هذه الصورة يتم حسابها بعد تشغيل البرج.

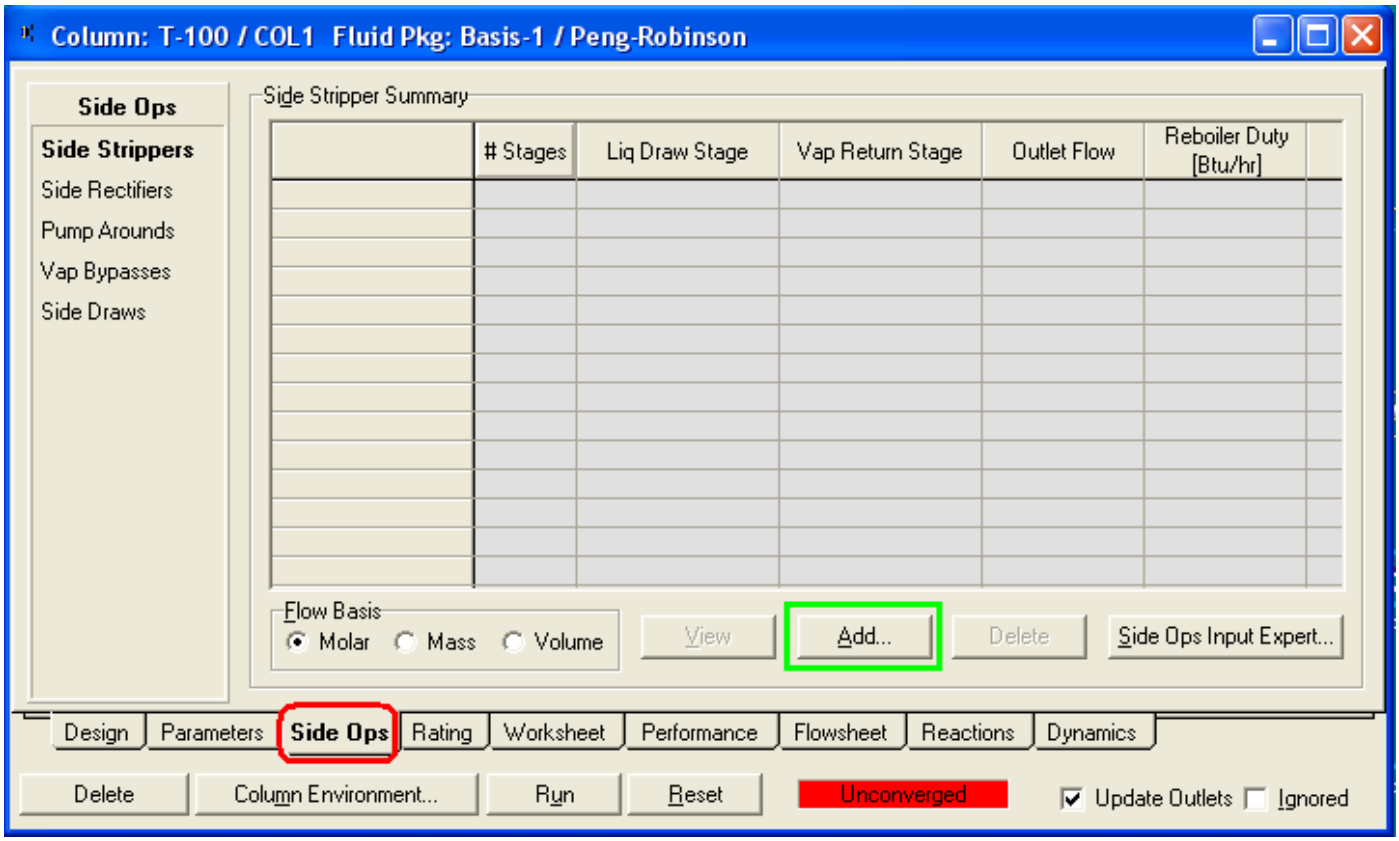
كما يتم رسم المنحنى الذي على يسار الجدول.

Parameter ← Estimates:



ومن خلال هذه الصفحة، يتم عرض توزيع المركبات على ال Stages المختلفة على طول البرج، فهو يعرض نسبة كل مركب حسب تواجده في ال Stage.

:Side Ops



ومن خلال هذه الصفحة يتم إضافة المعدات الجانبية Side Operations للبرج، وهي تشمل:

Side Stripper: أبراج النزع باستخدام البخار أو غلاية، ونحصل منه منتج سائل.

Side Rectifier: هي كبرج صغير به مكثف، نحصل منه على منتج بخاري وآخر سائل.

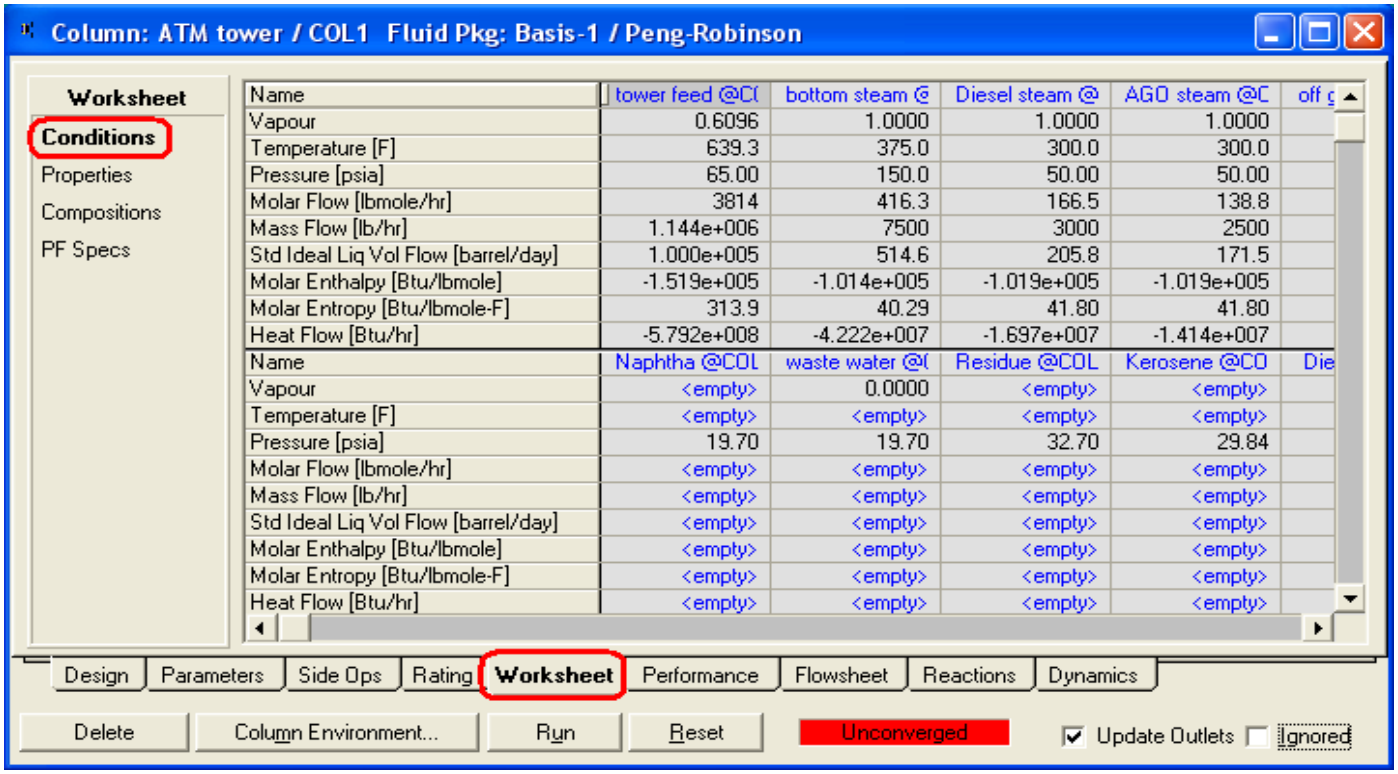
Pump Around: يتم سحب السائل من على صينية ويبرد ويعود على الصينية الأعلى.

Vap. Bypasses: يتم سحب البخار من فوق صينية وتعود إلى صينية أعلى منها.

ولإضافة أي منهما نختاره من القائمة التي في اليسار، ثم تضغط Add، فتظهر النافذة الخاصة بذلك، فنحدد بها الخصائص حسب كل نوع.

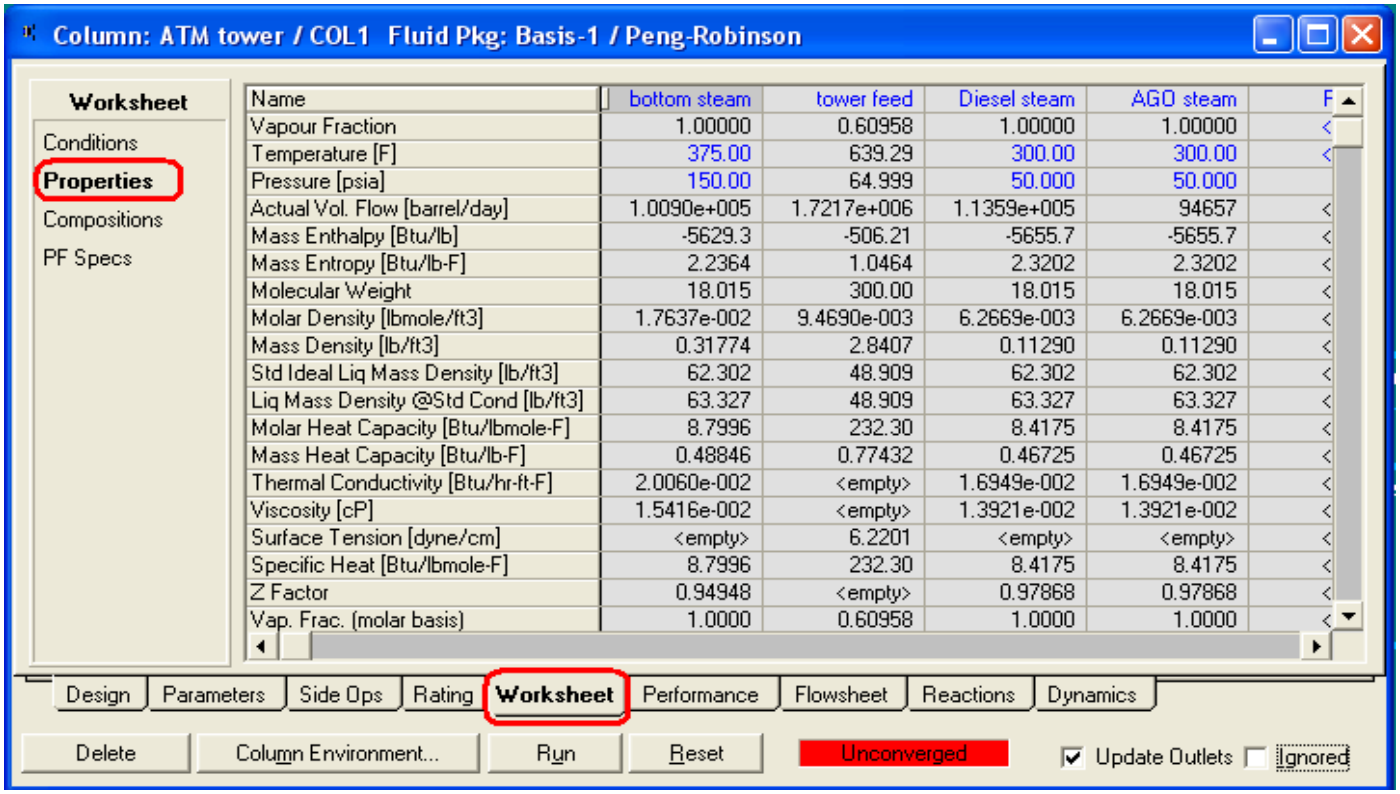
وجميعهم يشتركون في تحديد صينية – Stage – السحب وصينية الرجوع، ثم بعد ذلك حسب نوع المعدة، فإذا كنا نحصل منه على منتج نحدد هذا المنتج ومعدل السريان إن كان معلوم أو مطلوب، وإذا كان به بخار أو غلاية أو مكثف نحدد الخواص الخاصة بهم.

Worksheet ← Conditions / Properties:



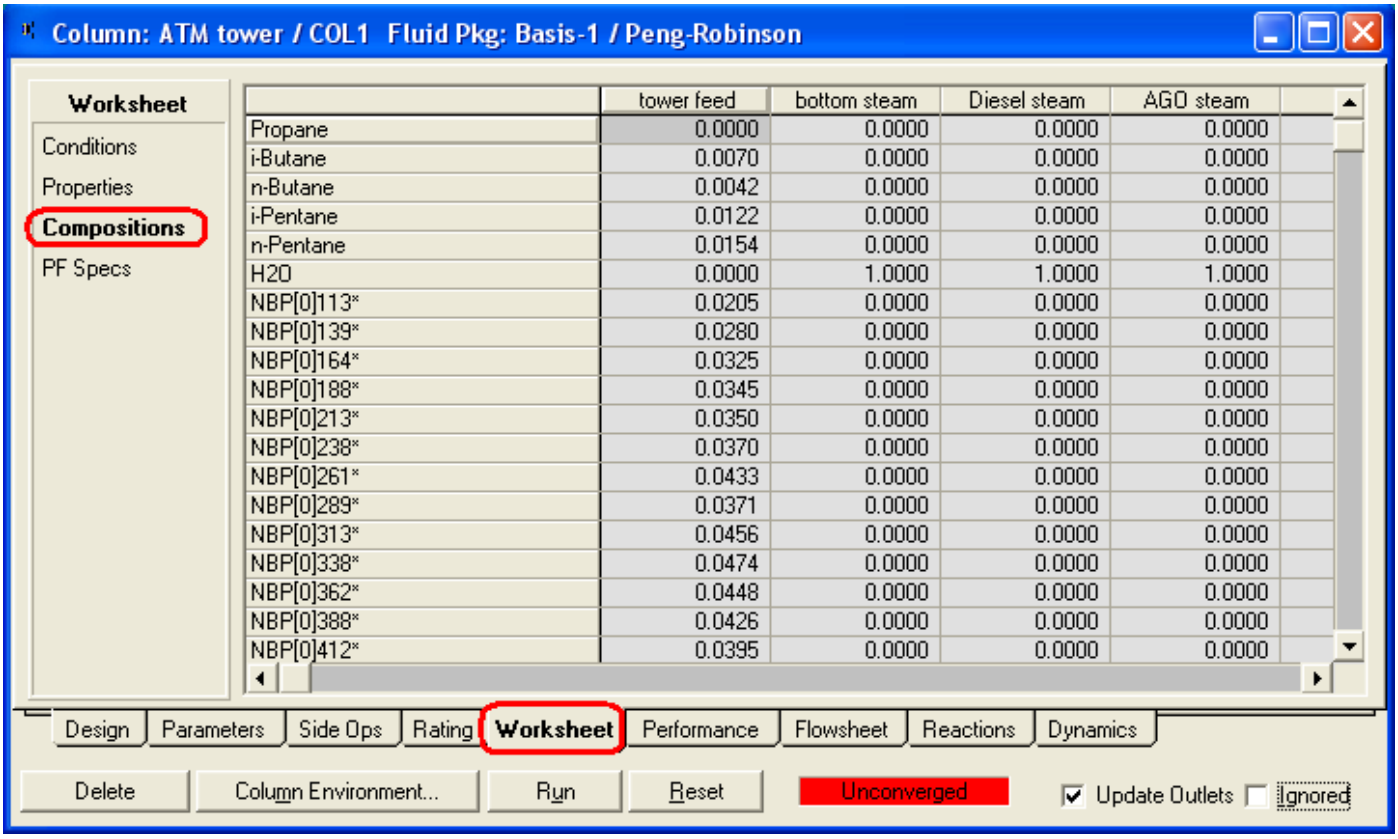
Name	tower feed @C(	bottom steam @	Diesel steam @	AGO steam @C	off g
Vapour	0.6096	1.0000	1.0000	1.0000	
Temperature [F]	639.3	375.0	300.0	300.0	
Pressure [psia]	65.00	150.0	50.00	50.00	
Molar Flow [lbmole/hr]	3814	416.3	166.5	138.8	
Mass Flow [lb/hr]	1.144e+006	7500	3000	2500	
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	1.000e+005	514.6	205.8	171.5	
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	-1.519e+005	-1.014e+005	-1.019e+005	-1.019e+005	
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	313.9	40.29	41.80	41.80	
Heat Flow [Btu/hr]	-5.792e+008	-4.222e+007	-1.697e+007	-1.414e+007	
Name	Naphtha @COL	waste water @(	Residue @COL	Kerosene @CO	Die
Vapour	<empty>	0.0000	<empty>	<empty>	
Temperature [F]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Pressure [psia]	19.70	19.70	32.70	29.84	
Molar Flow [lbmole/hr]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Mass Flow [lb/hr]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Std Ideal Liq Vol Flow [barrel/day]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Molar Enthalpy [Btu/lbmole]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Molar Entropy [Btu/lbmole-F]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	
Heat Flow [Btu/hr]	<empty>	<empty>	<empty>	<empty>	

وفيه تظهر جميع ال Streams المتعلقة بالبرج و معها ظروف كل Stream حسب ما تم حسابه، ومثلها صفحة Properties ولكن بها تظهر جميع الخواص لهذه ال Streams:



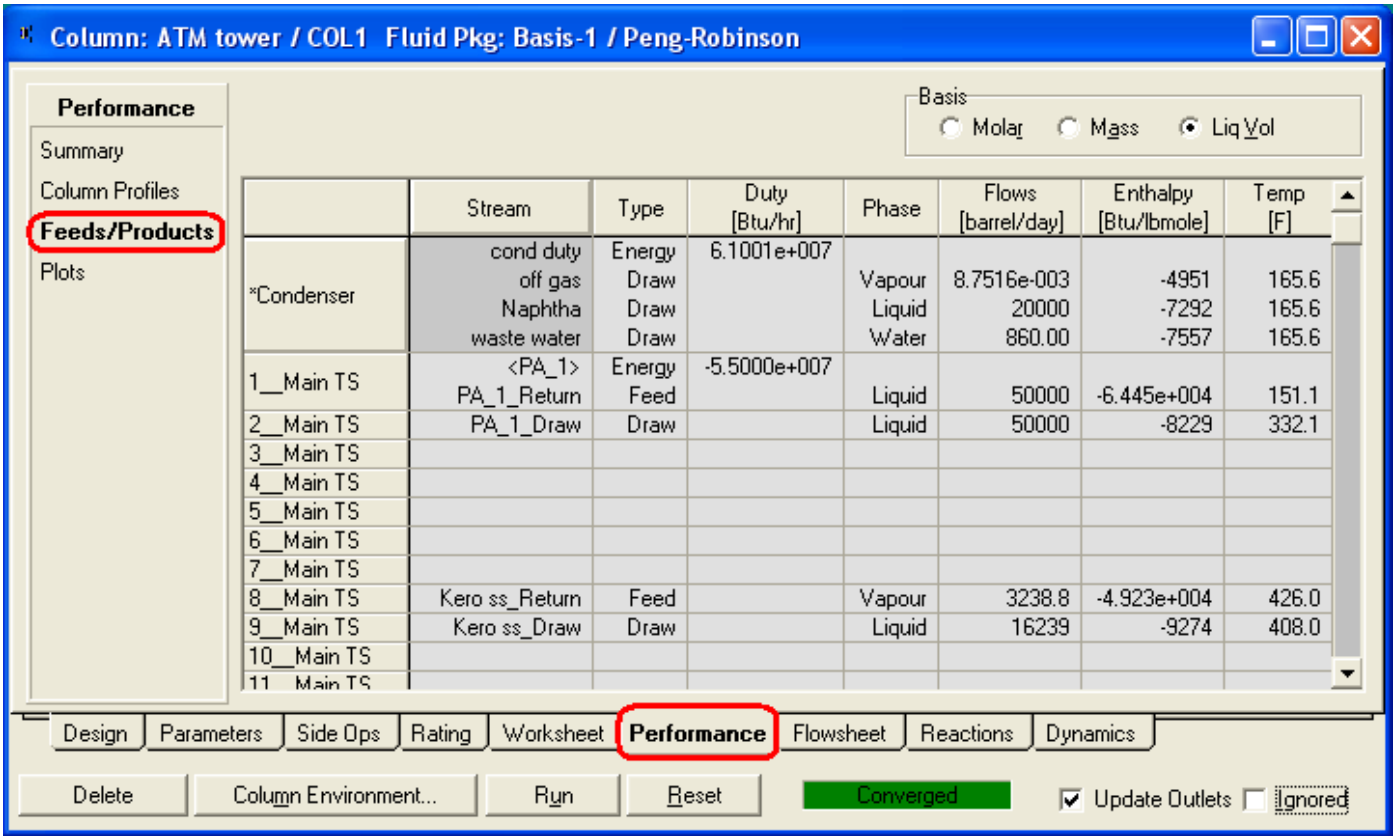
Name	bottom steam	tower feed	Diesel steam	AGO steam	F
Vapour Fraction	1.00000	0.60958	1.00000	1.00000	<
Temperature [F]	375.00	639.29	300.00	300.00	<
Pressure [psia]	150.00	64.999	50.000	50.000	
Actual Vol. Flow [barrel/day]	1.0090e+005	1.7217e+006	1.1359e+005	94657	<
Mass Enthalpy [Btu/lb]	-5629.3	-506.21	-5655.7	-5655.7	<
Mass Entropy [Btu/lb-F]	2.2364	1.0464	2.3202	2.3202	<
Molecular Weight	18.015	300.00	18.015	18.015	<
Molar Density [lbmole/ft3]	1.7637e-002	9.4690e-003	6.2669e-003	6.2669e-003	<
Mass Density [lb/ft3]	0.31774	2.8407	0.11290	0.11290	<
Std Ideal Liq Mass Density [lb/ft3]	62.302	48.909	62.302	62.302	<
Liq Mass Density @Std Cond [lb/ft3]	63.327	48.909	63.327	63.327	<
Molar Heat Capacity [Btu/lbmole-F]	8.7996	232.30	8.4175	8.4175	<
Mass Heat Capacity [Btu/lb-F]	0.48846	0.77432	0.46725	0.46725	<
Thermal Conductivity [Btu/hr-ft-F]	2.0060e-002	<empty>	1.6949e-002	1.6949e-002	<
Viscosity [cP]	1.5416e-002	<empty>	1.3921e-002	1.3921e-002	<
Surface Tension [dyne/cm]	<empty>	6.2201	<empty>	<empty>	<
Specific Heat [Btu/lbmole-F]	8.7996	232.30	8.4175	8.4175	<
Z Factor	0.94948	<empty>	0.97868	0.97868	<
Vap. Frac. (molar basis)	1.0000	0.60958	1.0000	1.0000	<

Worksheet ← Compositions:



وفي هذه الصفحة يتم عرض جميع ال Streams المرتبطة بالبرج ويظهر تركيبها بعرض توزيع المركبات فيها، ولاحظ الفرق بينها وبين الصفحة في Parameters، فهنا يظهر تركيب ال Streams المرتبطة بالبرج سواء الداخلة أو الخارجة، أما هناك فكان يعرض التركيب الموجود على كل صينية وليس ال Streams.

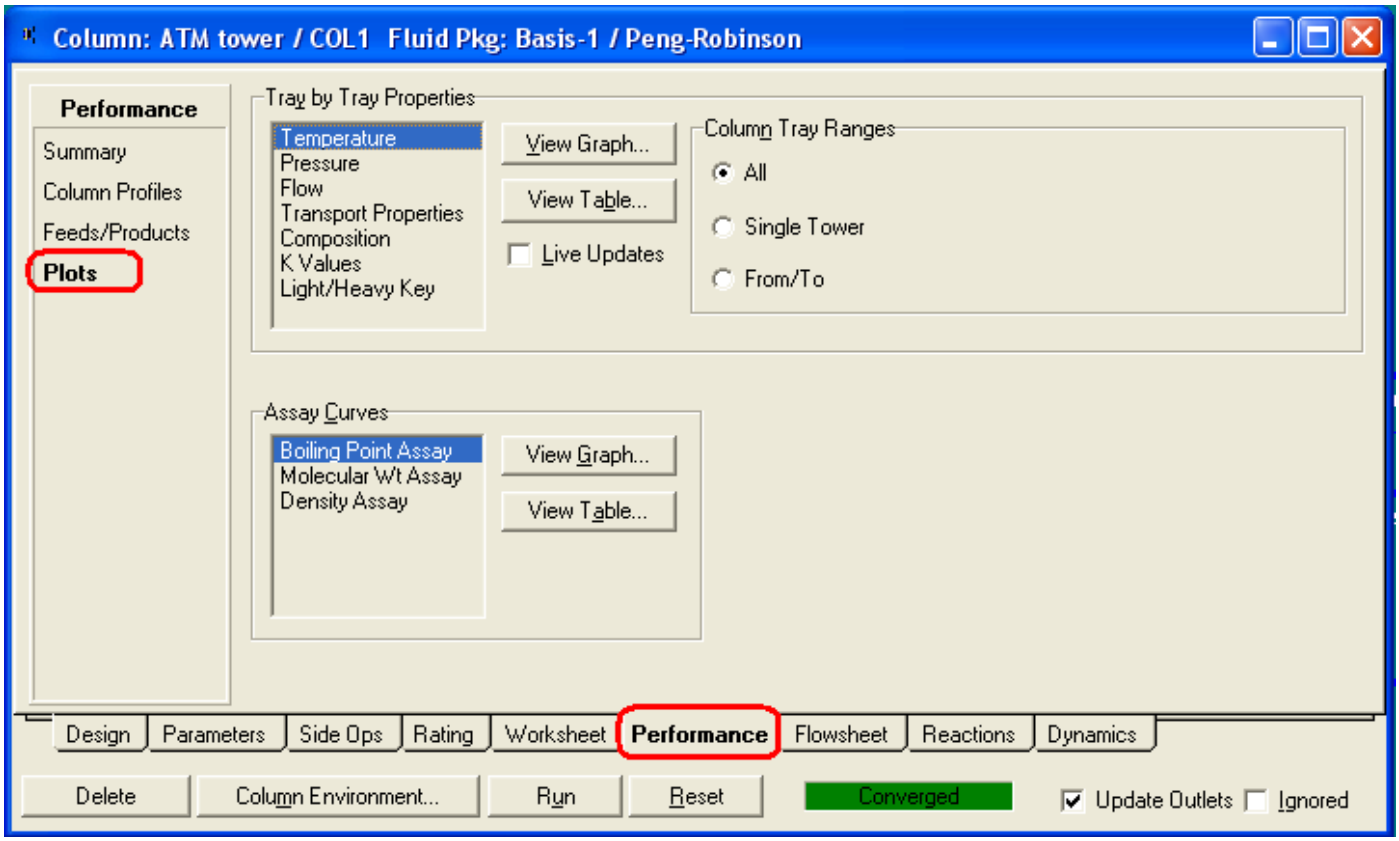
Performance ← Feeds/Products:



	Stream	Type	Duty [Btu/hr]	Phase	Flows [barrel/day]	Enthalpy [Btu/lbmole]	Temp [F]
*Condenser	cond duty	Energy	6.1001e+007				
	off gas	Draw		Vapour	8.7516e-003	-4951	165.6
	Naphtha	Draw		Liquid	20000	-7292	165.6
	waste water	Draw		Water	860.00	-7557	165.6
1__Main TS	<PA_1>	Energy	-5.5000e+007				
	PA_1_Return	Feed		Liquid	50000	-6.445e+004	151.1
2__Main TS	PA_1_Draw	Draw		Liquid	50000	-8229	332.1
3__Main TS							
4__Main TS							
5__Main TS							
6__Main TS							
7__Main TS							
8__Main TS	Kero ss_Return	Feed		Vapour	3238.8	-4.923e+004	426.0
9__Main TS	Kero ss_Draw	Draw		Liquid	16239	-9274	408.0
10__Main TS							
11__Main TS							

وكما يظهر هنا فإنه يعرض كل ال Stages الموجودة في البرج بما فيها من معدات جانبية ويعرض ما بها من Streams ويحدد حالتها (L,V,W,Q) والخواص الأساسية لها.

Performance ← Plots:

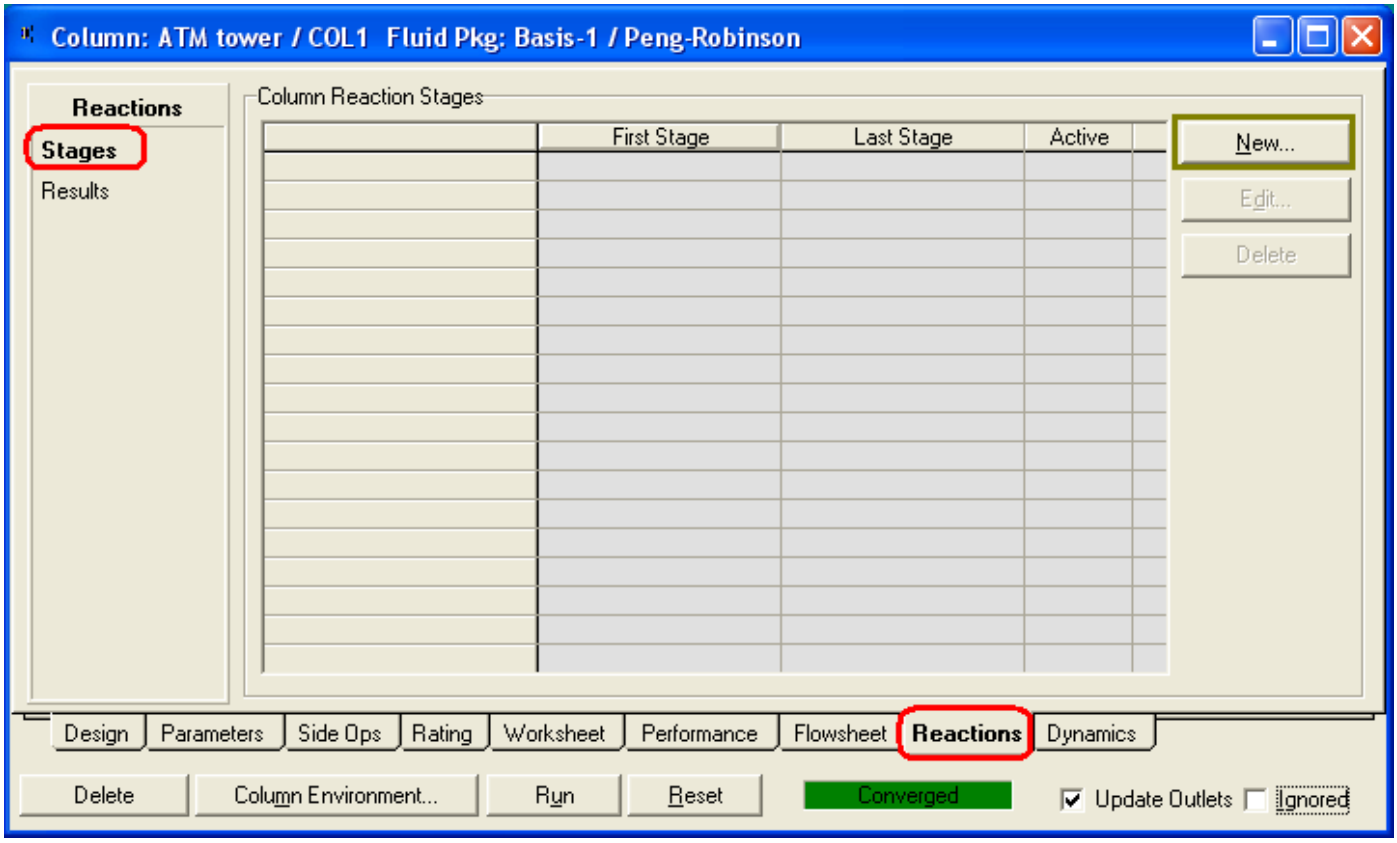


ومنها نستطيع أن نظهر مجموعة من المنحنيات الخاصة بالخواص المختلفة، سواء كانت منحنيات خواص للبرج والصواني أو للخام نفسه.

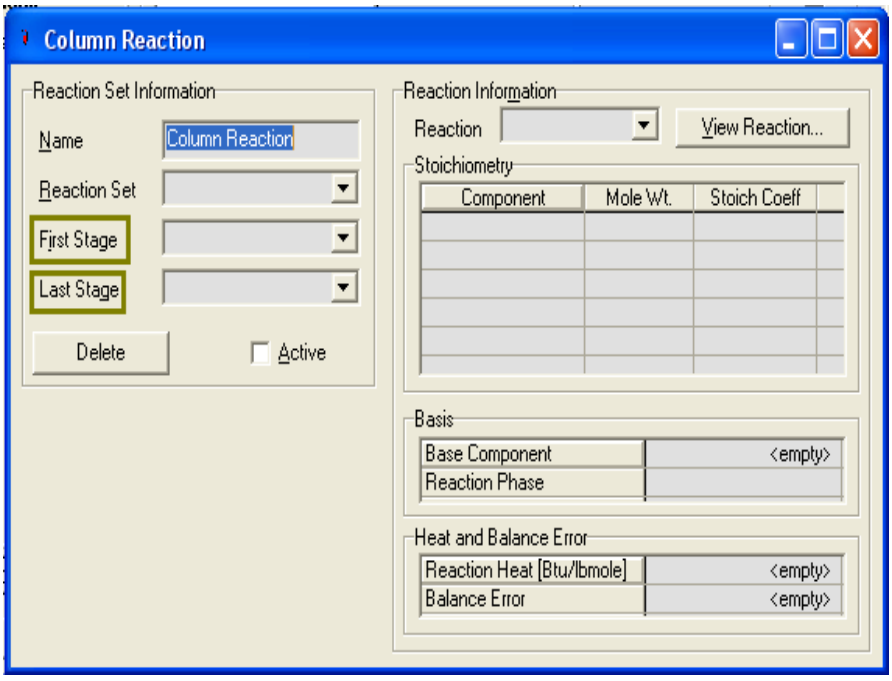
فمجموعة Tray by Tray Properties نستطيع منها إظهار منحنيات مجموعة من الخواص المختلفة، وتكون العلاقة فيها مرسومة بين الخاصية وبين موقع الصواني Tray Position، وبعض هذه المنحنيات يحتاج إلى ضبط بعض الخواص كتحديد نوع الحالة المراد رسمها (V,L).

بالنسبة للمجموعة الأخرى Assay Curves فهي تظهر منحنى لل Properties Assays، وعند الضغط على View Graph أو View Table يظهر المنحنى فارغاً، فنقوم بالدخول على Profile Data Control لنحدد اختيارات رسم المنحنى من تحديد لنوع الحالة أو ال Basis الذي نعمل به وما إذا كنا نريد رسم المنحنى لصينية واحدة أو لعدة صواني.

Reactions:



ومن خلال هذه النافذة يمكننا إضافة أي تفاعل كيميائي يمكن أن يحدث بداخل البرج، وذلك بالضغط على New فتظهر النافذة التالية:



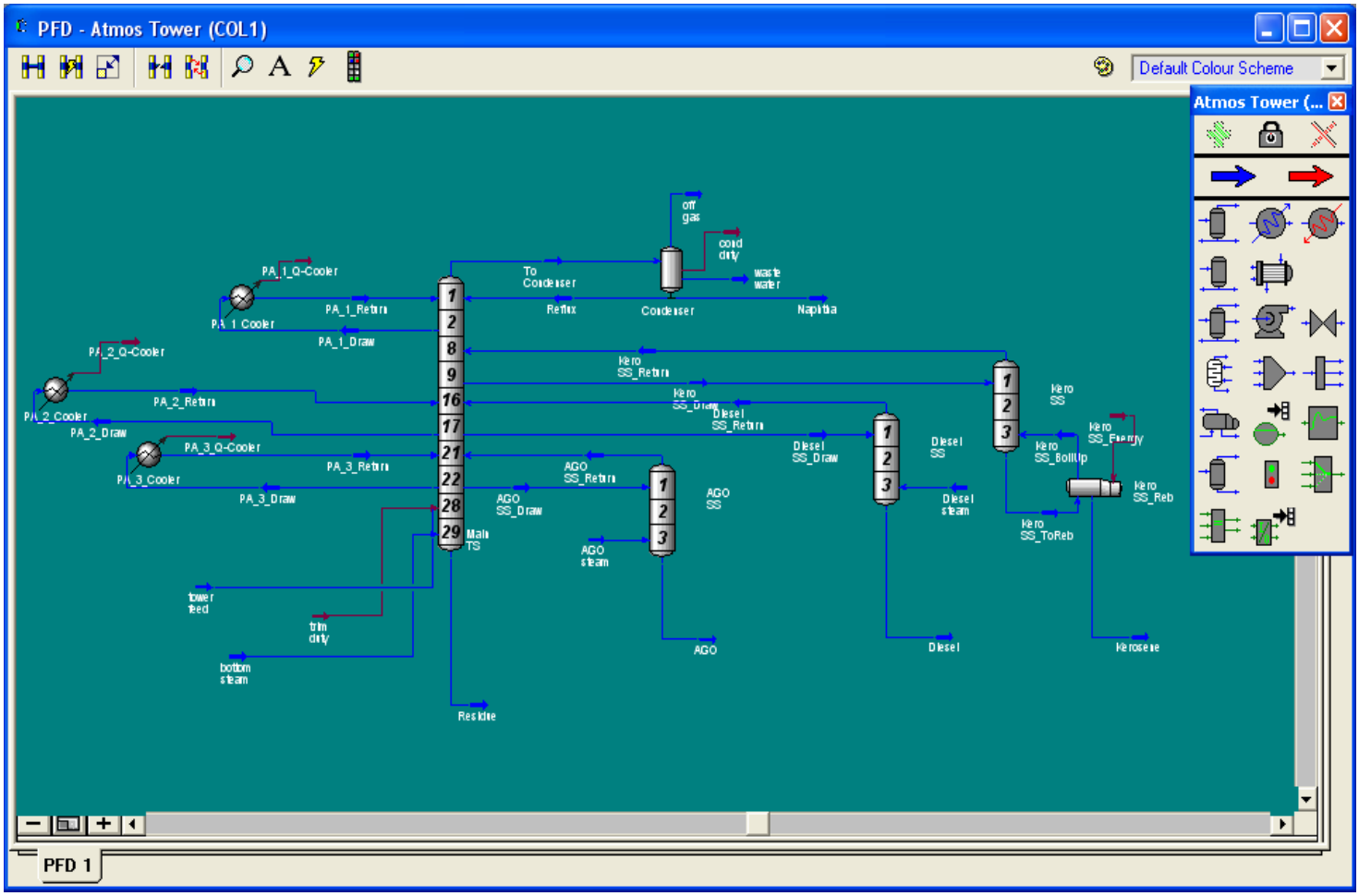
وفيها نحدد الصينية التي يبدأ عندها التفاعل والتي ينتهي عندها، ثم بعد ذلك نضيف التفاعل.

*بالنسبة لكيفية إضافة التفاعل و التعامل معه سيتم الحديث عنه بالتفصيل في الفصل الخاص بالتفاعلات الكيميائية.

Column Environment

عند إضافة برج تقطير للمثال، فإنه بجانب ال Flow Sheet الأساسي للمثال، يتم عمل آخر إضافي خاص بالبرج، يظهر فيه البرج بمزيد من التفاصيل التي لا حاجة لوضعها في ال Flow Sheet الأساسي حتى لا يزدحم بالأدوات.

ويتم الوصول إلى هذا ال Flow Sheet عن طريق الضغط على زر Column Environment الموجود في أسفل نافذة خصائص البرج، فيظهر لنا ال PFD الجديد الخاص بالبرج وحده كما بالصورة:

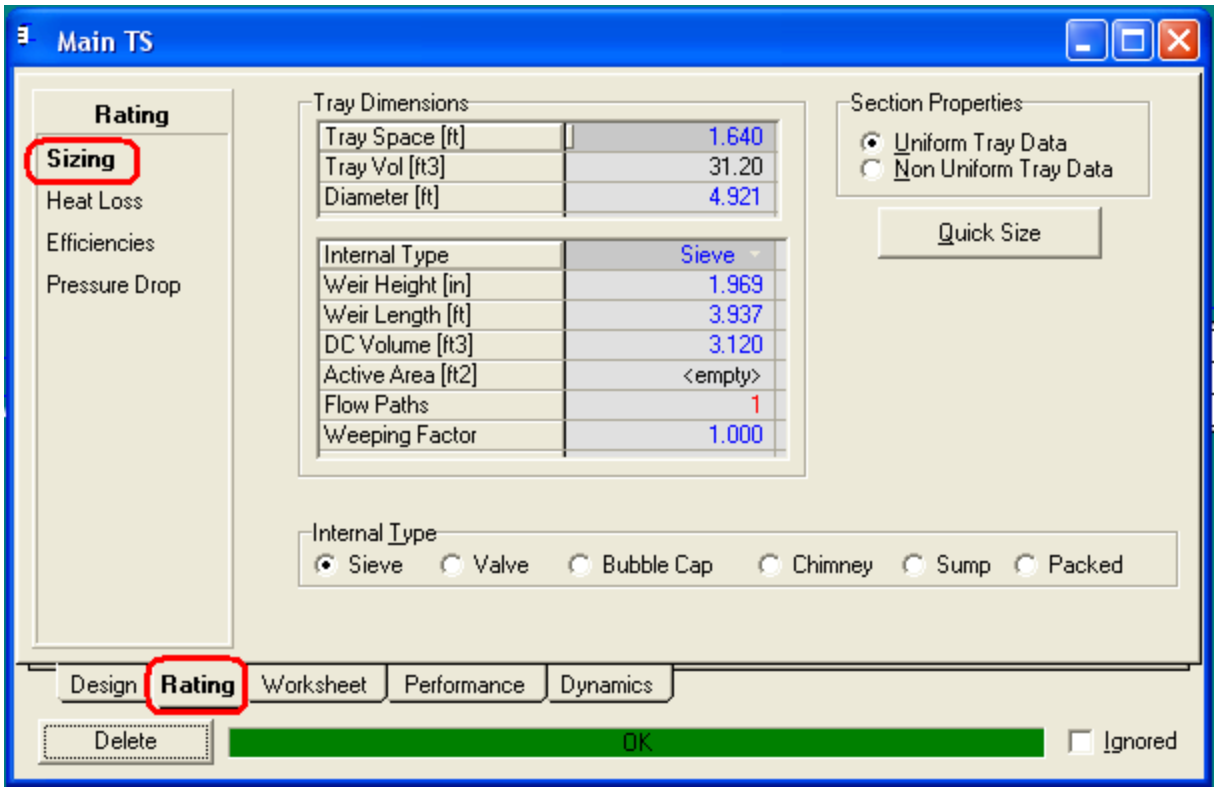


ونلاحظ أن البرج ظاهر بكل تفاصيله (طبعاً يختلف حسب تصميم البرج)، كما أن هناك لوحة أدوات خاصة به تختلف عن اللوحة المعتادة، فهذه خاصة بالبرج وتعرض الأدوات التي يمكن إضافتها له، وسنجد من ضمنهم الغلاية وهي لا تتواجد في اللوحة الأساسية.

ماذا يمكننا أن نفعل من خلال هذه النافذة؟؟

تتيح لك هذه النافذة التعامل مع البرج بمرونة أكبر، و تحديد بيانات أكثر عنه وعن تفاصيله الداخلية.

قم بالدخول على نافذة خصائص البرج (اضغط دبل كليك) ثم اختار Rating:



يمكنك من خلال هذه النافذة أن تدخل بيانات الصواني للبرج، وتحدد نوعها حتى لو كان بها حشو ستجد أنواع الحشو كلها تقريباً.

كما يمكنك بعد ذلك من خلال ال Heat loss وال Efficiencies أن تحدد بيانات أكثر عن هذه الصواني.

طبعاً هناك الكثير من الاختيارات التي يمكنك أن تتعامل معها، ولكن قصدت ذكر تصميم الصواني لأن الخيارات الأخرى قد تستطيع تنفيذها دون الحاجة للدخول إلى هنا.

نفس الكلام يمكنك فعله مع أبراج النزع الجانبية Side Strippers وذلك بالدخول عليها وضبط خواصها وتصميم الصواني أيضاً، وهذه الأبراج لا تظهر أصلاً في الشيت الأساسي.

وباقي ملحقات البرج من غلاية ومكثف و Pump Around وغيرهم من الملحقات.

ومن أهم المميزات أنه من هنا وهنا فقط يمكنك أن تضيف للبرج مكثف أو غلاية بعد تصميمه، كما يمكنك حذفهم إن كانوا موجودين في الأساس.

وهذه هي النقطة التي تكلمنا عنها في بداية هذا الدرس، وهي أننا يمكن أن نحول البرج من نوع إلى آخر، فالبرج الذي ليس به غلاية يمكن إضافتها له، وإن كان به مكثف ولسنا بحاجة له نستطيع حذفه... وهكذا.

وقبل أن نرى طريقة عمل هذا سنذكر شيء آخر قد أجلت الحديث عنه حتى نصل إلى هنا، وهو عندما ذكرت في صفحة 84 أن لكل Stream في صفحة ال Connection اسمان، احدهم في ال Internal Streams والآخر في ال External Streams، وهنا جاء الوقت لتفسير ذلك.

فكما هو أصبح ظاهراً لنا، أن البرج يظهر في مكانين، في ال PFD الأساسي للمثال، وفي ال PFD الخاص به، وهذان هما ال External و ال Internal .

فأي Stream متعلق بالبرج يظهر في ال PFD الأساسي يكون External Stream، وأي Stream يظهر في ال PFD الخاص للبرج يكون Internal Stream.

وبما أن للبرج بعض الأدوات والملحقات وال Streams التي لا تظهر إلا في ال PFD الخاص، والعكس ليس صحيح، فأن كل External Stream لابد أن يكون له Internal Stream والعكس ليس صحيح.

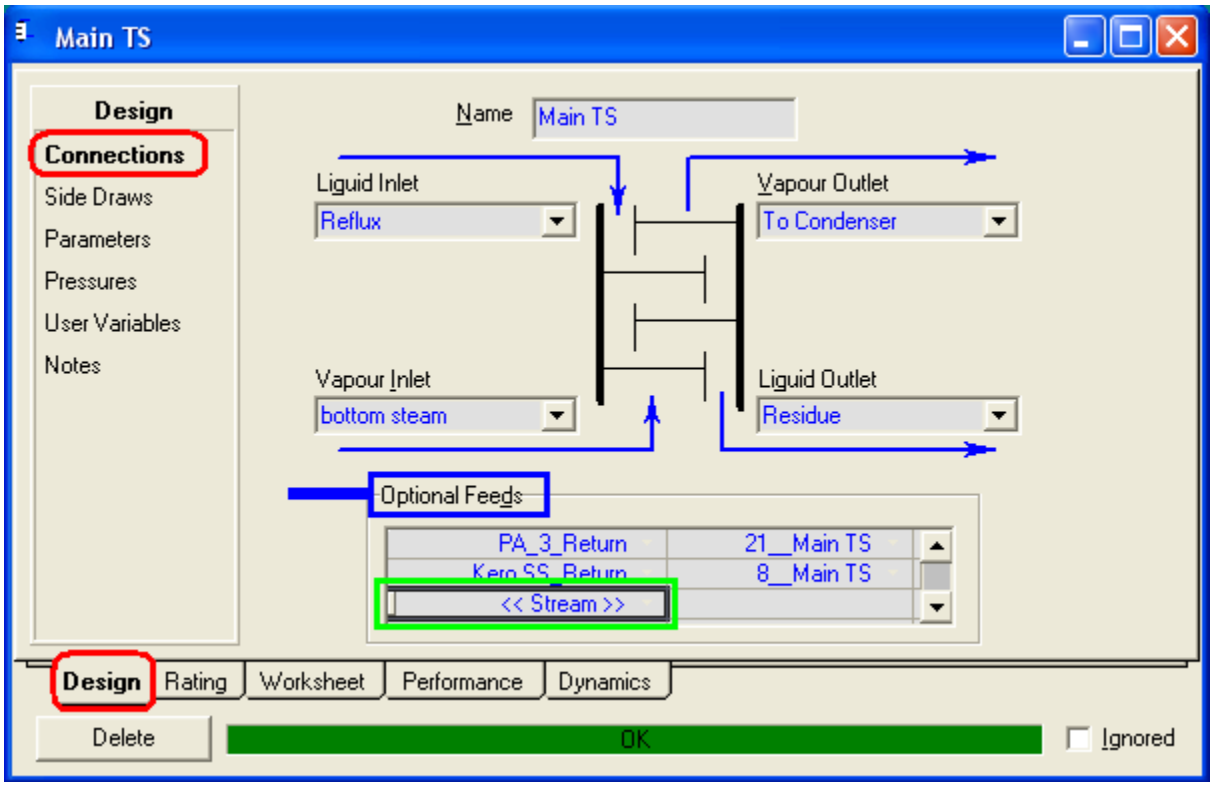
ولكن لماذا ذكرت هذه النقطة قبل أن نعرف كيف نضيف غلاية أو مكثف؟؟

ستعرف الإجابة بعد أن نقوم سوياً بشرح طريقة إضافتهم...

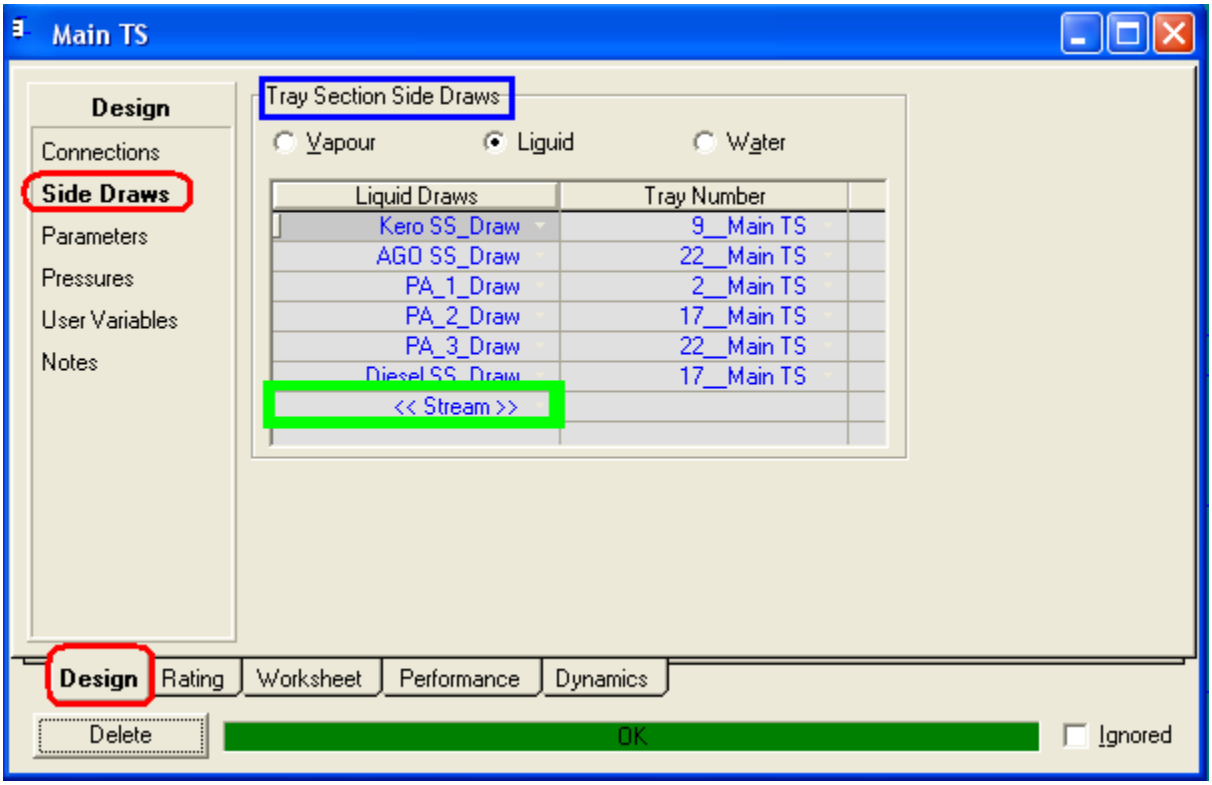
إضافة غلاية لبرج التقطير

سنقوم الآن بإضافة غلاية لبرج تم تصميمه بدون واحدة، وبمثل هذه الخطوات يمكن إضافة المكثف:

1. قم بالدخول إلى ال PFD الخاص بالبرج بالضغط على Column Environment.
2. من لوحة الأدوات قم بإضافة الغلاية كما تضيف أي أداة أخرى.
3. حدد للغلاية ال Streams الخاصة بها (كـ Streams جديدة) وهي:
   - Inlet Stream (غالباً هو ال Residue).
   - Bottom Outlet Stream
   - BoilUp Stream
   - Energy Stream
   - Vapour Outlet Stream إن وجد.
4. قم بالدخول إلى نافذة خصائص البرج واذهب إلى صفحة Design ← Connections.
5. من مجموعة Optional Feeds قم بإضافة ال BoilUp Stream وحدد له صينية الدخول.



6. اذهب إلى Design ← Side Draws وقم بإضافة ال Inlet Stream الخاص بالغلاية وحدد صينية السحب (إذا كان ال Inlet Stream هو ال bottom residue للبرج فهذه الخطوة لا داعي لها، فقط وصله من الخارج بالغلاية).

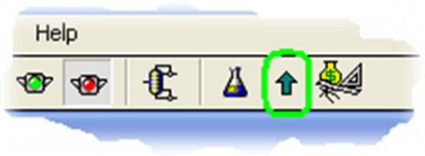


وبذلك يكون قد تم إضافة الغلاية وربطها بالبرج.

الخطوات 4,5,6 يمكن الاستغناء عنهم باستخدام ال Attach Mode، ولكن ماذا نفعل إذا لم تكن الصينية ظاهرة في البرج؟؟

إما أن تقوم بعمل تمديد للبرج لإظهار كل الصواني وذلك بالضغط كليك يمين على البرج ثم اختيار Expand، أو كليك يمين واختار Show Trays وحدد منه الصواني التي ترغب في ظهورها.

وبهذا تكون الغلاية تم إضافتها بنجاح للبرج، ولكن ما فائدة الحديث عن ال Internal وال external Steams؟؟



قم بالعودة إلى ال PFD الأساسي وذلك بالضغط على السهم لأعلى الظاهر في شريط الأدوات.

والآن، المفروض أننا نحصل من أسفل البرج على ال Stream الخارج من الغلاية وليكن اسمه Reb out وليس ال Residue لأنه أصبح داخل للغلاية.

ولكن إذا خرجت لل PFD الأساسي ستجد أن Stream ال Residue أصبح غير مرتبط بالبرج، وليس هناك خارج من قاع البرج سواء ال Residue أو ال Reb out !!!

ولحل ذلك قم بالدخول لنافذة خصائص البرج وأذهب لصفحة Connection، ثم إلى مجموعة Outlet Streams ستجد في ال Internal Streams الـ Reb out موجود وفي خانة ال External Streams المقابلة لها فارغة.

قم بفتح القائمة المنسدلة فيها واختار Residue.

بهذه الخطوة تم ربط ال Stream المسمى Residue الموجود في الشيت الأساسي بال Stream المسمى Reb out الموجود في داخل البرج، أرجو أن يكون وضح الآن لماذا تكلمت عن ال Internal & External Streams.

وأما عن حذف الغلاية أو المكثف، فبكل بساطة أدخل للشيت الفرعي الخاص بالبرج، وقم بحذفه وال Streams الخاصة به.

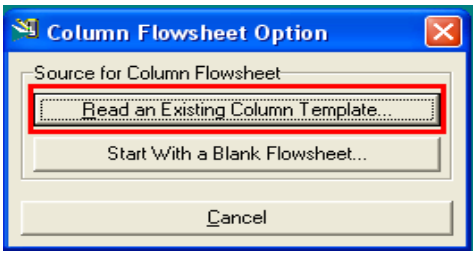
استخدام القوالب الجاهزة للأبراج

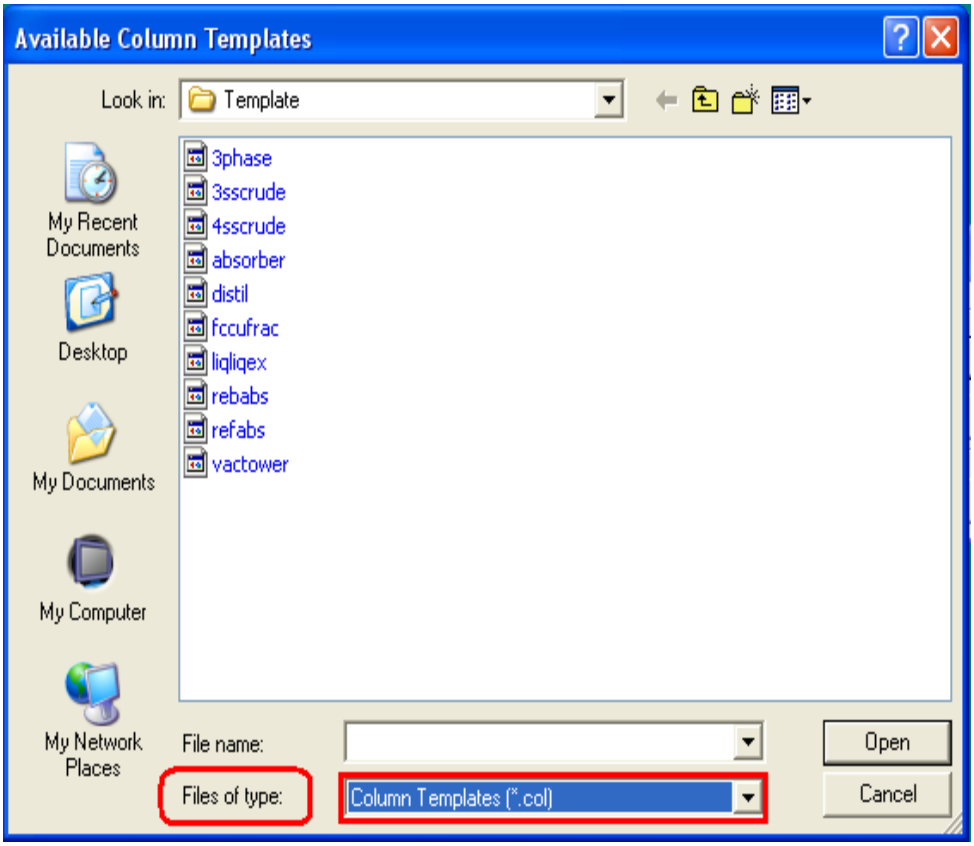
تعلمنا سوياً كيف نضيف البرج ونحدد له خواصه، ولكن هناك دائماً أشكال أو أنماط معينة للأبراج يكثر استخدامها، فمثلاً الشائع لبرج التقطير الجوي أن يكون به Side Stripper 3 و Pump Around، و برج التقطير التفريغي يكون له Pump Around وليس به أبراج نزع ... وهكذا.

لذلك فإن برنامج HYSYS يأتي معه مجموعة من الأبراج – أو بمعنى أصح قوالب للأبراج – لتسهل عملية إضافة البرج، فيكون الرج جاهز بالمعدات الجانبية وتقوم فقط بملء البيانات.

لاستخدام هذه القوالب يتم إضافة البرج بالطريقة التالية:

1. من لوحة الأدوات قم بإضافة Custom Column.
2. ستظهر لك نافذة بها خيارات، قم باختيار Read an existing column Template.
3. ستظهر لك بعد ذلك نافذة لاختيار البرج المطلوب ولكن تأكد أن نوع الملف col.*

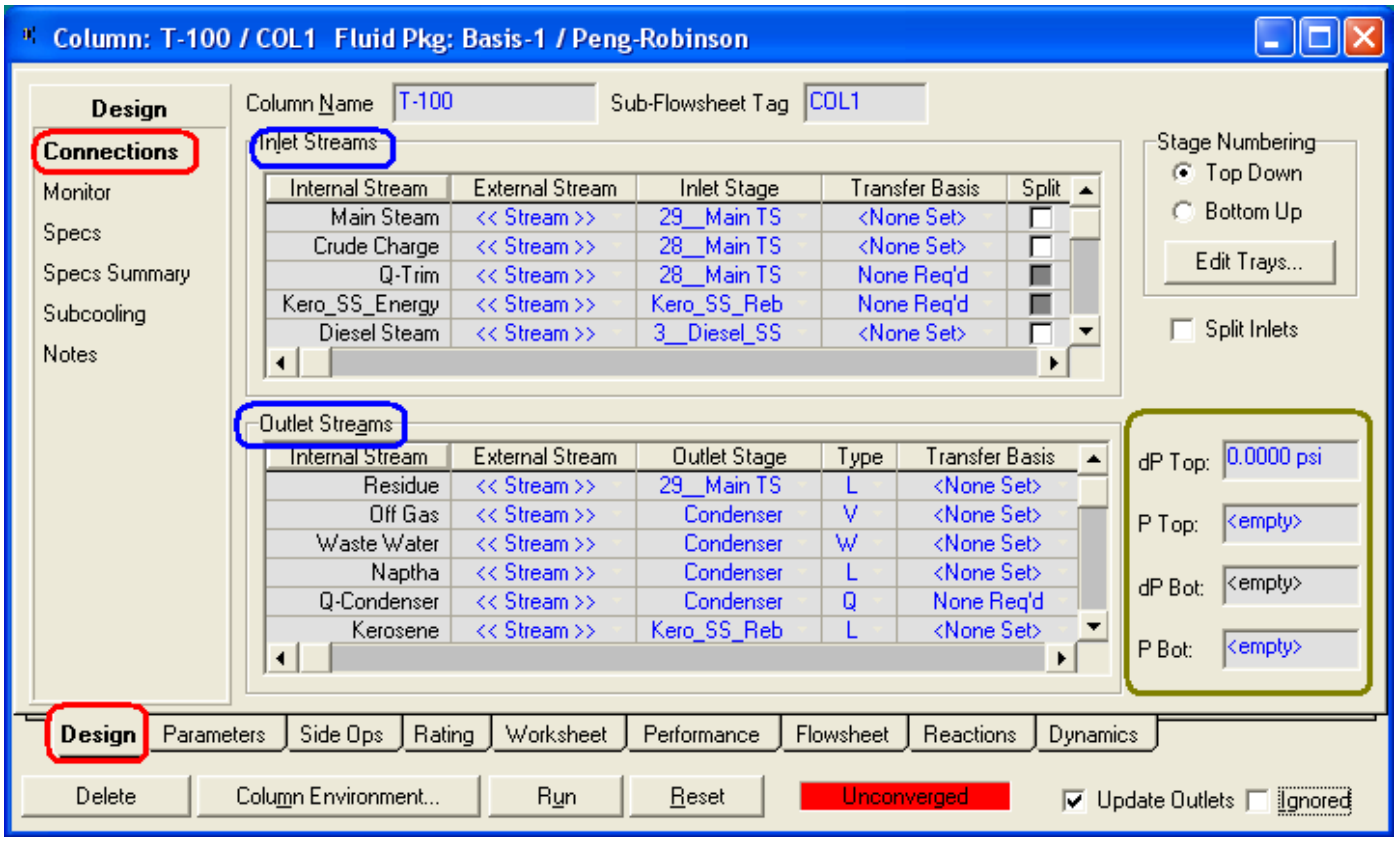




*هذه الملفات تكون موجودة في مجلد البرنامج في المسار التالي:

C:\Program Files\Hyprotech\HYSYS 3.2\Template

4. نفرض أننا أضفنا ال 3sscrude وهو لبرج تقطير بثلاث أبراج نزع، سيكون المنظر كالتالي:



ستجد أن جميع ال Streams المتعلقة بالبرج قد تم إنشائها كـ Internal Stream سواء كانت Inlet أو Outlet، وكل ما عليك فعله هو توصيلهم بال External Streams المقابلة لهم، ويمكنك إضافة أو حذف ما تريد على حسب ما لديك من بيانات.

ولا تنسى أن تدخل قيم الضغط للبرج كما هو موضح في الإطار الأخضر.

وبعد ذلك يمكنك أن تذهب لل Side Ops لترى إذا كان هناك شيء يحتاج للتغير – كتغير أماكن السحب والرجوع للبرج – أو تتركهم كما هم.

وتتعامل معه بعد ذلك مثل أي برج من حيث ضبط الخواص وال Specs المختلفة.

الفصل السابع

مثال تكرير البترول

في هذا الفصل سنتعرض لمفاهيم جديدة وأدوات جديدة خاصة بالتعامل مع زيت البترول و يمكن تقسيم الدرس إلى العناصر التالية:

1. كيفية تعريف الزيت وعمل المخلوط Blend.
2. إضافة الزيت إلى المثال.
3. إضافة أبراج التقطير وما يتعلق بها من خواص و مواصفات (تم شرح الأبراج بالتفصيل في الفصل السابق).

ونبدأ بعرض بيانات المثال الذي سنعمل من خلاله لشرح هذه العناصر.

Ex. 2: Oil Refining.

A pre-heated crude needs to be fractionate to produce the following product:

1. Naphtha: produced from top 3-phase condenser.
2. Kerosene: produced from reboiler side stripper.
3. Diesel fuel: produced from steam side stripper.
4. Gas oil: produced from steam side stripper.
5. Residue: produced from the bottom.

The feed conditions are:

- Temp. = 450 °f
- Press. = 5.171 bar
- Liq. Vol. flow rate = 100,000 bbl/day

The oil will be heated in the furnace to 650 °f, and then feed to the tower that have (29 tray + partial condenser).

The feed enter the tower at stage 28, and a steam stream enters at the bottom.

The oil has the following laboratory assay data:

TBP Distillation Assay		
Liquid Volume Percent Distilled	**Temperature (^{o}f)**	**Molecular weight**
0.0	80.0	68.0
10.0	255.0	119.0
20.0	349.0	150.0
30.0	430.0	182.0
40.0	527.0	225.0
50.0	635.0	282.0
60.0	751.0	350.0
70.0	915.0	456.0
80.0	1095.0	585.0
90.0	1277.0	713.0
98.0	1410.0	838.0

Light Ends Liquid Volume Percent	
i-Butane	0.19
n-Butane	0.11
i-Pentane	0.37
n-Pentane	0.46

API Gravity Assay	
Liq. Vol. % distilled	**API Gravity**
13.0	63.28
33.0	54.86
57.0	45.91
74.0	38.21
91.0	26.01

Viscosity Assay		
Liquid Volume Percent Distilled	**Viscosity (cP) 100 °F**	**Viscosity (cP) 210 °F**
10.0	0.20	0.10
30.0	0.75	0.30
50.0	4.20	0.80
70.0	39.00	7.50
90.0	600.00	122.30

Bulk Crude Properties	
MW	300.00
API Gravity	48.75

And the other operation conditions are listed below:

Steam Streams Information			
	Temp.(^{o}f)	Pressure (psia)	Mass flow (lb/hr)
Bottom steam	375	150	7500
Diesel steam	300	50	3000
AGO steam	300	50	2500

Initial estimated values		
	Temperature (^{o}f)	Pressure (psia)
Condenser	100	19.7
Condenser press. drop	-	9
Top stage	250	-
Bottom stage	700	32.7

Strippers Specifications			
stripper	**Type**	**Draw stage**	**Return stage**
Kerosene	Reboiled	9	8
Diesel	Steam	17	16
AGO	steam	22	21

* The Kerosene reboiler duty = 7.5 x 10^{6} BTU/hr.

Pump around specifications				
Pump around	**Drawn stage**	**Return stage**	**Circulation rate(bbl/day)**	**Duty (BTU/hr)**
PA_1	2	1	50,000	- 55e6
PA_2	17	16	30,000	-3.5e7
PA_3	22	21	30,000	-3.5e7

The products requirement*:

1. Naphtha: 20,000 bbl/day
2. Kerosene: 13,000 bbl/day
3. Diesel fuel: 17,000 bbl/day
4. AGO: 5,000 bbl/day

.....

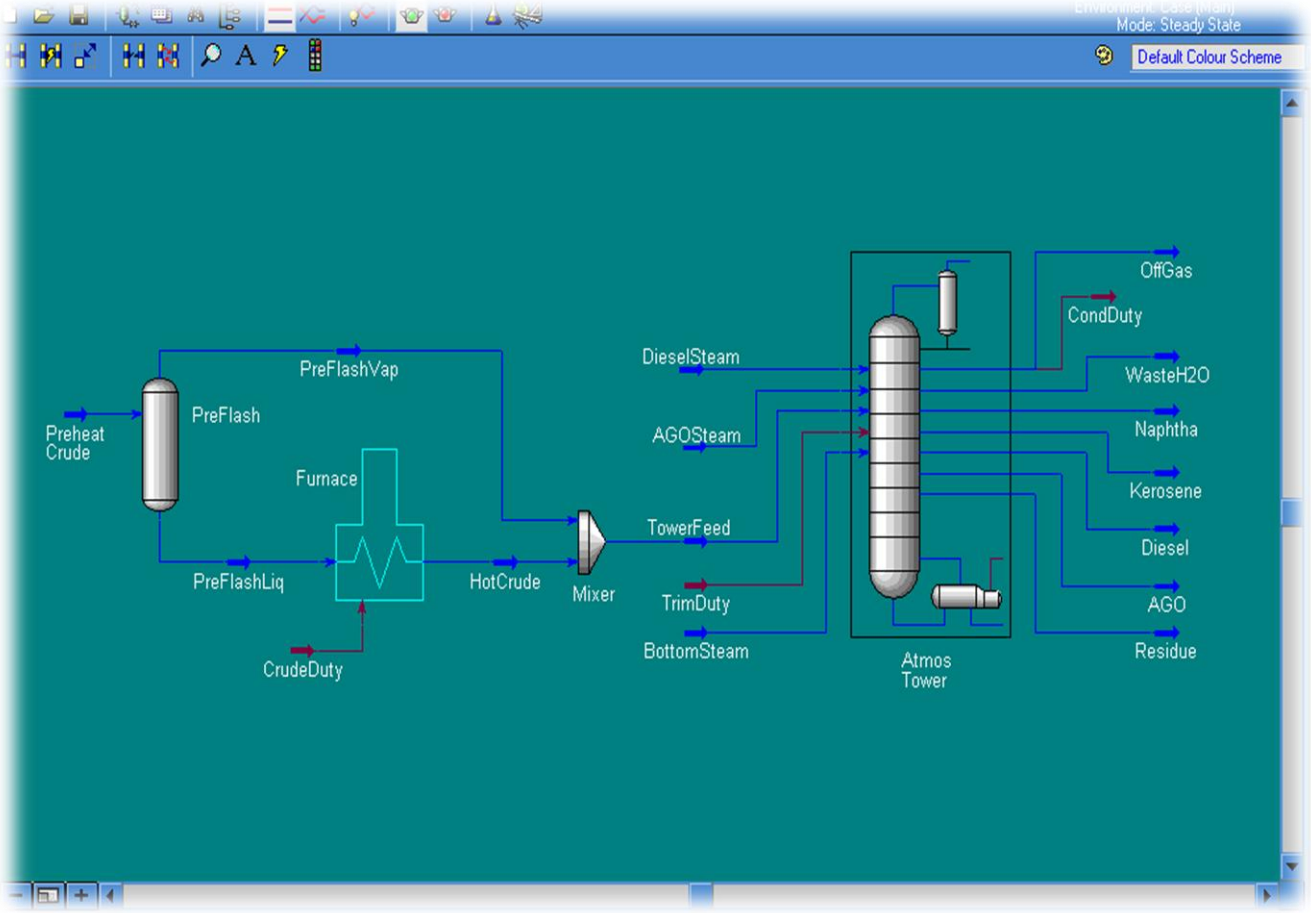
إلى هنا تكون بيانات المثال قد انتهت، ولا تقلق من كثرة هذه البيانات فهذا يرجع إلى عدة أسباب:

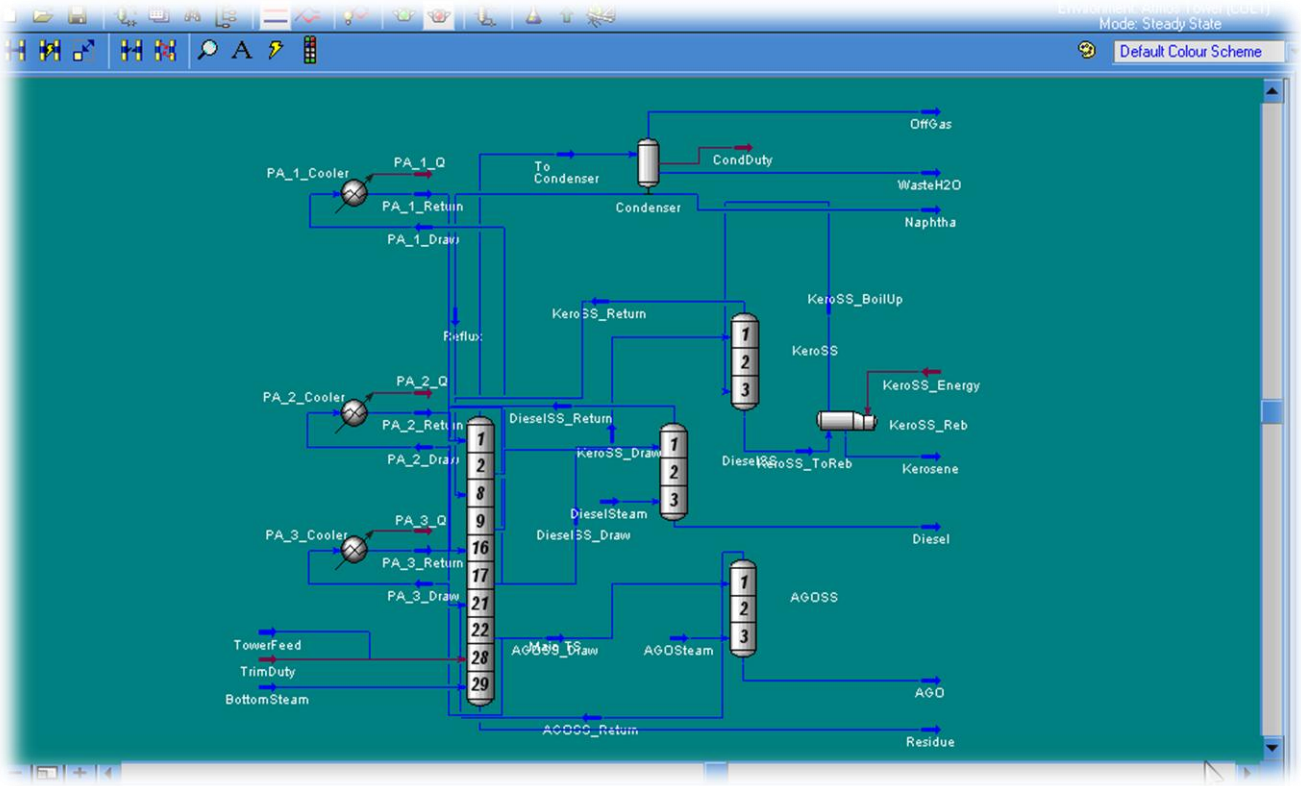
1. عند التعامل مع الزيت نحتاج إلى بيانات خاصة به لنعرفه إلى البرنامج.
2. هذا المثال يعتبر مثال تعليمي لذلك فإنه تم إعطاء الأنواع المختلفة من البيانات لتعريف الزيت من أجل التعرف عليها جميعاً، ولن تجدها كلها في باقي الأمثلة.

عند الانتهاء من المثال سيكون بالشكل التالي:

الصورة الأولى توضح صورة عامة للمثال

والصورة الثانية لبرج التقطير بالتفصيل كما سنرى خلال العمل في المثال.


Mode: Steady State
Default Colour Scheme
Preheat Crude
PreFlash
PreFlashVap
PreFlashLiq
Furnace
CrudeDuty
HotCrude
Mixer
DieselSteam
AGOSteam
TowerFeed
TrimDuty
BottomSteam
Atmos Tower
OffGas
CondDuty
WasteH2O
Naphtha
Kerosene
Diesel
AGO
Residue

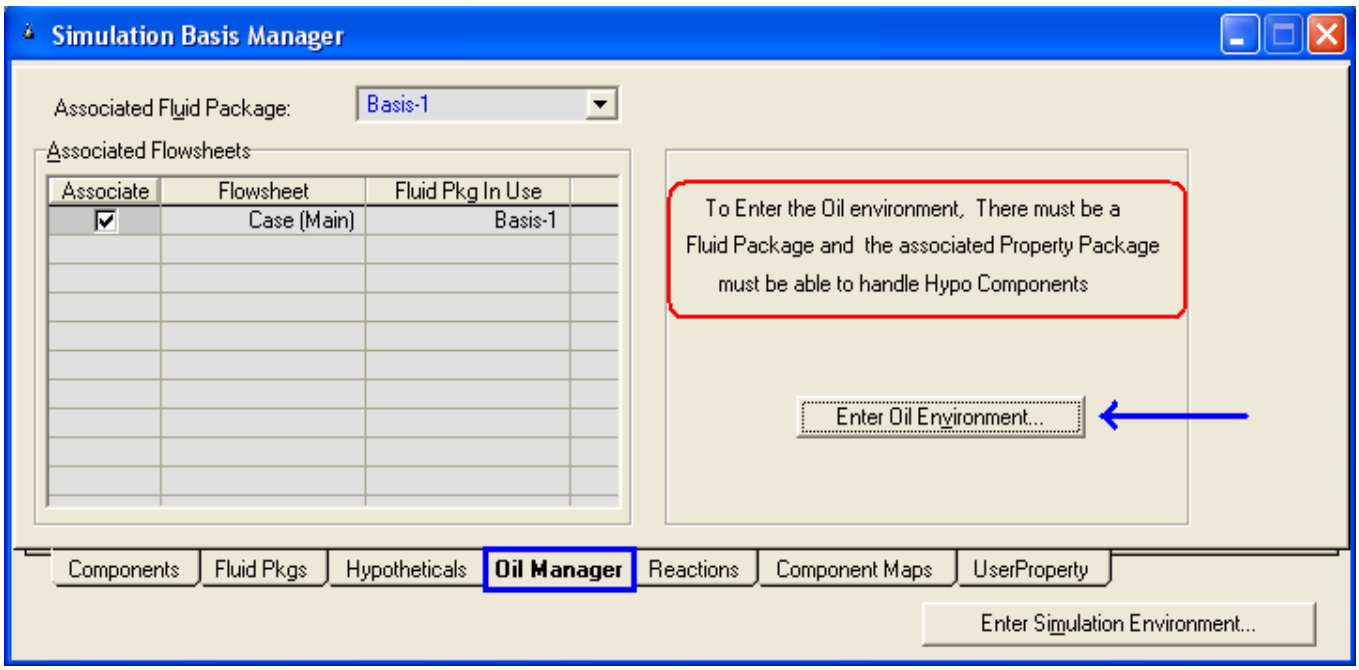

Mode: Steady State
Default Colour Scheme
PA_1_Cooler
PA_1_Q
PA_1_Return
PA_1_Draw
To Condenser
Condenser
CondDuty
OffGas
WasteH2O
Naphtha
KeroSS_Return
KeroSS_BoilUp
KeroSS
KeroSS_Energy
KeroSS_Reb
KeroSS_ToReb
Kerosene
PA_2_Cooler
PA_2_Q
PA_2_Return
PA_2_Draw
DieselSS_Return
DieselSS_Draw
DieselSteam
Diesel
PA_3_Cooler
PA_3_Q
PA_3_Return
PA_3_Draw
AGOSS
AGOSteam
AGO
Residue
TowerFeed
TrimDuty
BottomSteam

خطوات الحل:

1. قم بفتح حالة جديدة في البرنامج New Case.
2. أضف قائمة مركبات جديدة new component list وقم بإضافة المركبات الموجودة في المثال وهى:

   light ends: (i-Butane, n-Butane, i-Pentane, n-Pentane), and water
3. أضف حزمة خصائص (Fluid Pkg) جديدة واختار EOS – Peng Robinson.

   * راجع الفصل الثاني إذا واجهت مشاكل في الخطوتين السابقتين.
4. قم بالدخول إلى صفحة Oil Manager كما بالصورة



*لاحظ أنه قبل الدخول إلى بيئة التعامل مع الزيت يجب أن تكون قد اخترت حزمة الخصائص fluid Pkg ويجب أن تكون هذه الحزمة تقبل التعامل مع المركبات الافتراضية hypo components، وذلك لأن الزيت يتم تعريفه على إنه مركب افتراضي.

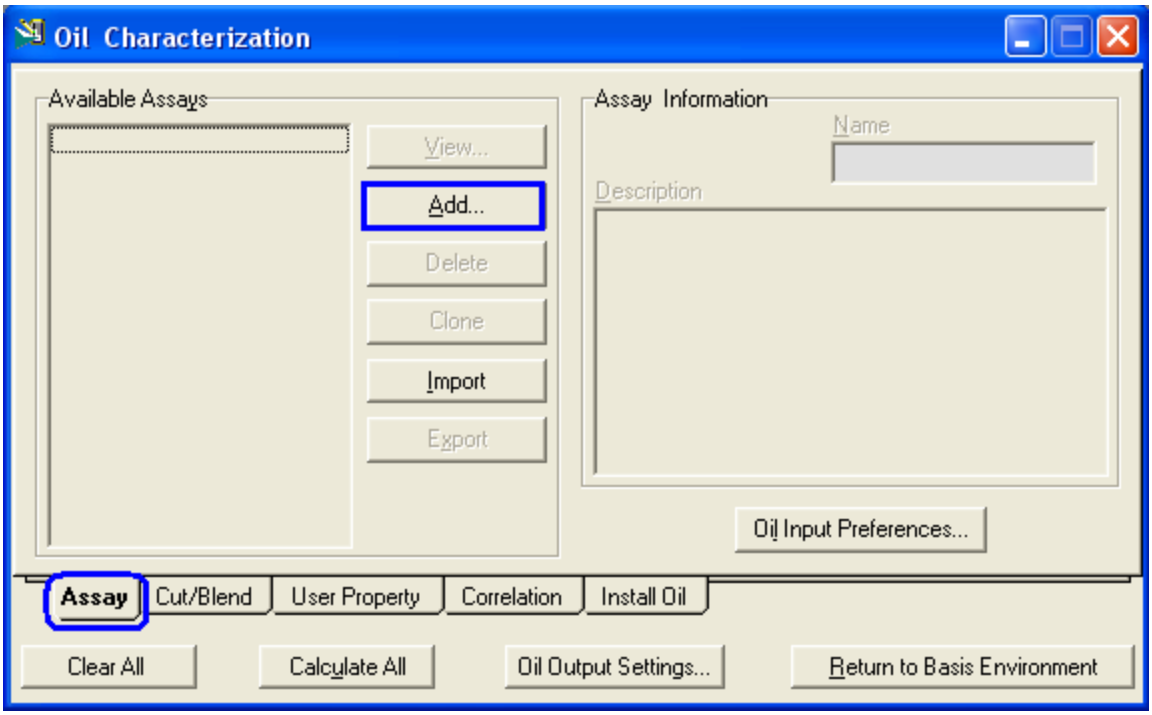
5. قبل الدخول لبيئة الزيت قم بعمل مجموعة وحدات خاصة User Unit Set من خلال نسخ مجموعة Field وسمها Oil مع تغيير الوحدات التالية:

   Mass Density: API

   Standard Density: API_60

   * راجع الفصل الثاني إذا واجهت مشاكل في عمل مجموعة وحدات خاصة.

6. قم بالضغط على Enter Oil Environment ليظهر لك الشكل التالي:



نافذة ال Oil Characterization هي التي من خلالها سيتم العمل مع الزيت حتى نضيفه إلى المثال.

أول ما يتم التعامل معه هو Assay، وقد تعرضنا لهذه الكلمة في بيانات المثال، ولكن ما المقصود منها؟

كلمة Assay تعني نتائج التحليل، لذلك أشرنا لها في بيانات المثال بأنها Laboratory Assay أي نتائج تحاليل معملية، وهذا هو المعروف عن البترول.

فأول ما يتم التعامل مع الزيت من خلاله في الشركات هي المعامل والتي تجري بعض الاختبارات لتحديد خواص هذا الزيت من كثافة ولزوجة وعمل منحنى تقطير وهكذا.

وبعد ذلك نحصل من المعمل على هذه النتائج و التي هي بمثابة دليل التعريف بالزيت الموجود معنا.

إذن فنحن سنتعامل من خلال هذه الصفحة (Assay) لكي نضيف جميع البيانات المتاحة عن الزيت ليتم تعريفه، ونشير هنا إلى أن الزيت يتم تعريفه من خلال نوعين من البيانات:

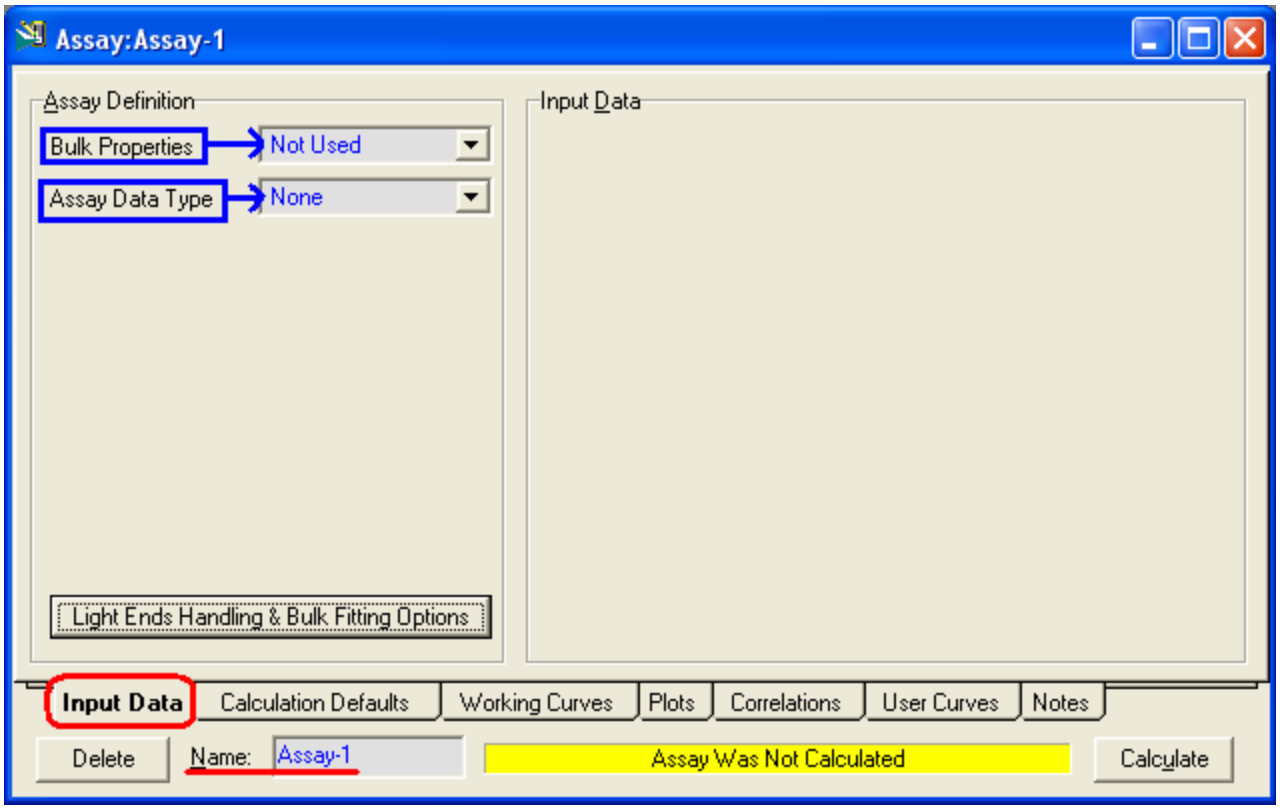
1. Laboratory Distillation Curve.
2. Bulk Properties.

وهذه البيانات هي أقل قدر من البيانات يمكن بها تعريف أي سائل بترولي في البرنامج، فإما أن تكون بيانات منحنى تقطير كالتي نحصل عليها من المعمل مثل ASTM Dist. Curve، أو تكون البيانات هي قيمة خواص Bulk Properties للزيت، وهي خواص تكون للزيت ككتلة واحدة عكس بيانات منحنى التقطير الذي يعطي بيانات تفصيلية لكل نسبة تقطير من الزيت.

ويمكن تعريف الزيت بمنحنى تقطير فقط، ويمكن أيضاً تعريفه بال Bulk Properties وحدها، ولكن عند تعريف الزيت باستخدام ال Bulk properties وحدها فيجب تعريف خاصيتين على الأقل من الخواص الأساسية وهي M.wt, Density, K factor ، فهذه تعتبر الخواص الأساسية للزيت ويجب تعريف أثنين منهم على الأقل في حالة استخدام ال Bulk Properties وحدها.

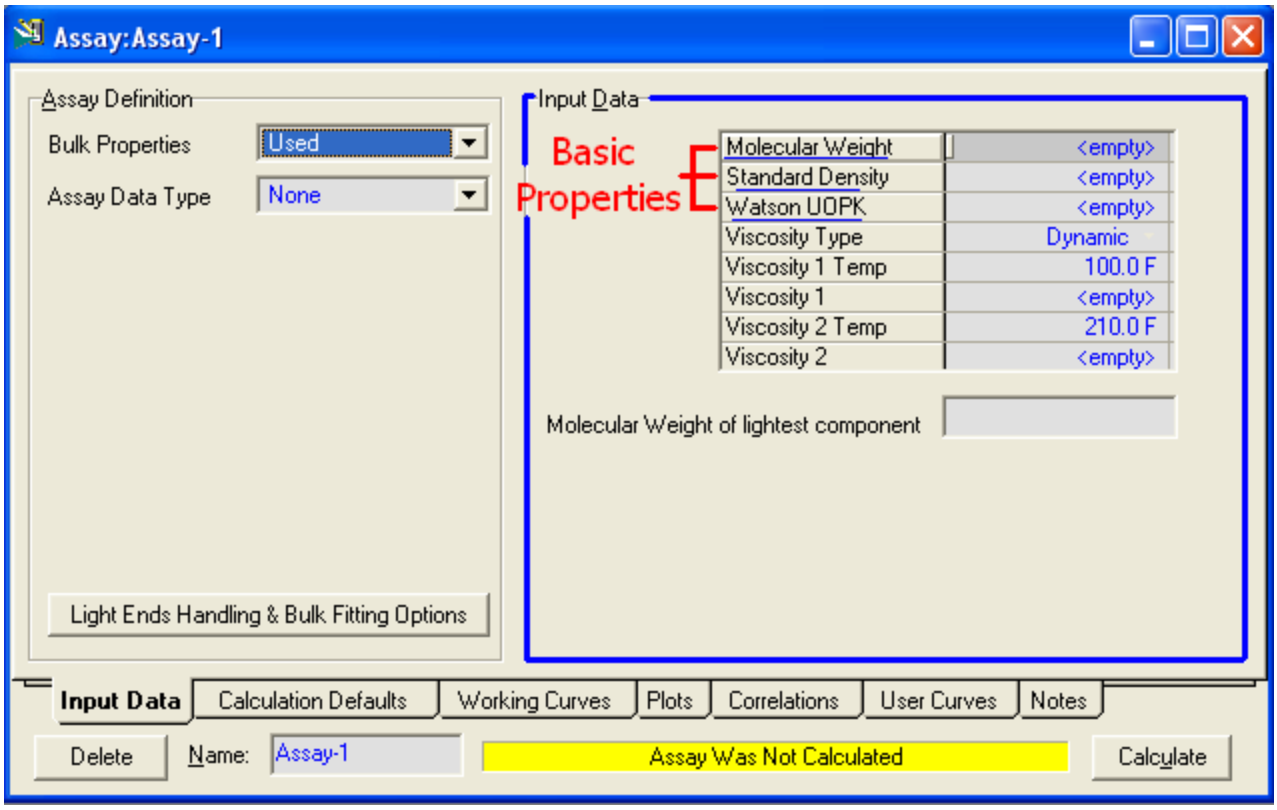
ويمكن تعريف الزيت بنوعي البيانات معاً، وفي هذه الحالة لا يشترط تعريف الخواص الأساسية له، وكلما كانت البيانات عن الزيت أكثر كانت النتائج و تعريف الزيت أدق.

قم بالضغط على Add وذلك لإضافة Assay جديدة، فيظهر لك الشكل المقابل:



وتلاحظ كما ذكرنا وجود نوعي البيانات Bulk properties و Assay data، ونبدأ بال Bulk properties وستجد في قائمة الاختيارات المقابلة لها اختيارات Not Used و Used، فإما أنك لديك بيانات عن ال Bulk Properties وإما لا، فقم باختيار Used لندخل ما لدينا من بيانات عن ال Bulk properties.

عندما تختار Used ستجد أن النافذة تحولت للشكل التالي:

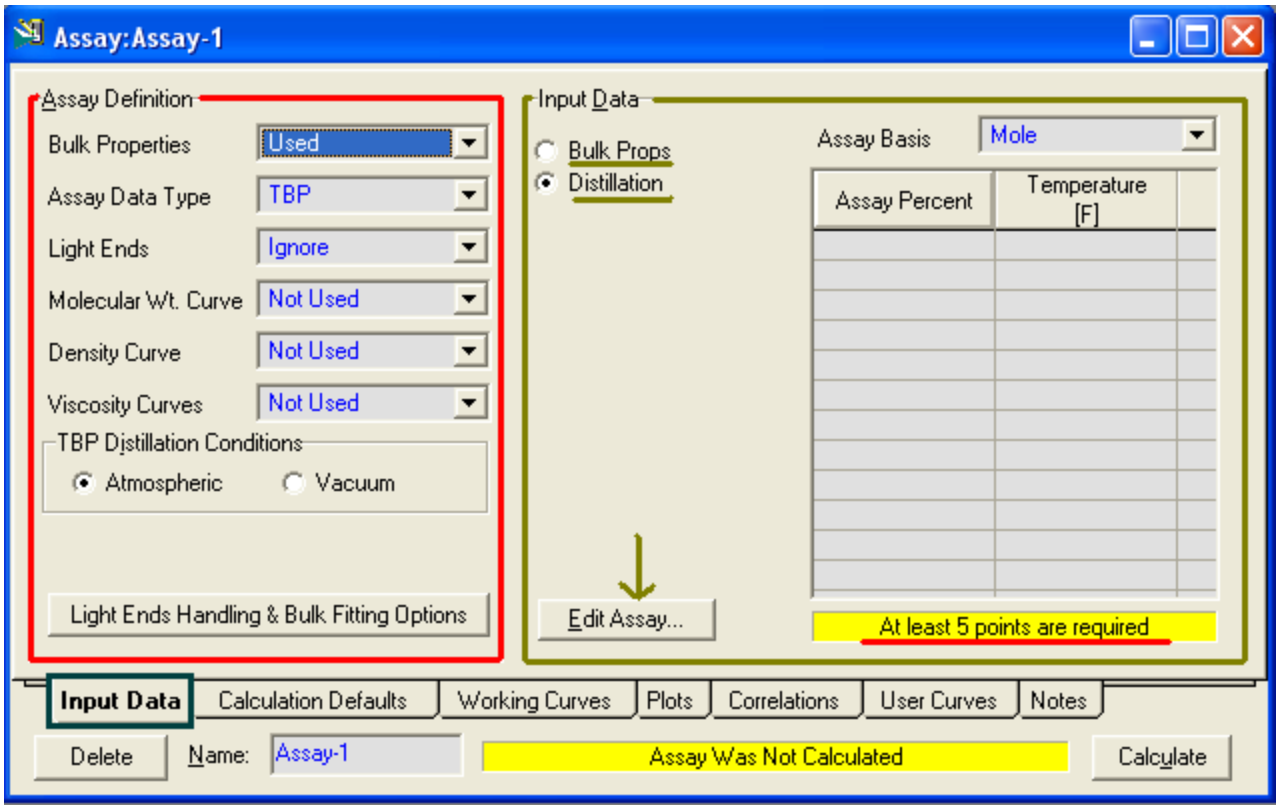


وكما نرى الخواص الأساسية هي التي في المقدمة (Watson UOPK هو K factor).

قم بإدخال بيانات ال Bulk Properties و المعطاة في جدول Bulk Crude Properties.

وبعد ذلك نتجه إلى ال Assay data وفي قائمة اختياراتها ستجد عدة اختيارات والتي هي عبارة عن أنواع مختلفة لل Assays التي يمكن ندخل بياناتها.

تبعاً للبيانات التي معنا فسنستخدم TBP Assay (الجدول الأول)، فقم باختيارها من القائمة فيتحول الشكل كما بالصورة:



ومع هذا الشكل لنا وقفة لشرحه بشيء من التفصيل فلا تستعجل ولا تمل.

نبدأ بالجزء في اليسار والمحاط بالإطار الأحمر وقد ظهر فيه بيانات جديدة، أو بمعنى أصح خواص جديدة، وهذه البيانات ستظهر مع جميع أنواع ال Assays إلا البعض القليل الذي لا يحتاج إلى بعض هذه البيانات معه.

وباختصار فإنه يطلب منك هنا أن تحدد موقفك من هذه البيانات هل ستستخدمها أم لا؟ هل لديك بيانات منحنى لها أم لا؟

ولن أشرح بالطبع ما هي هذه الخواص فهي معروفة، ولكن سنشرح الاختيارات التي ترتبط بكل واحدة منهم.

وأولهم هي **Light Ends** واختياراتها هي:

- Ignore: لتجاهل ال Light Ends وعدم وضعها في الحسبان.
- Input composition: وتختار عند توافر بيانات تود إضافتها بنفسك، وهنا سيتم إظهار المركبات التي قمت باختيارها في مجموعة المركبات Component list لتحدد نسبة كلاً منهم.

- Auto calculate: وذلك عند رغبتك في استخدام Light ends ولكن ليس معك بيانات فيتم حسابها أتوماتيكياً.

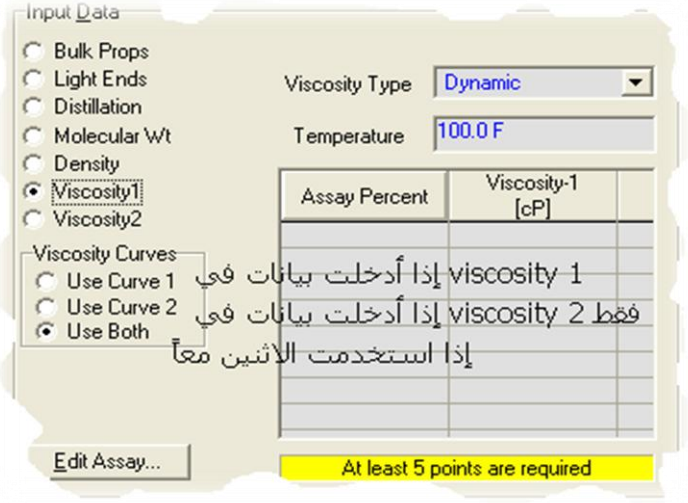
ثاني وثالث ورابع خاصة هي **Molecular weight curve و Density Curve و Viscosity Curve** على الترتيب، واختيارات هذه الخواص واحدة وهي:

- Not used: ومعناه عدم استخدام بيانات لهذه الخاصية.
- Dependent: ومعناه استخدامها واعتماد نسبة المقطر على النسب الموجودة في ال distillation curve assay أي أن نسب المقطر التي عندها قيم لهذه الخاصية هي هي نسب المقطر التي معها قيم الحرارة لل distillation curve assay.
- Independent: ومعناه استخدامها مع عدم الاعتماد على نسب ال distillation curve assay.

آخر شيء هو تحديد ظروف التقطير (عند عمل التحاليل وليس ظروف التقطير في البرج) وهو إما تحت ضغط جوى (وهو المعتاد) وإما تحت ضغط تفريغي.

نأتي بعد ذلك للجزء الثاني وهو الذي في اليمين والمحاط بالإطار الأخضر وهو الجزء الذي نقوم فيه بإدخال البيانات.

أولاً أزرار الاختيار Option button والتي يظهر بجانبها Bulk Prop و Distillation، وهي لتحديد الخاصية المراد إدخال بياناتها فيظهرها لك، وكلما اخترت التعامل مع خاصية من الخواص التي في اليمين سيظهر لها زر اختيار باسمها معهم، إلا اللزوجة Viscosity فسيظهر لما زرين اختيار وليس واحد.

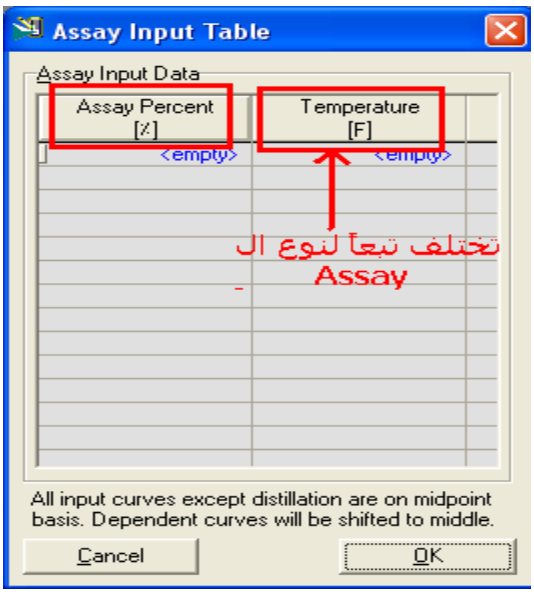


وهذا طبيعي فكما نعلم أن اللزوجة غالباً ما تقاس عند درجتي حرارة مختلفتين هما 210 f و 100 f ، لذلك يتم إضافة زرين كل واحد منهم لإدخال بيانات اللزوجة عند درجة حرارة معينة، ويمكنك تغيير درجة الحرارة ولكن كما قلنا فهذه هي المتعارف على قياس اللزوجة عندها.

كما أنك لا يجب عليك إدخال بيانات لدرجتي الحرارة فيكفيك عند واحدة فقط أو كما هو متاح لك من البيانات، ولكن تأكد من اختيار التعامل مع المنحنى المناسب كما بالصورة المجاورة.

ثانياً ال Assay basis وفيه تختار ال Basis الذي ستعمل من خلاله عند إدخال بيانات ال Assayسواء كان Mole أو Liq Vol. أو غيرها.

بعد ذلك لا يتبقى لك إلا الضغط على Edit Assay بعد اختيار زر الاختيار الخاص بها، لتقوم بإدخال بياناتها، ولكن لاحظ ما هو مكتوب في المستطيل الأصفر:
(At least 5 point are required) فعلى الأقل تحتاج لخمس قيم لكل Assay.
وعند الضغط على Edit Assay سيظهر الشكل التالي:



وكما ترى يتم إدخال قيم نسبة المقطر والقيمة المقابلة لها سواء حرارة أو كثافة أو لزوجة أو غيرها، وبع ذلك اضغط Ok.

نبدأ بتنفيذ هذه الخطوات مع مثالنا:

قم باختيار التعامل مع الخواص كالتالي:

Bulk Properties: Used

Assay Data Type: TBP

Light ends: Input Data

Molecular weight Curve: Dependent

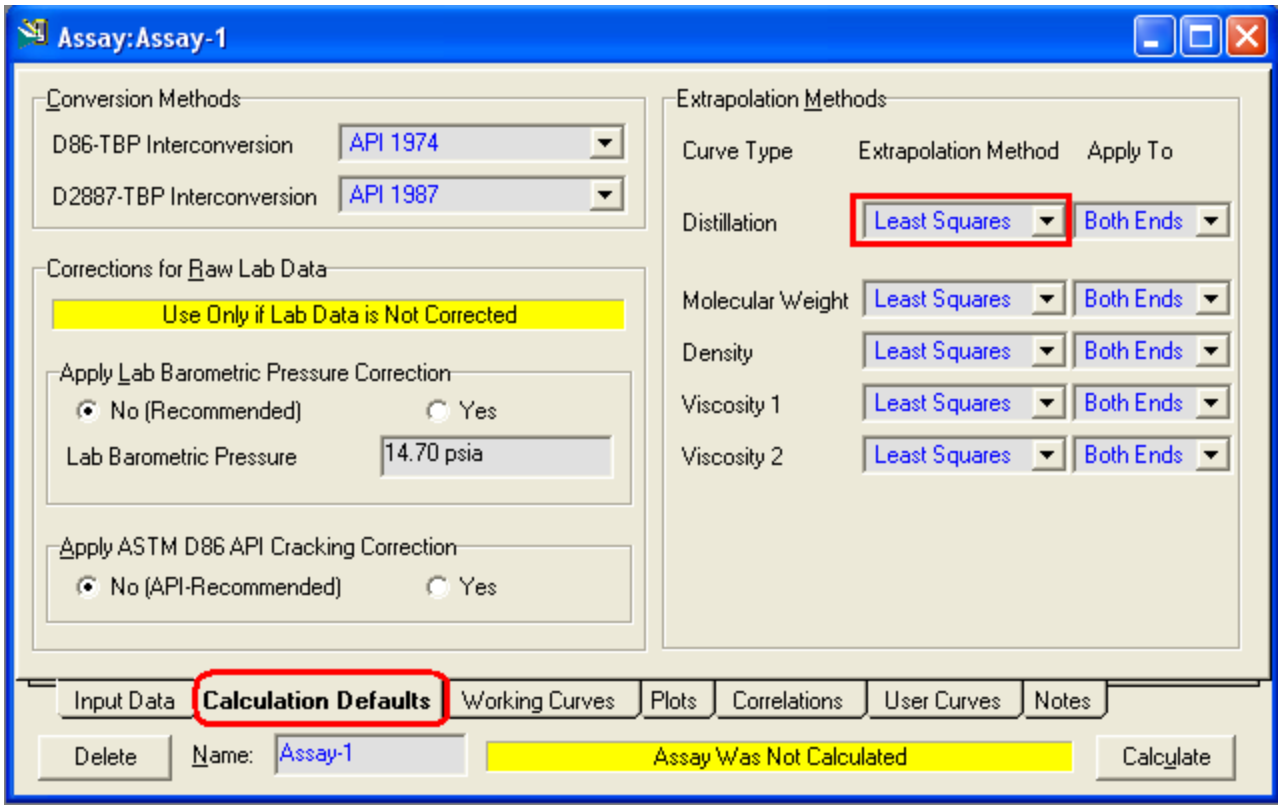
Density Curve: Independent

Viscosity Curve: Independent

وقم بعد ذلك بإدخال البيانات كما هي معطاة في الجداول في بيانات المسألة وأحذر عند اختيار ال Assay Basis.

بعد الانتهاء من إدخال البيانات سيكتب لك أسفل كل جدول table is ready، بذلك نكون انتهينا من إدخال البيانات وننتقل إلى الخطوة التالية وهي تصحيح البيانات...

قم باختيار صفحة Calculation defaults فتظهر كما بالصورة التالية:



وفيها يظهر طرق وأساليب حساب البيانات في البرنامج، ولن نخوض فيها ولكن كل ما أريدك أن تعرفه أن البيانات التي تدخلها للبرنامج مهما كانت فهو يحولها ليرسم بها TBP Curve داخلي ومن ثم يتعامل مع الزيت.

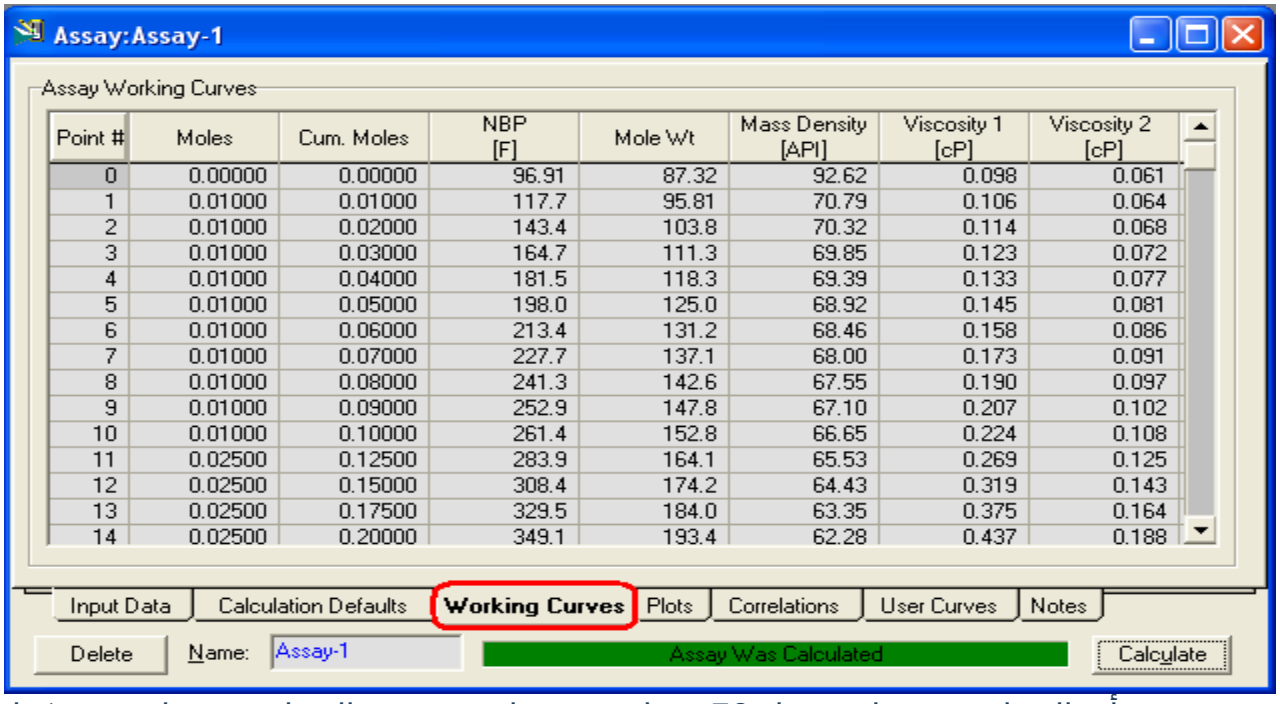
الشيء الوحيد الذي سنقوم بتغييره هنا هو طريقة ال Extrapolation وهي تستخدم لحساب قيم ال Assay عند النقط التي لم يتم إدخالها، خصوصاً التي تكون على أطراف المنحنى خارج نطاق القيم المعطاة.

وسنقوم بتغيير طريقة ال Extrapolation مع ال Distillation فقط ونختار Lagrange بدل Least squares لأن Lagrange ستكون أدق مع منحنى ال Distillation.

يمكنك الآن وبكل ثقة أن تقوم بالضغط على زر Calculate وأنت مطمئن...

تم حساب ال Assay (Assay was Calculate).

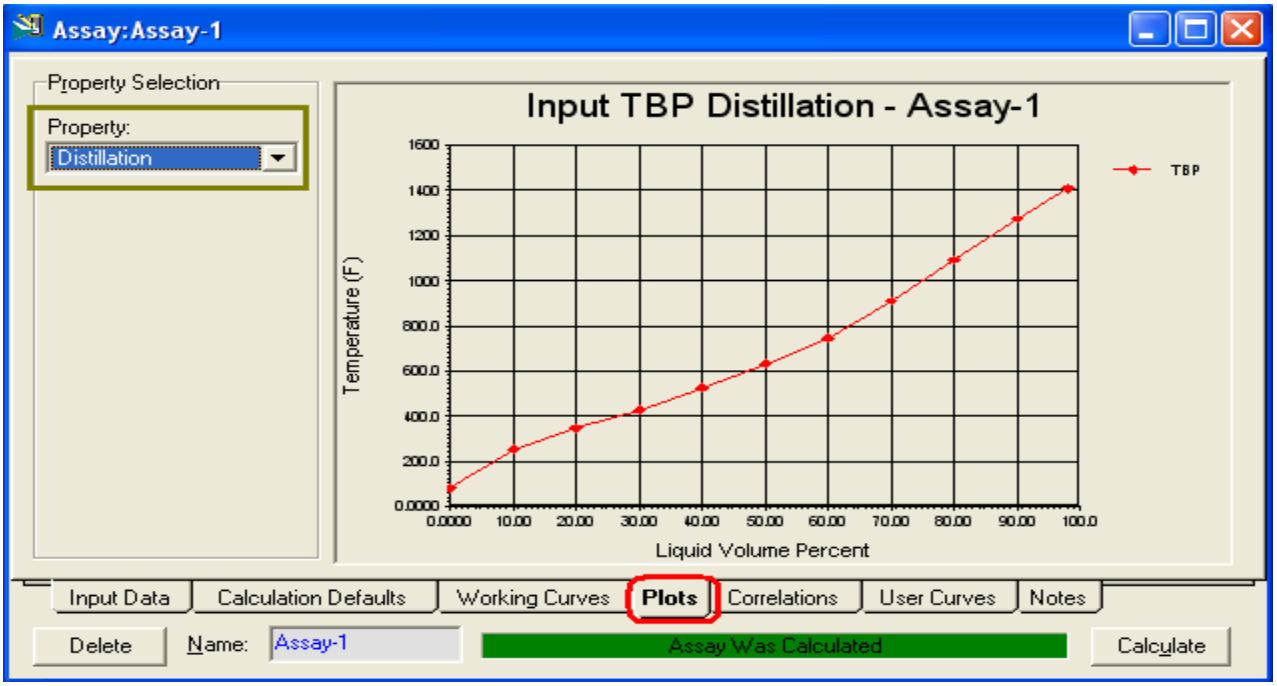
إلى هنا نكون قد انتهينا من تعريف الزيت بنجاح، ويمكنك التنقل لرؤية ما تم عمله فمثلاً قم بالدخول على Working Curves لتجد المنظر التالي:



Point #	Moles	Cum. Moles	NBP [F]	Mole Wt	Mass Density [API]	Viscosity 1 [cP]	Viscosity 2 [cP]
0	0.00000	0.00000	96.91	87.32	92.62	0.098	0.061
1	0.01000	0.01000	117.7	95.81	70.79	0.106	0.064
2	0.01000	0.02000	143.4	103.8	70.32	0.114	0.068
3	0.01000	0.03000	164.7	111.3	69.85	0.123	0.072
4	0.01000	0.04000	181.5	118.3	69.39	0.133	0.077
5	0.01000	0.05000	198.0	125.0	68.92	0.145	0.081
6	0.01000	0.06000	213.4	131.2	68.46	0.158	0.086
7	0.01000	0.07000	227.7	137.1	68.00	0.173	0.091
8	0.01000	0.08000	241.3	142.6	67.55	0.190	0.097
9	0.01000	0.09000	252.9	147.8	67.10	0.207	0.102
10	0.01000	0.10000	261.4	152.8	66.65	0.224	0.108
11	0.02500	0.12500	283.9	164.1	65.53	0.269	0.125
12	0.02500	0.15000	308.4	174.2	64.43	0.319	0.143
13	0.02500	0.17500	329.5	184.0	63.35	0.375	0.164
14	0.02500	0.20000	349.1	193.4	62.28	0.437	0.188

وفيه تجد أن البرنامج قد قام بعمل 50 نقطة وعين لهم جميع الخواص من لزوجة وكثافة وغيره (NBP تعني Normal boiling point)، وهذه النقاط هي التي سيتم استخدامها في رسم ال TBP Curve الداخلي الذي تكلمنا عنه منذ قليل.

يمكنك أيضاً أن تدخل على Plot فيكون المنظر التالي:



وفيه ترى منحنى للخواص المختلفة ويمكنك أن تختار أي خاصية أخرى من قائمة الاختيارات Property.

وتلاحظ أن المنحنى مرسوم تبعاً للنقط التي تم إدخالها في تعريف الAssay لذلك فلا يمكنك رؤية منحنى لخاصية لم تقم بإدخال قيم لها.

بهذا نكون قد قمنا بتعريف الزيت بكل ما لدينا من خواص وتم الحساب، وعليه فإن البرنامج قام بعمل منحنى ال TBP الخاص به.

ولكن حتى الآن الزيت تم تعريفه على أنه مركب افتراضي، ... مرة أخرى الزيت عبارة عن مركب افتراضي، مركب واحد فقط!!!

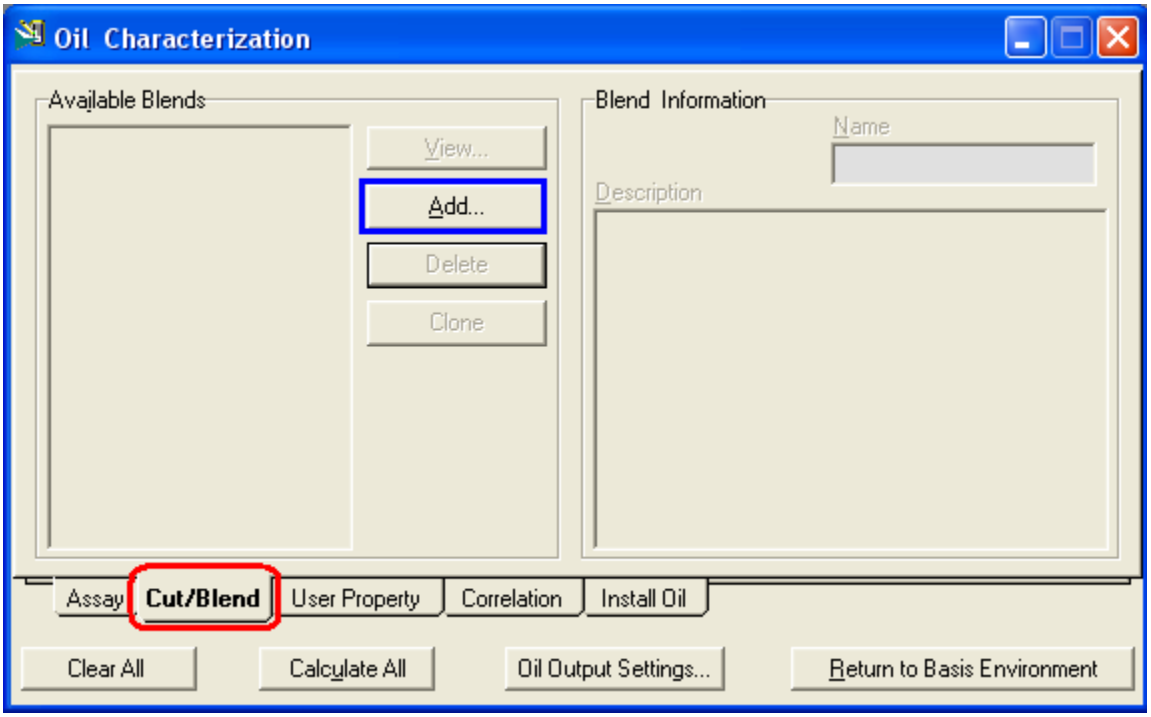
هذا المركب ليس ما نريده، فلو ظل مركب واحد ودخل برج التقطير فسيخرج مركب واحد، لأن الفصل في البرج فيزيائي ولا يقوم بتكسير المركب...

من المعروف أن البترول يحتوي على الكثير من المركبات فهو يحتوي على مركبات تبدأ من C1 وحتى C300 تقريباً، وهذا مدى كبير يضم عدد ضخم من المركبات، فلا يعقل إدخال نسبة كل مركب فيهم على حدة، إذن فما الحل؟

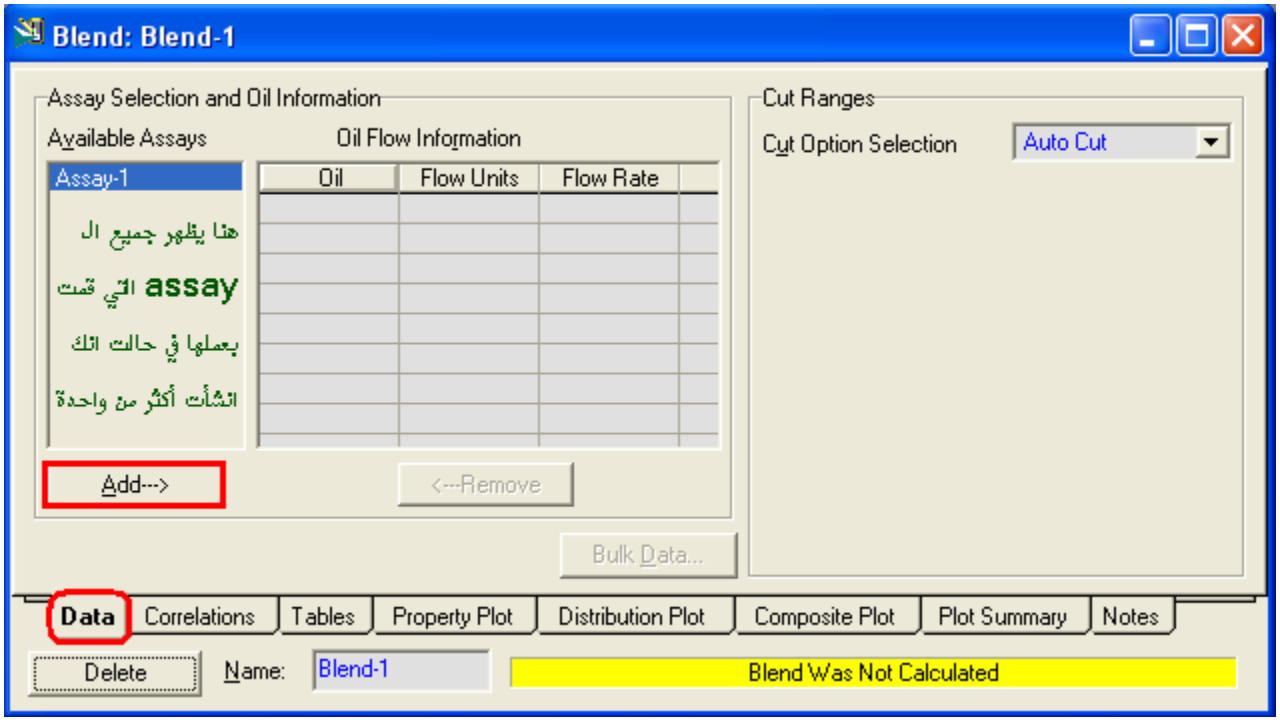
الحل هنا يقوم على أساس تقسيم الزيت (Cut) إلى عدد مناسب من المركبات الافتراضية، ثم بعد ذلك يتم عمل خلط بين هذه المركبات (Blend) لنحصل على المنتجات المطلوبة ومن هنا كانت التسمية Cut\Blend.

تكوين الخليط Blend

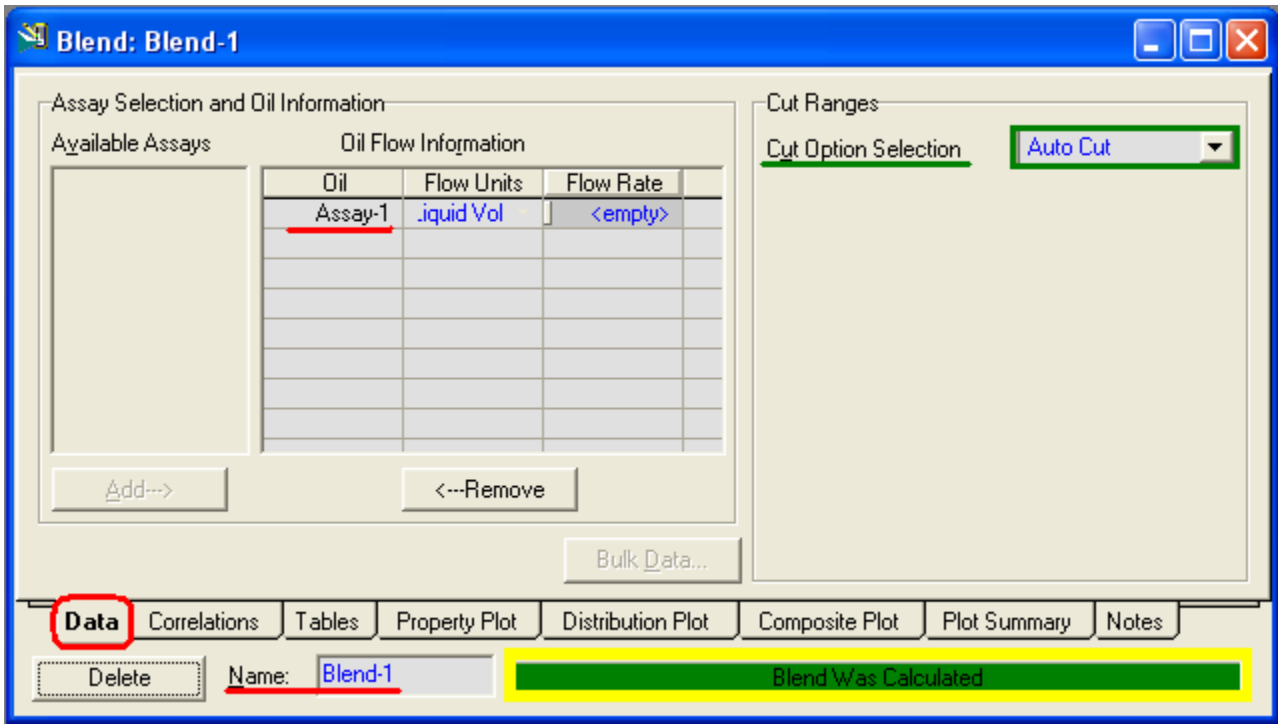
سنبدأ بالتعامل مع نافذة Cut\Blend، فيكون أول منظر كالتالي:



قم بالضغط على Add لإضافة Blend جديد فتظهر النافذة التالية:



وبما أننا لم ننشيء إلا assay واحدة فقط فهي الوحيدة الموجودة، فقم باختيارها ثم اضغط Add فتتحول الشاشة للشكل التالي:



وفي هذه الشاشة أشياء تحتاج لشرح:

أولاً:

انتقلت ال Assay إلى الجدول المجاور والذي يشير إلى أنها داخلة في حساب المخلوط، وبجوارها ال Flow rate فارغ، وفي الحقيقة لست مطالب بإدخال قيمة طالما أنه ليس هناك سوى Assay واحدة فقط، أما في حالة وجود أكثر من واحدة ستحتاج لتحديد قيمة لذلك.

ثانياً:

نلاحظ أن هناك اختيارات للقطع Cut Options وأن الاختيار الافتراضي هو Auto cut وهو الذي جعل المخلوط تم حسابه بمجرد اختيار ال Assay لذلك كتب Blend was Calculate.

إذا فتحنا قائمة اختيارات القطع سنجد فيها ثلاث اختيارات، قبل أن أشرحهم فيجب أن نعلم أن القطع يتم على أساس درجة الغليان، وذلك لأن الفصل يتم على هذا الأساس، وكلمة القطع Cut يجب أن ترتبط معنا بالمركب الافتراضي، فكلما قطعنا مرة يتم إنشاء مركب، وعدد القطع هو عدد المركبات الافتراضية التي تم إنشائها.

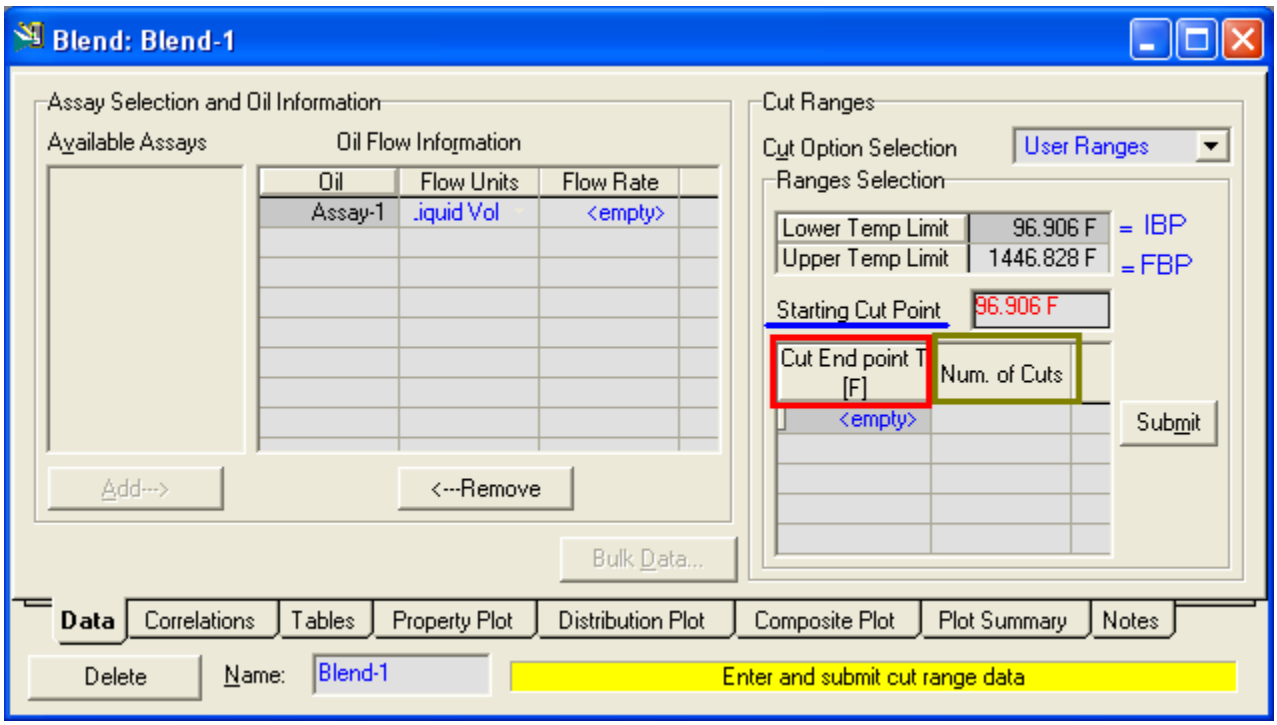
نأتي لخيارات قائمة القطع وهي ثلاثة:

1. **Auto cut**: وهو الاختيار الافتراضي للبرنامج، وهو يقوم بقطع الزيت أوتوماتيكياً على الأساس التالي:

Cut Point Range	B.P Width	Cuts/ 100 °f
From IBP to 800 °f	25 °f	4
800 : 1200 °f	50 °f	2
1200 : 1400 °f	100 °f	1

ونلاحظ أن الفترتين الأخيرتين المدى بهما ثابت فهما يعطيان عدد ثابت من المركبات الافتراضية، فالفترة الثانية تعطي 8 مركبات افتراضية، والفترة الثالثة تعطي 2 مركب افتراضي، أما الفترة الأولى فهي تتغير تبعاً لدرجة الغليان الأولية.

2. **User Range**: وفي هذا الاختيار نحدد بأنفسنا مدى القطع وعدد مرات القطع في كل مدى كما بالصورة التالية:



ونجد هنا أن ال starting cut point هي النقطة التي نبدأ من عندها أول فترة (مدى) للقطع، والاختيار الافتراضي لها هو ال IBP كما كان في ال Auto Cut، ويمكنك أن تغيرها إلى أي قيمة أخرى، وفي هذه الحالة سيقوم البرنامج بعمل أول مركب افتراضي في مدى بين ال Starting cut point التي تم إدخالها وبين ال IBP.

بعد ذلك نقوم بإدخال قيمة ال Cut End Point وهي تمثل قيمة نهاية المدى الأول والذي كانت بدايته هي ال Starting Cut Point، ونحدد عدد مرات القطع في هذا المدى وهو ال Num. of Cuts.

ونكرر العملية السابقة بإدخال باقي قيم ال Cut End Points والتي في كل مرة تكون ال Start Point لها هي ال End Pointالسابقة.

3. **User Points**: وفي هذا الاختيار كل ما عليك فعله هو تحديد عدد مرات القطع (والذي يعبر عن عدد المركبات الافتراضية كما قلنا)، وسيقوم البرنامج بحسابها تبعاً لجدول مماثل للذي في اختيار ال Auto Cut ولكن يكون نهاية المدى الأخير له هو ال FBP.

← ولكن كيف يمكنك اختيار عدد مرات القطع المناسبة؟

يمكنك تحديد عدد مرات القطع على الأساس التالي:

← كل منتج من نواتج تقطير الزيت تحصل عليه يحتاج على الأقل إلى 5 مركبات افتراضية إذا كانت نسبته تتعدى ال 1%.

فمثلاً في مثالنا نحتاج إلى 5 منتجات فيكون أقل عدد للمركبات الافتراضية 25 مركب.

إلى هنا يكون شرح كيفية عمل ال Cut\Blend قد انتهت

وفي مثالنا هذا يمكنك تطبيق أي طريقة منهم فالاختلاف في النواتج طفيف، فمثلاً قم بالعمل على User Range على أساس البيانات التالية:

Starting Cut Point = 100

Cut End Point	Num. Of Cuts
800	28
1200	8
1400	2

وبعد ذلك قم بالضغط على Submit ليتم حساب المخلوط.

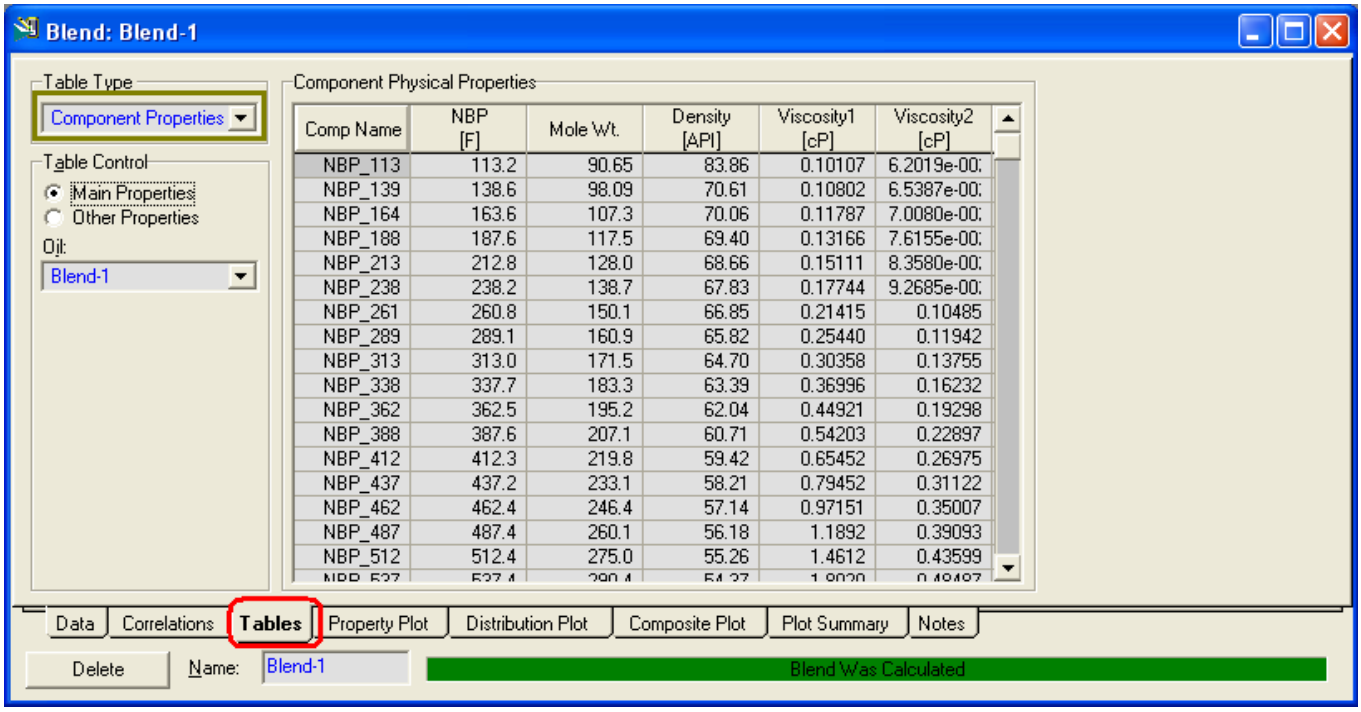
وإن قمت باستخدام أي طريقة أخرى فكما قلت الفارق سيكون طفيف كما ذكرت.

والآن بعد الانتهاء من عمل المخلوط يكون قد انتهى تعريف الزيت بالكامل، ولا يبقى سوي إضافته للمثال بعمل Install له.

ولكن قبل هذا نريد أن نتجول في الصفحات المختلفة لنافذة Cut/Blend لنرى المزيد من نتائج ما قمنا بعمله حتى الآن...

صفحة Tables:

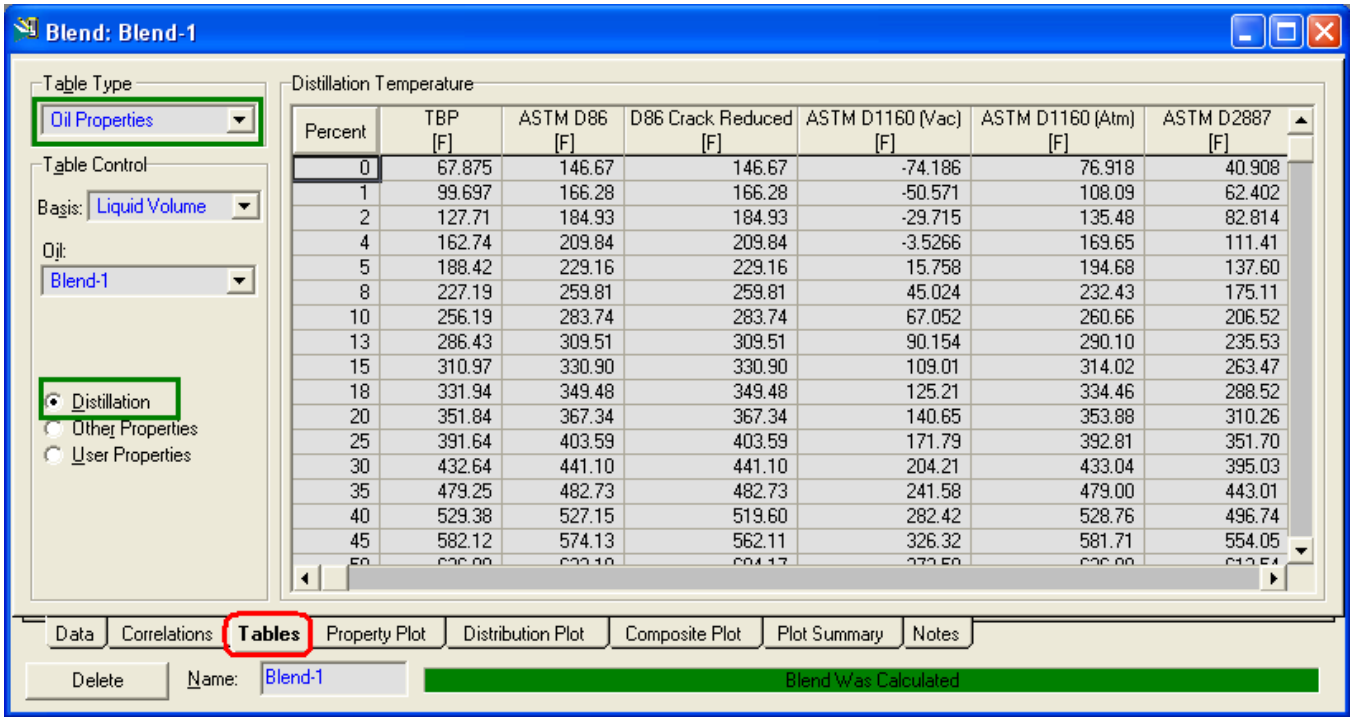
عند اختيار هذه الصفحة نرى الشكل التالي:



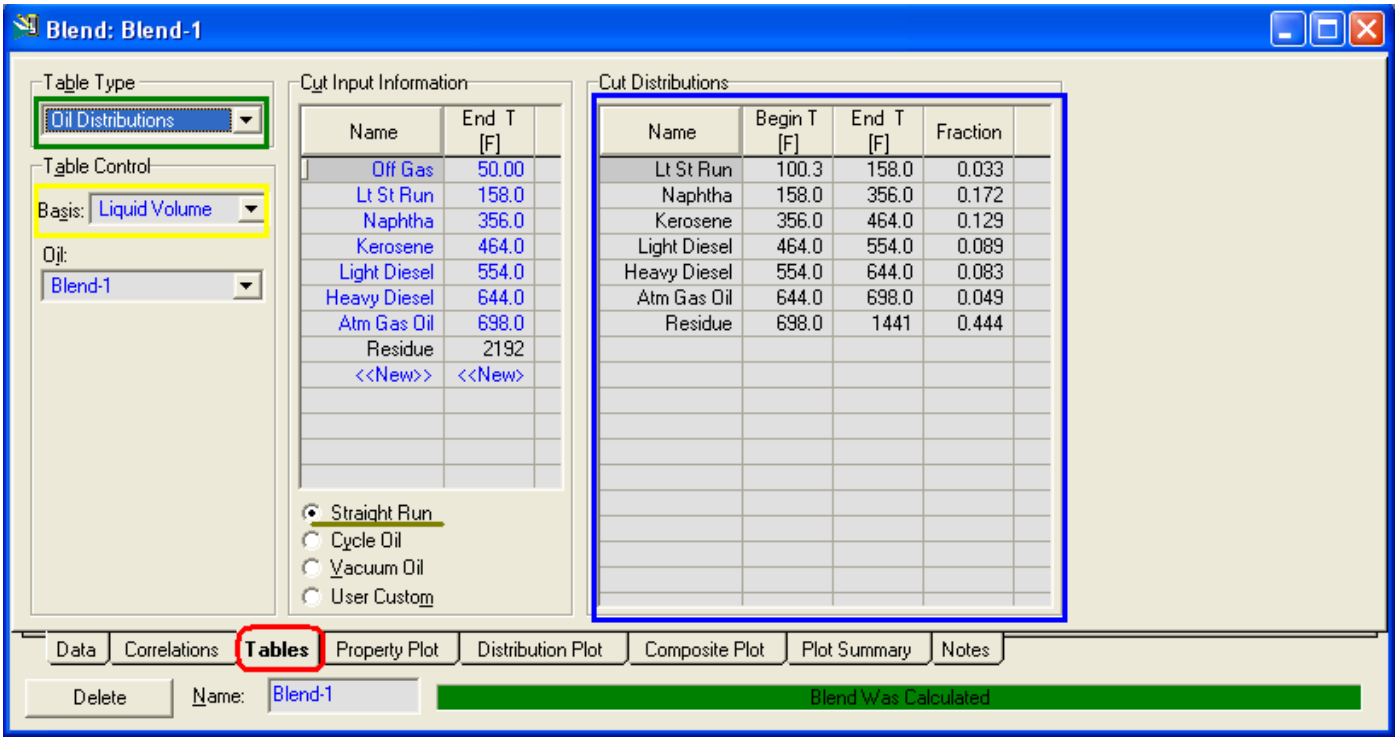
وفي هذه الصفة يظهر لنا جميع المركبات الافتراضية التي تم تقسيم الخام إليها تبعاً لما حددناه، ونرى بجانب كل مركب مجموعة الخواص الأساسية له، ويمكن اختيار Other Properties لنرى المزيد من الخواص الغير أساسية.

- في نفس الصفة ومن قائمة Table Type اختار Oil Properties ليظهر لك الشكل التالي والذي يظهر لنا خواص الخام نفسه وليست خواص المركبات، فتري بيانات منحنى التقطير ودرجة الحرارة لكل نسبة مقطر، ليس فقط منحنى TBP ولكن أيضاً ASTM بجميع أنواعه.

ويمكنك أيضاً أن تختار زر Other Properties لترى الخواص الأخرى للزيت سواء كانت كثافة أو لزوجة أو الضغط والحرارة الحرجة وغيرهما من الخواص.



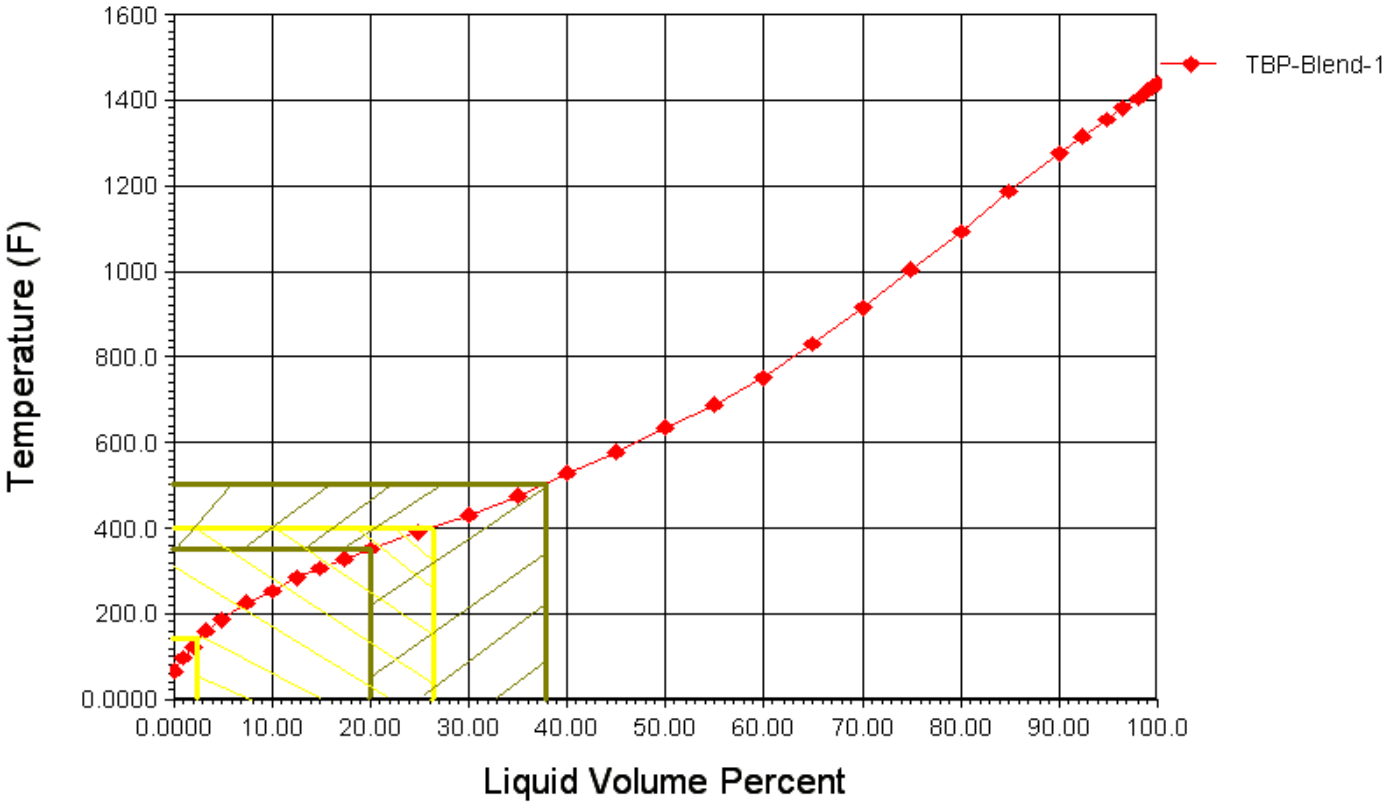
- من نفس الصفحة أيضا قم باختيار Oil Distributions من قائمة Table type فيظهر أمامك الشكل التالي:



في الصفحة السابقة نرى بيانات مهمة وهي توزيع الزيت على المنتجات التي نحصل عليها من البرج، وطبعاً هذا يختلف على حسب العملية التي ستتم، ففي هذه الصفحة تم اختيار Straight run أي التقطير الجوي المعتاد، فلذلك عرض كل المنتجات التي يمكن الحصول عليها من برج التقطير الجوي، ولو قمنا باختيار ظروف تشغيل مختلفة كال Vacuum Oil مثلاً سيعرض لنا المنتجات الخاصة بهذه العملية.

وبداخل الإطار الأزرق سنجد جدول بهذه المنتجات ونسبة كل واحد منهم التي يمكن الحصول عليها من هذا الخام الذي له الخواص التي تم التعريف بها، ولا أريد أن يتساءل أحد كيف أمكن للبرنامج تحديد هذا، فمن المعروف (أقصد لمهندسي التكرير و الهندسة الكيميائية) أن هذه المنتجات تعتبر ثوابت، بمعنى آخر أن قيمة درجة بداية الغليان ونهايته معروفة لهم، بل إن هذه القيم هي التي تعرف هذه المنتجات من خلالهم، فمعروف مثلاً أن النافثا (الخفيف والثقيل معاً) لها مدى غليان من 100 إلى 400 ^{O}F، وهكذا مع باقي المركبات.

ويقوم البرنامج بتوقيع هذه القيم على منحنى التقطير ال TBP فيحصل على القيم المقابلة لكل منتج والتي تعبر عن نسبته في الخام كما بالشكل التالي:



وفي الشكل السابق يمثل اللون الأصفر حدود النافثا، واللون الأخضر للكيروسين، وكما هو يتضح وجود منطقة تداخل بحيث يتواجد فيها المنتجين معاً (وهذا أمر معروف)، وهكذا الحال مع باقي المنتجات.

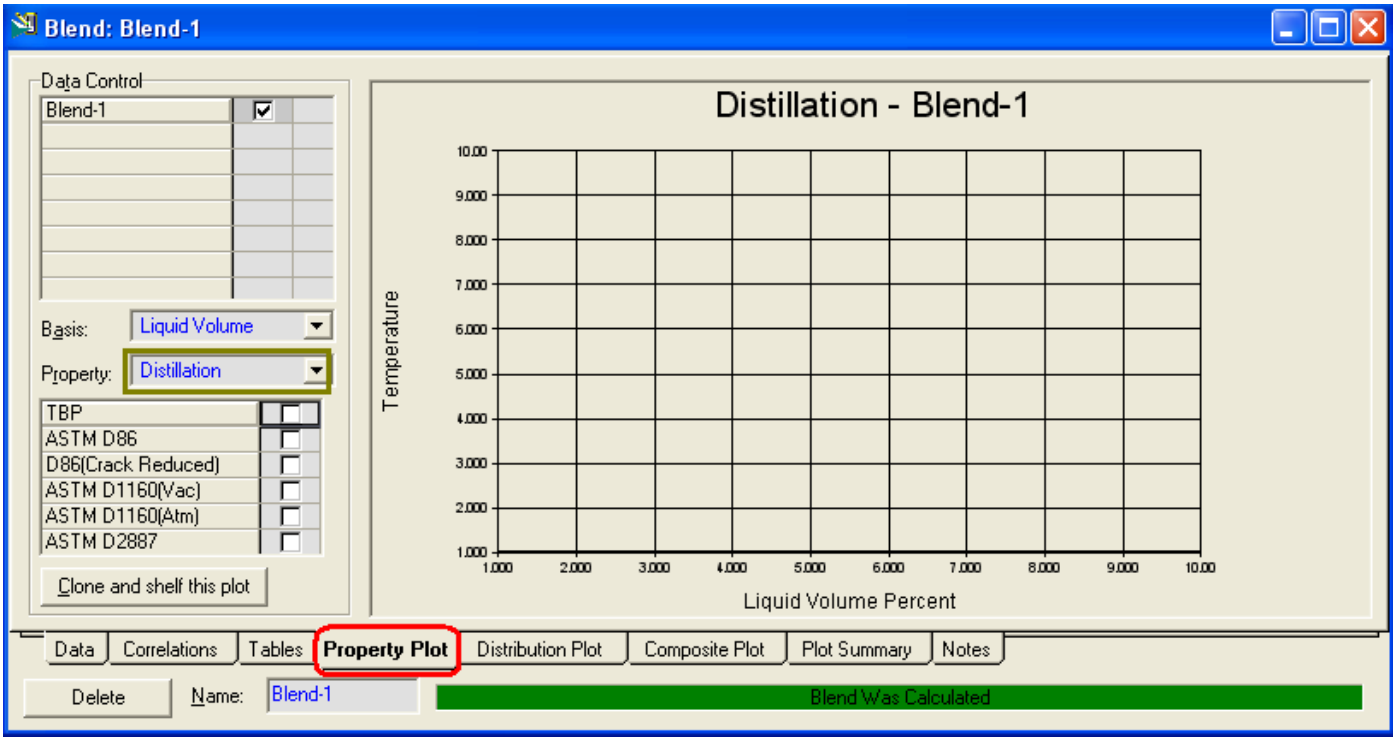
ولكن النسب التي يظهرها لنا البرنامج هي بعد إزالة مناطق التداخل هذه والحصول على مدى محدد لكل منتج بحيث لا يتواجد معه مركب آخر (طريقة عمل ذلك معروفة أيضاً)، فلذلك نجد أن النافثا تنتهي عند 356 وليس 400.

وهذه نقطة مهمة جداً، وهي أن النسب الظاهرة لست هي أقصى نسبة يمكن الحصول عليها، وأرجوا أن تظل متذكر لهذا الكلام لأننا سنحتاج إليه عند تصميم البرج، فتذكر هذه النسبة لست أقصى ما يمكن الحصول عليه من كل مركب.

ننتقل بعد ذلك لصفحة أخرى

صفحة Property Plot:

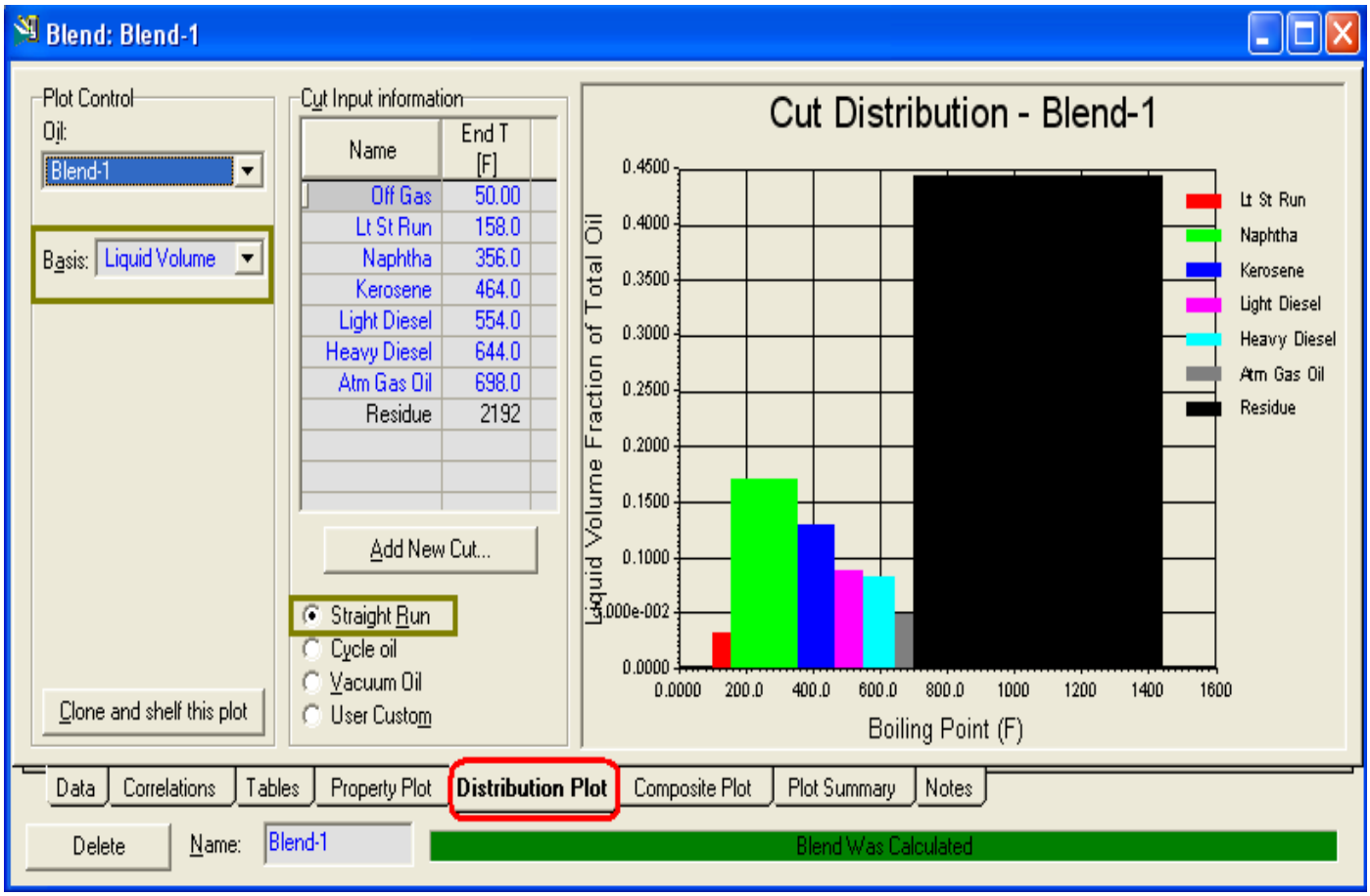
وهي تظهر بالشكل التالي:



وفي هذه الصفحة تختار أي خاصية للزيت من خلال قائمة Property لترى المنحنى الخاص بها، وبالنسبة لخاصية التقطير Distillation تحدد نوع المنحنى الذي ترغب في عرضه.

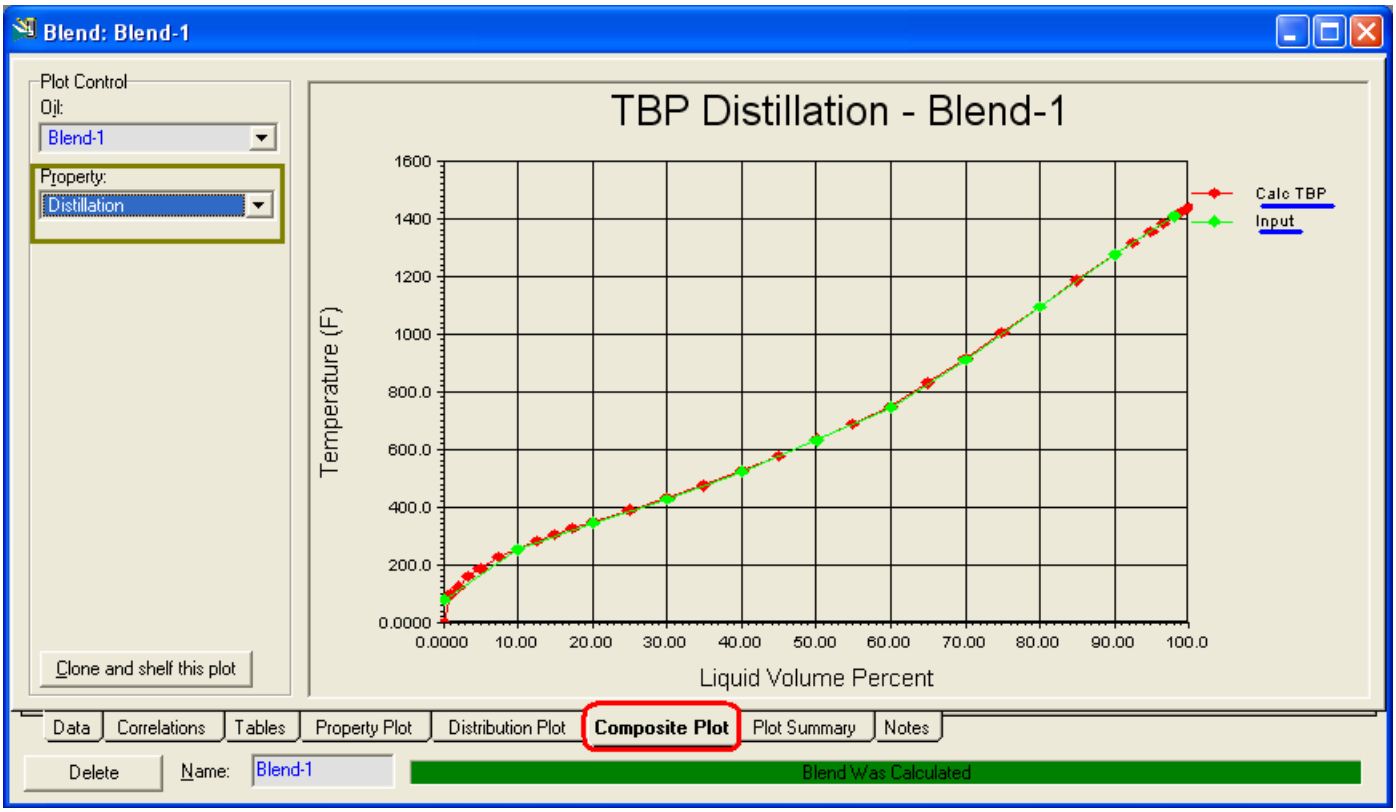
صفحة Distribution Plot:

وهي شبيهة بصفحة Table عندما اخترنا Oil Distribution من قائمة Table Type ولكن هنا يظهر لنا نتيجة توزيع الخام على المنتجات في صورة رسم بياني بدل من الجدول:



صفحة Composite Plot:

وفي هذه الصفحة يظهر لك منحنى الخواص التي كنت أدخلت لها بيانات مرسوم تبعاً لبياناتك ومعه منحنى آخر لنفس الخاصية ولكن مرسوم بالقيم التي حسبها البرنامج لتقارن بينهم:



بهذا نكون قد انتهينا من نافذة Cut/Blend وشرحنا كيفية التعامل معها وأهم الصفحات التي بها.

قم بإغلاق نافذة Cut/Blend لتعود لنافذة Oil Characterization الرئيسية

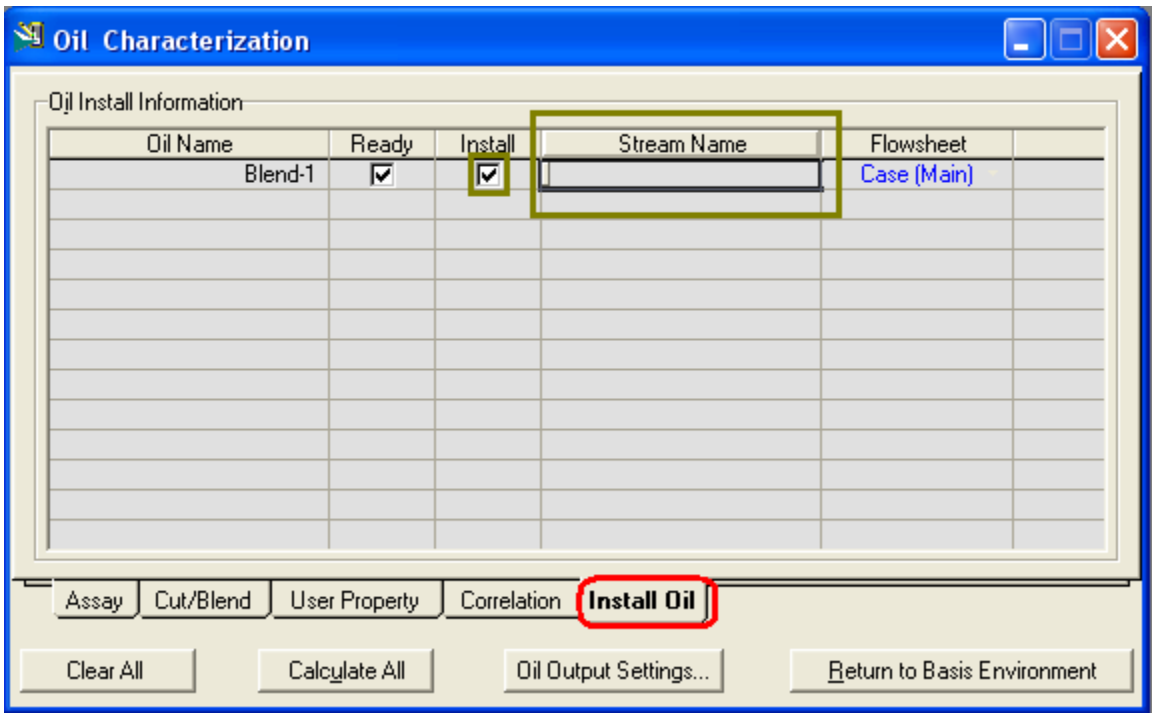
الخطوة التالية هي عمل Install للزيت داخل المثال...

نافذة Install Oil:

في هذه النافذة نقوم بعمل تسطيب للزيت في المثال فهو قد تم إنشائه بكل المركبات الافتراضية (بالمناسبة هذه المركبات سيتم إضافتها إلى قائمة المركبات للمثال Component List) ولكنه غير موجود في المثال، فلا تحاول أن تتطوع وتنشيء Material stream وتختار جميع المركبات الافتراضية في ال Composition الخاص له.

ولكن بدلاً من هذا فقط تقوم بعمل Install للخام في المثال فيتم إنشاء ال Stream الخاص به.

قم بالدخول على نافذة Install Oil فتظهر كما بالشكل:



كل ما عليك فعله هو أن تكتب أسم للStream في خانة Stream name ليكون اسم له في المثال، ففي مثالنا هذا قم بكتابة PreHeated Crude وتأكد من اختيار Check Install box.

انتهى العمل في بيئة الزيت، اضغط عل Return To Basis Environment لتعود للنافذة الرئيسية ثم اضغط Enter Simulation Environment للدخول لبيئة التصميم، وستجد أنه قد تم إضافة Material Stream بعنوان PreHeated Crude.

تصميم المثال

نبدأ من الآن في تصميم المثال، ولدينا بالفعل ال Preheated Crude Stream، فقم بفتح نافذة الخصائص له وادخل بيانات الحرارة والضغط وال Flow المعطاة لك في البيانات

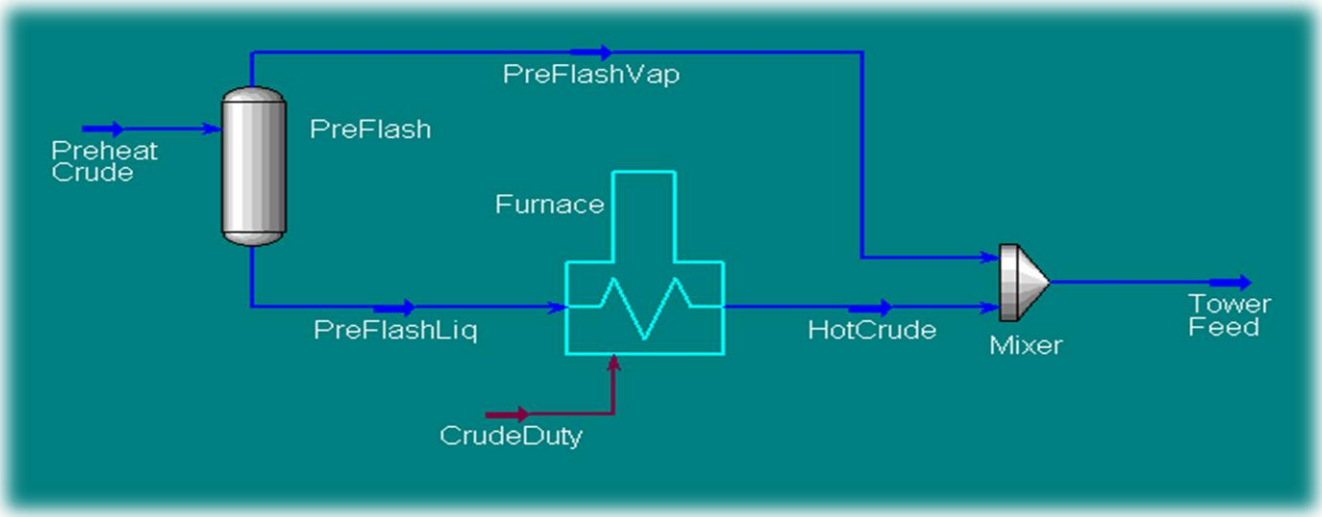
Temp. = 450 ^{o}f

Press. = 5.171 bar

Liq. Vol. flow rate = 100,000 bbl/day

الثلاث خطوات التالية سهلة وسبق التعامل معهم:

1. قم بإضافة Separator مع تغيير الأسماء كما هي موضحة في صورة المثال في الدرس السابق.
2. بالنسبة للفرن، قد يخطر ببالك أنه Fired Heater ويؤكد لك ذلك أن البرنامج بالفعل يحتوي على Fired Heater في قائمة الأدوات، ولكن للأسف لن نستخدمه لأنه لا يجوز استخدامه إلا في ال Dynamic state، ولذلك سنستخدم بدلاً منه heater عادي.
*بالنسبة لل heater سبق التعامل معه فقم فقط بإدخال قيمة حرارة الخارج منه لتكون 600 وفرق الضغط ب 10 psia.
*بالنسبة لشكل ال heater المختلف، قم بالضغط Right Click عليه واختار Change icon ثم اختار الشكل المناسب.
3. بعد ذلك قم بإضافة Mixer وأكمل المثال حتى يصبح كما بالصورة التالية:



اضافة برج التقطير

بذلك أصبح لدينا Stream ال Tower Feed وهو تغذية برج التقطير لدينا.

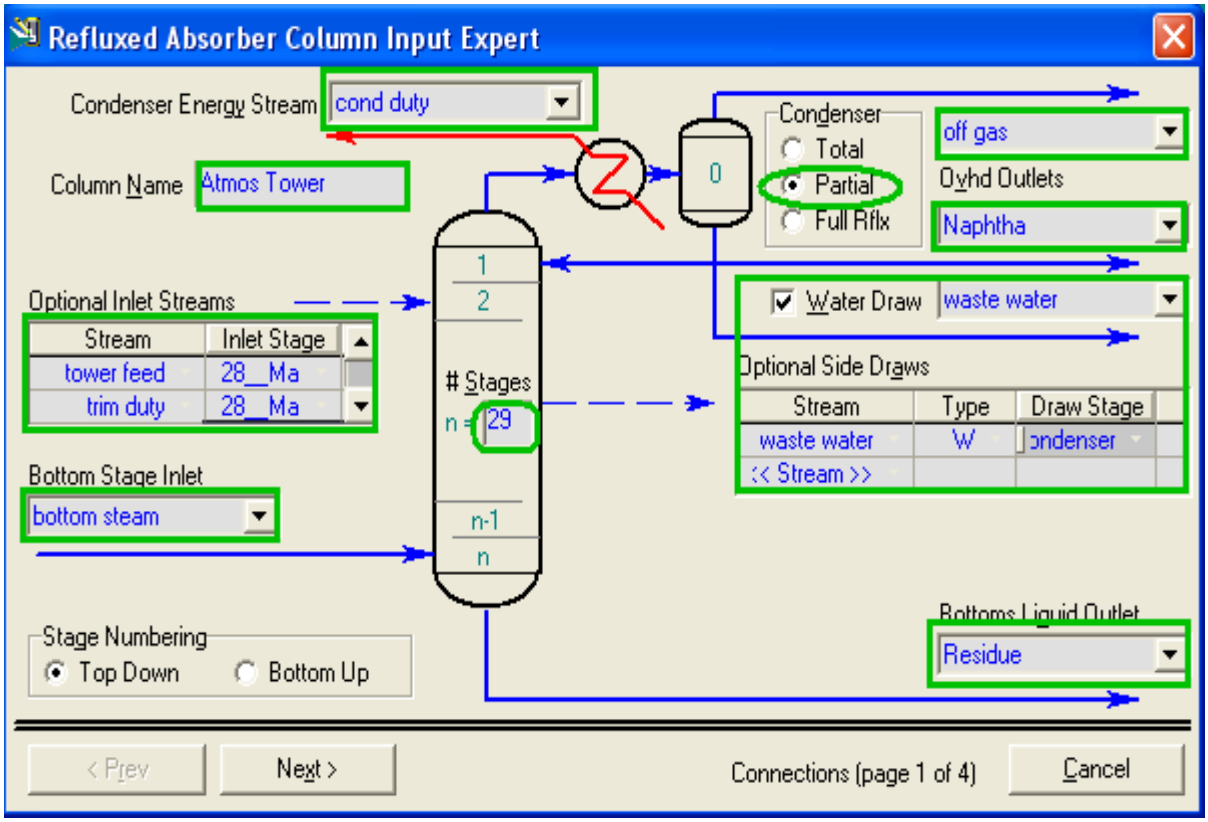
قبل أن نبدأ في إنشاء البرج لدينا بعض ال Streams الأخرى والتي سنستخدمها للبرج وهي ال Steam Streams المختلفة، فنقوم بإنشائها قبل البدء في البرج.

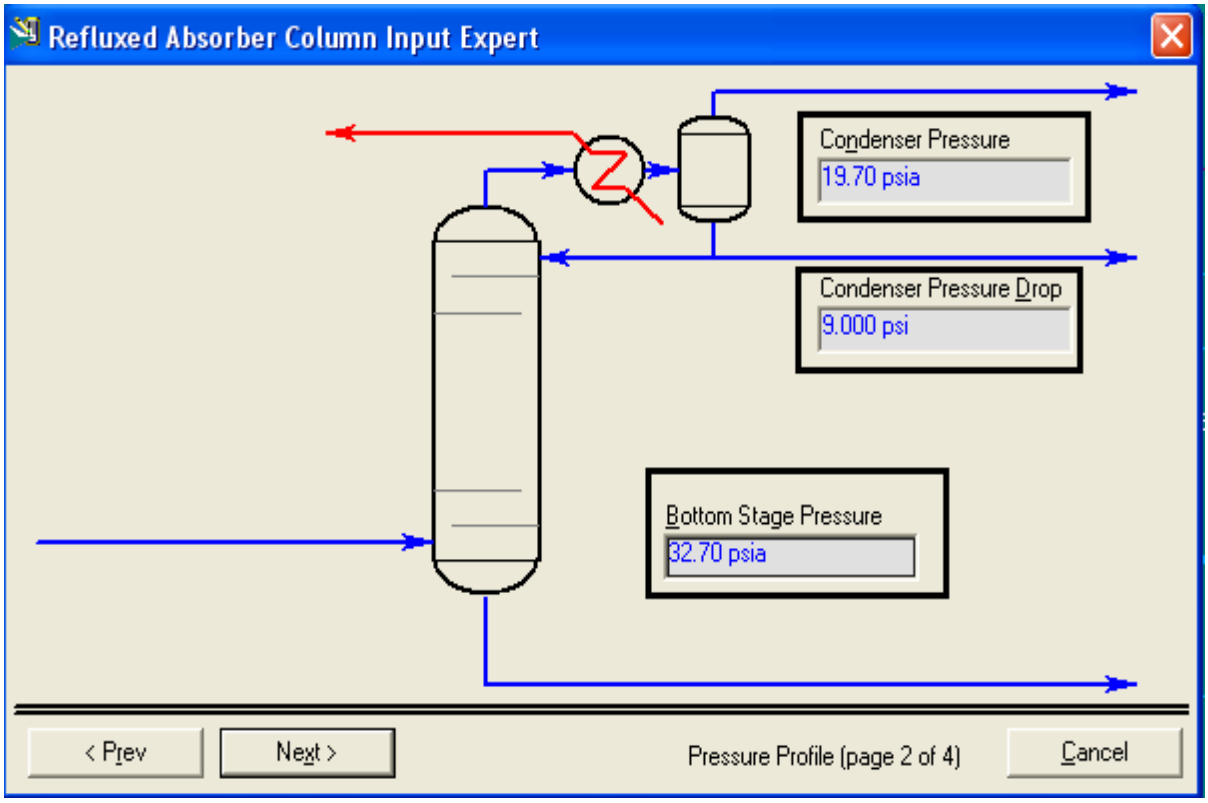
1. قم بإنشاء ال Diesel Steam, AGO Steam and Bottom Steam Streams وذلك بالاستعانة بالبيانات المعطاة في بيانات المثال في الدرس السادس.
2. قم بعمل Energy Stream وغير اسمه ليكون Trim Duty.

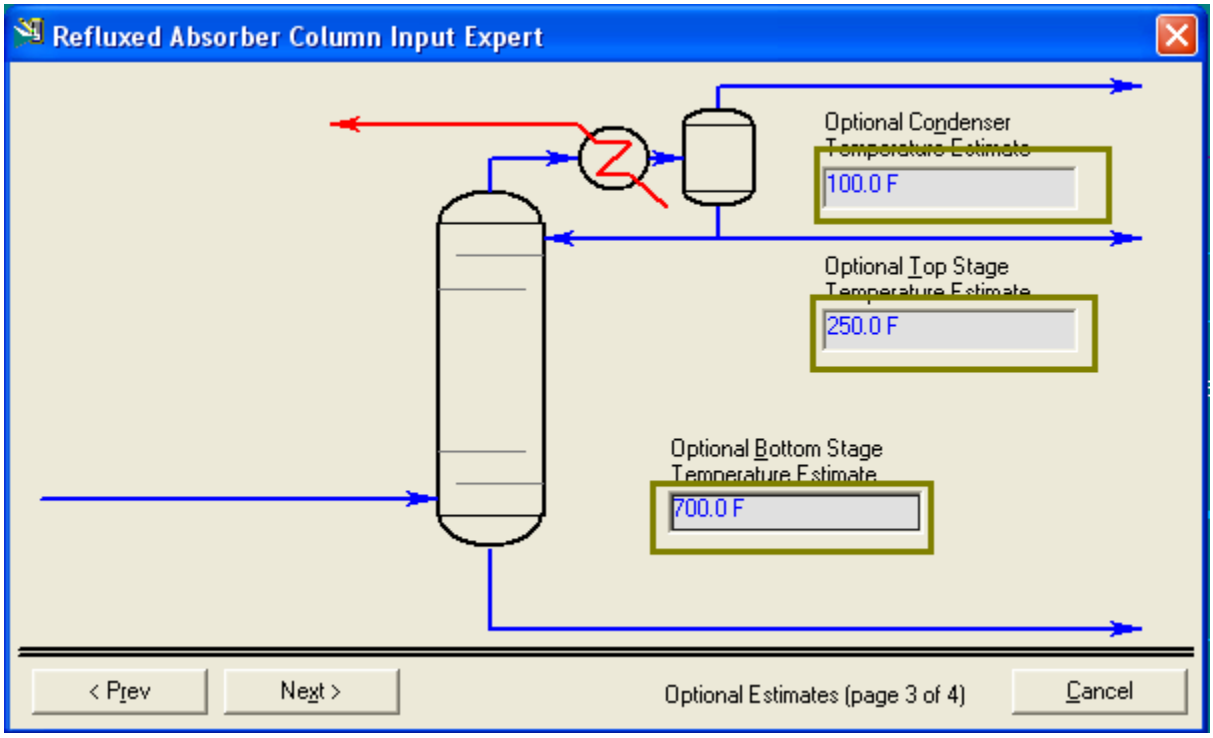
بعد ذلك نقوم بإضافة البرج، وهو هنا سيكون Refluxed Absorber، لأنه ليس لدينا غلاية في هذا البرج.

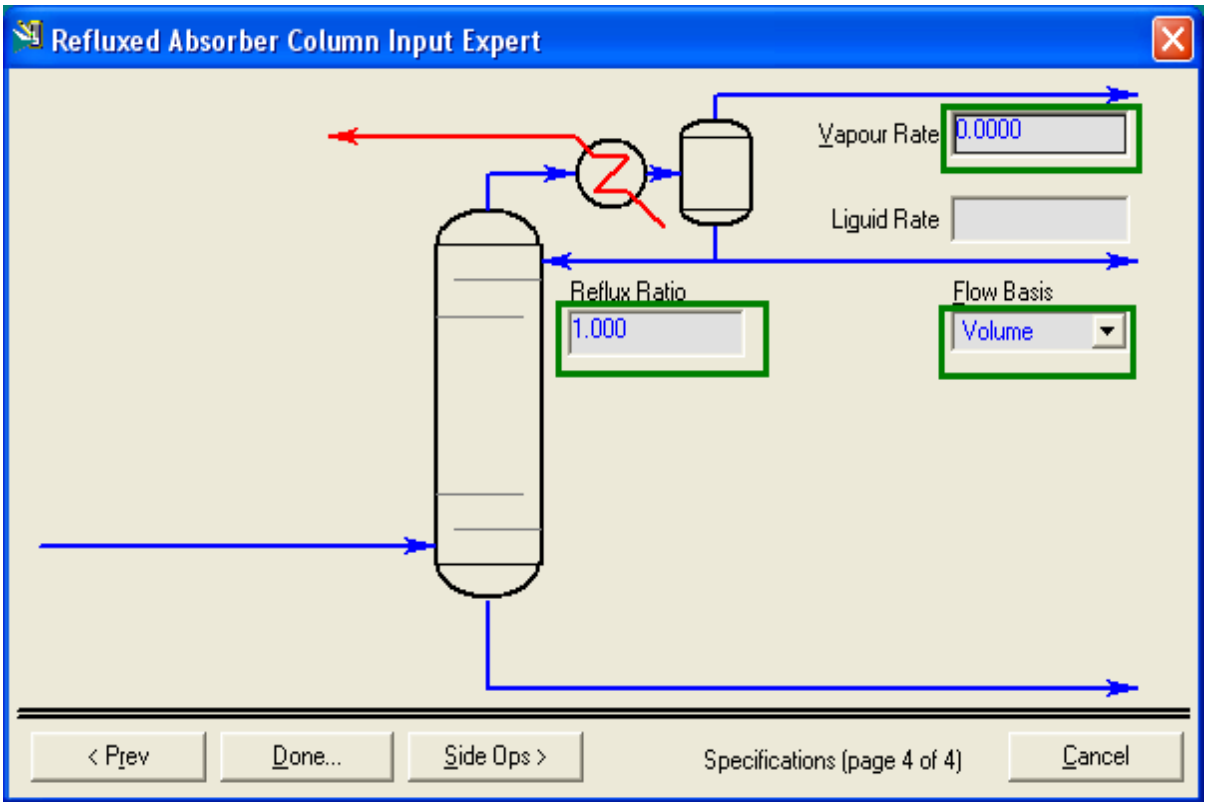
قم بإدخال بيانات البرج خلال صفحات ال Input Experts كما هو موضح بالصور الآتية:

*(تم شرح الأبراج وطريقة إضافتها بالتفصيل في الفصل السادس، فسنكتفي هنا بعرض صور الصفحات بالبيانات الخاصة بالمثال)



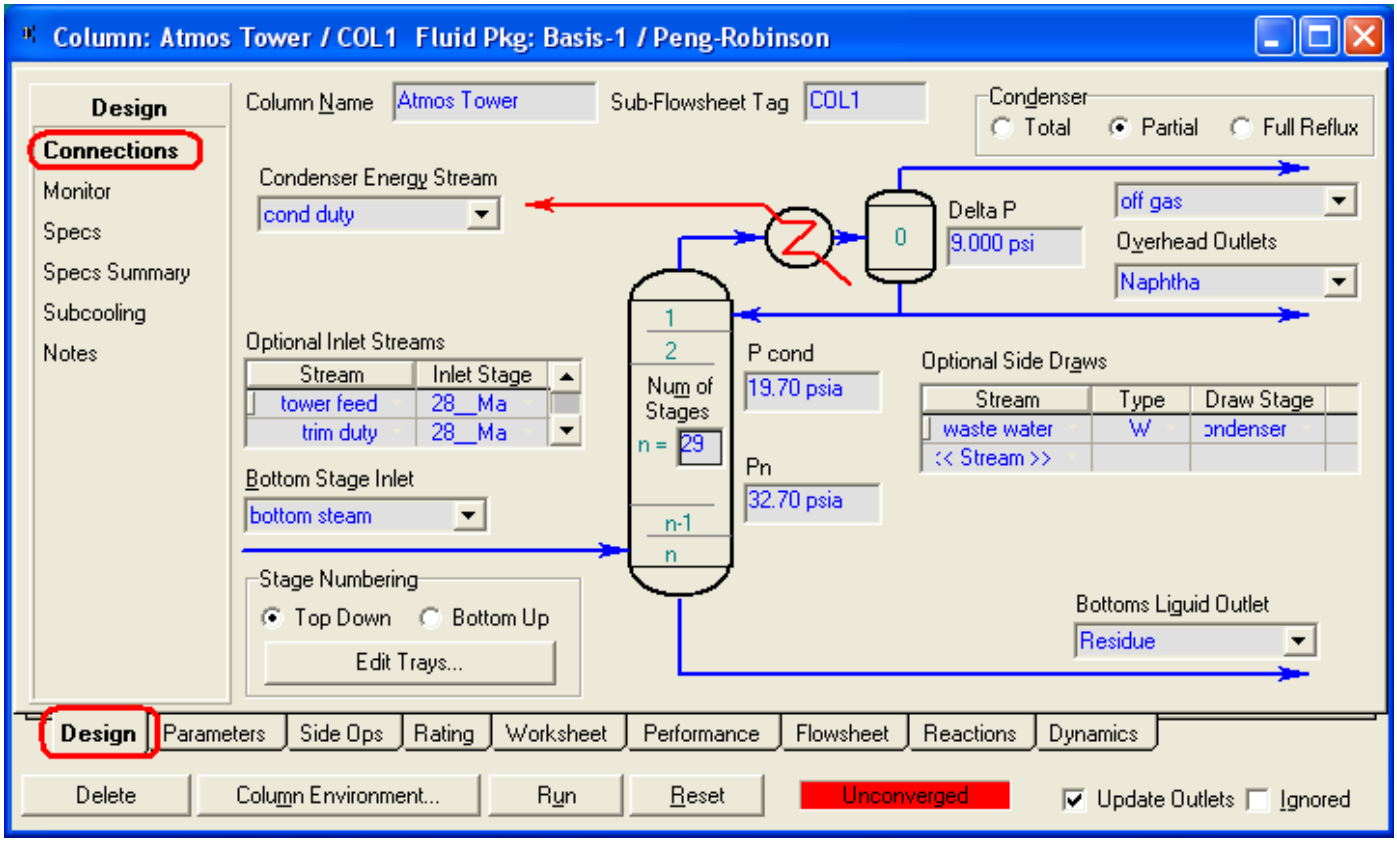

Refluxed Absorber Column Input Expert
Condenser Pressure
19.70 psia
Condenser Pressure Drop
9.000 psi
Bottom Stage Pressure
32.70 psia
< Prev
Next >
Pressure Profile (page 2 of 4)
Cancel


Refluxed Absorber Column Input Expert
Optional Condenser Temperature Estimate
100.0 F
Optional Top Stage Temperature Estimate
250.0 F
Optional Bottom Stage Temperature Estimate
700.0 F
< Prev
Next >
Optional Estimates (page 3 of 4)
Cancel

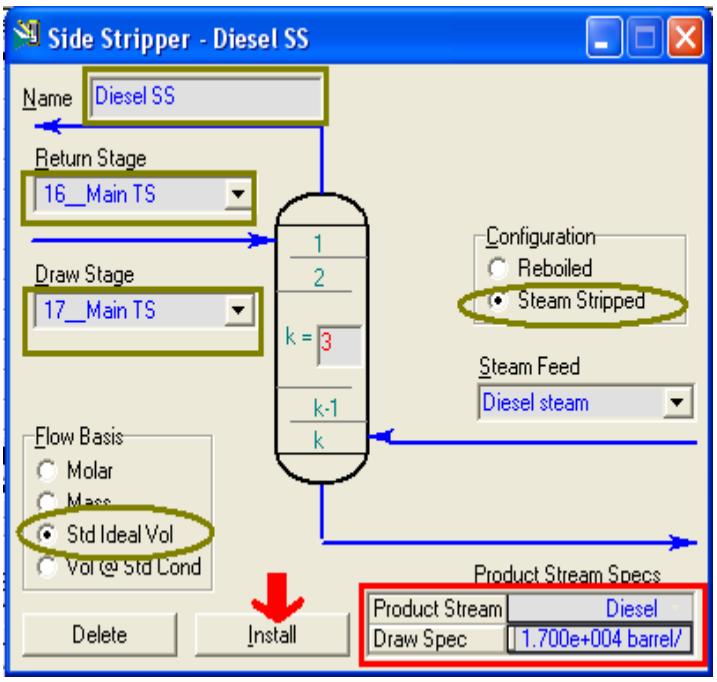


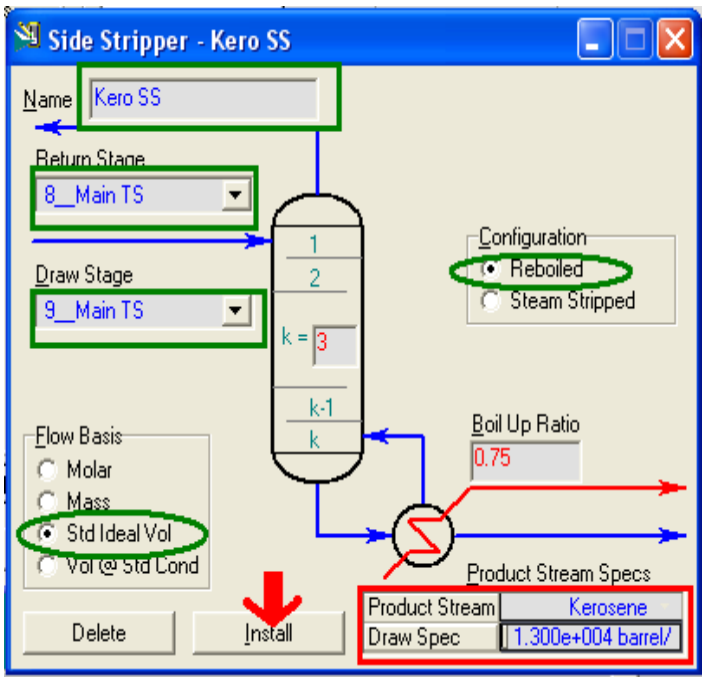
*تم وضع قيمة ال Vapour rate تساوي 0، لأنه لم يذكر الحصول على غازات من البرج، ولم نستخدم Total Condenser لأن المكثف الموجود معنا 3 phase كما ذكر، لذلك استخدمناه مكثف جزئي ووضعنا قيمة معدل الغازات تساوي 0.

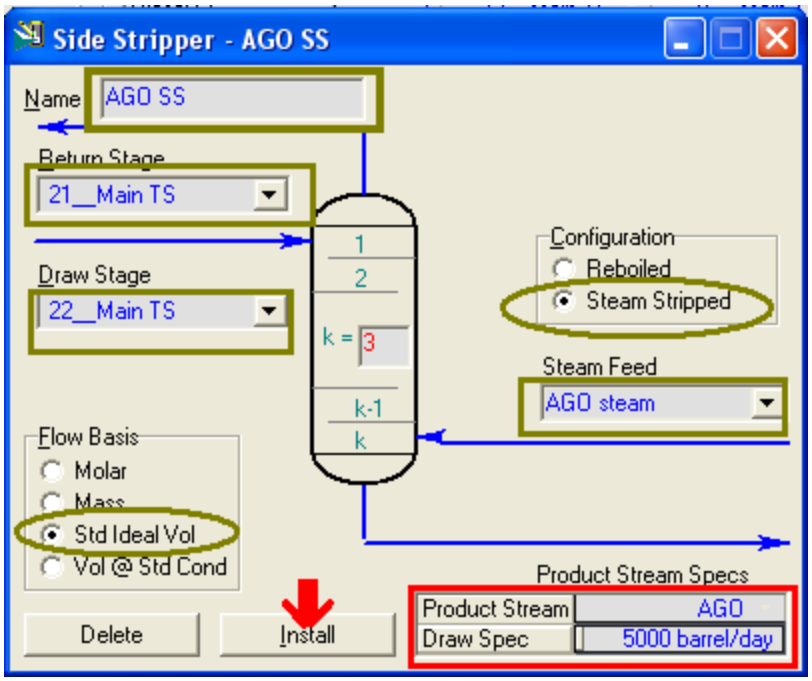
بعد الضغط على Done سيكون شكل صفحة الخصائص كما يلي:



قم بعد ذلك بالذهاب إلى صفحة Side Ops لإضافة ال Side Strippers و ال Pump Around:

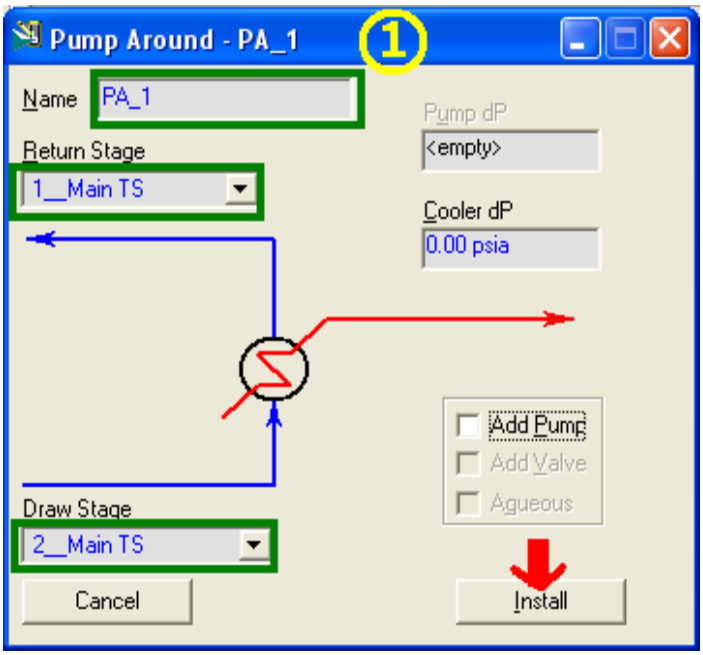


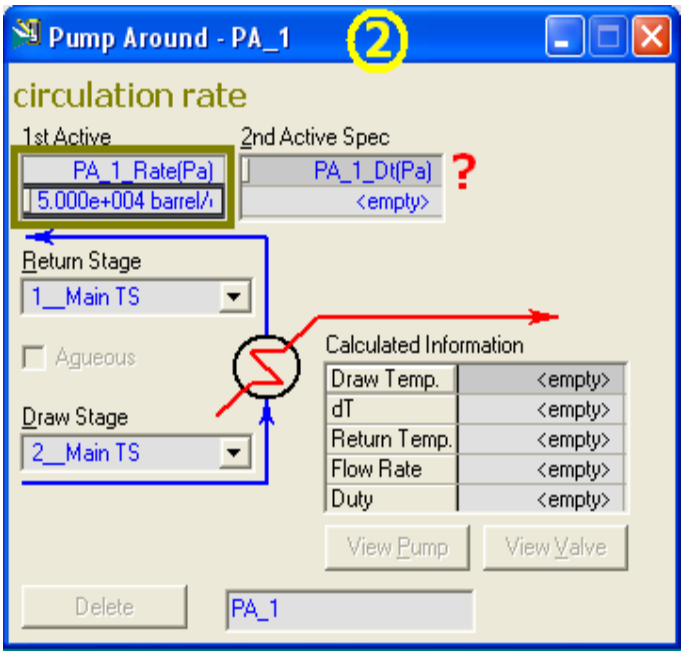




*لاحظ أنه عند الانتهاء من إدخال بيانات برج النزع يتم الضغط على Install ولا نغلق النافذة مباشراً.

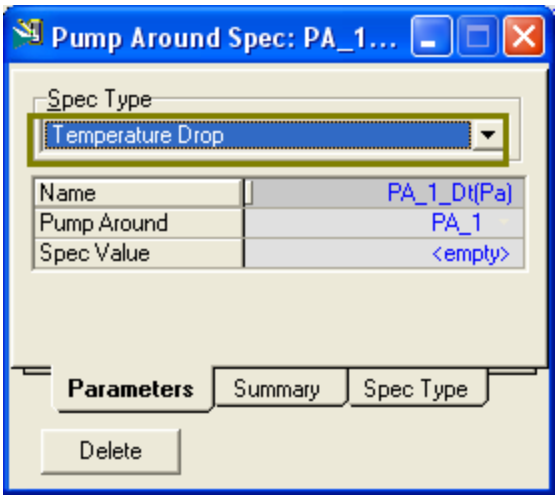
بعد ذلك قم بإضافة ال Pump Around:





بعد الضغط على Install في النافذة الأولى، نلاحظ أن الخاصية الثانية المتاحة في النافذة الثانية هي Dt أي فرق الحرارة، وهذه الخاصية ليست معنا، وإنما لدينا ال Duty ولذلك نحتاج تغيير هذه الخاصية...

قم بالضغط ديل كليك على الخاصية الثانية (على الخانة المجاورة لعلامة الاستفهام) فتظهر لك نافذة بالشكل التالي:



في خانة Spec Type ومن القائمة المنسدلة الخاصة بها قم باختيار Duty، ثم ادخل القيمة في خانة Spec Value.

بعد ذلك قم بإغلاق النافذة، وغلق النافذة الأخرى.

كرر الخطوات لكي تضيف PA_2 و PA_3 تبعاً للبيانات الخاصة بهم المذكورة في بيانات المثال في الدرس السادس.

اخطوة التالية هي التعديل في ال Specs، وهي خطوة مهمة جداً.

اذهب إلي Design ← Monitor لنرى سوياً ال Specs الموجودة وما يحتاج منها للتعديل:

Specifications

	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Reflux Ratio	1.000	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
Distillate Rate	<empty>	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
Reflux Rate	<empty>	<empty>	<empty>	☐	☑	☐
Btms Prod Rate	<empty>	<empty>	<empty>	☐	☑	☐
Vent Rate	0.0000 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
Kero SS Prod Flow	1.300e+004 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
Kero SS BoilUp Ratio	0.7500	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
Diesel SS Prod Flow	1.700e+004 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
AGO SS Prod Flow	5000 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
PA_1_Rate(Pa)	5.000e+004 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
PA_1_Duty(Pa)	-5.500e+007 Btu/hr	-5.50e+007	0.0000	☑	☑	☑
PA_2_Rate(Pa)	3.000e+004 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
PA_2_Duty(Pa)	-3.500e+007 Btu/hr	-3.50e+007	0.0000	☑	☑	☑
PA_3_Rate(Pa)	3.000e+004 barrel/day	<empty>	<empty>	☑	☑	☑
PA_3_Duty(Pa)	-3.500e+007 Btu/hr	-3.50e+007	0.0000	☑	☑	☑

View... | Add Spec... | Group Active | Update Inactive | Degrees of Freedom 0

نلاحظ أن ال Degree of Freedom تساوي 0، مما يعني أننا يمكننا أن نشغل البرج الآن، ولكن تشغيله في هذه الحالة سيكون على غير ما نريد، فمازال هناك بعض الخواص التي نريد تحقيقها لم يتم تعريفها و الحسابات في الوقت الحالي ستستخدم غيرها من الخواص.

1. من الخواص المطلوب تحقيقها في البرج أن إنتاج النافتا يكون 20000 bbl\day، وحسابات البرج تقوم بالفعل على استخدام هذه الخاصية ولكنها مازالت فارغة.

في الخانة المقابلة للخاصية Distillate Rate قم بكتابة 20000 في خانة ال specified Value.

2. بالنسبة لغلاية الكيروسين تم استخدام قيمة ال Boilup Ratio في الحسابات (حيث تم وضع علامة أمامها في خانة Active)، ونحن لدينا بدلاً منها قيمة ال Duty للغلاية، ولذلك سنزيل العلامة من أمام خاصية Kero SS Boilup Ratio ونضيف خاصية جديدة لل Duty للغلاية.

- قم بإضافة خاصية جديدة واختر نوعها Column Duty، وغير اسمها لتكون Kero Reb Duty، و ال Energy Stream لها يكون Kero SS_Enegry@COL1، وقيمتها تكون 7.5e6 Btu/hr
- بعد إضافة هذه الخاصية إذا كان البرنامج لم يضع علامة بجوارها في خانة Active قم أنت بوضعها.

3. من الواضح أن حسابات البرج ستقوم أيضاً على استخدام قيمة ال Reflux Ratio =1 (لأنه وضع بجوارها علامة في خانة Active)، وهذه القيمة لنسبة الراجع إفتراضية فهو لم يحددها في المثال وإنما وضعناها افتراضاً، لذلك سنستغنى عن استخدام هذه القيمة وذلك بإزالة العلامة من جانبها من خانة Active.

4. بدلاً من خاصية Reflux ratio سنستخدم خاصية أخرى وهي ال Over flash، وهي نسبة الزيادة في التبخير عن المعدل المطلوب لتسمح بتبخير جزء من المنتجات الثقيلة لضمان راجع جيد على الصواني.

- هذه النسبة سنستخدمها تساوي 3.5%، ولكن كيف نعبر عنها؟؟
- بما أن هي نسبة المنتجات الثقيلة التي ستتبخر مع المنتجات الخفيفة، والتي من المفروض أن تتكثف فوراً لتكون الراجع على الصواني، فإن هذه النسبة ستتواجد على أول صينية فوق صينية الدخول على هيئة سائل، إذن سنعبر عنها بمعدل سريان السائل على الصينية 27.

- قم بإضافة خاصية جديدة واختار نوعها Column Liquid Flow، وغير اسمها إلى OverFlash، حدد ال Stage لتكون 27_Main TS، وقيمة الخاصية تساوي 3500 bbl/day (100000 bbl/day x %3.5).
- نفس الكلام إن لم يكن البرنامج قد أضاف علامة بجوار هذه الخاصية في خانة Active قم أنت بإضافتها.

5. بعد ذلك قم بالضغط على Group Active لتجميع الخواص المستخدمة أولاً.

المفروض أن يكون المنظر لديك كما هو في الصورة:

Specifications

	Specified Value	Current Value	Wt. Error	Active	Estimate	Current
Vent Rate	0.0000 barrel/day	3.11e-003	-0.0000	☑	☑	☑
Distillate Rate	2.000e+004 barrel/day	2.00e+004	-0.0000	☑	☑	☑
PA_1_Rate(Pa)	5.000e+004 barrel/day	5.25e+004	0.0494	☑	☑	☑
PA_1_Duty(Pa)	-5.500e+007 Btu/hr	-5.50e+007	0.0000	☑	☑	☑
PA_2_Rate(Pa)	3.000e+004 barrel/day	3.11e+004	0.0351	☑	☑	☑
PA_2_Duty(Pa)	-3.500e+007 Btu/hr	-3.50e+007	0.0000	☑	☑	☑
PA_3_Rate(Pa)	3.000e+004 barrel/day	5.17e+004	0.7228	☑	☑	☑
PA_3_Duty(Pa)	-3.500e+007 Btu/hr	-3.50e+007	0.0000	☑	☑	☑
OverFlash	3500 barrel/day	1.42e+004	3.0584	☑	☑	☑
Kero SS Prod Flow	1.300e+004 barrel/day	1.30e+004	0.0000	☑	☑	☑
Kero Reb Duty	7.500e+006 Btu/hr	5.95e+005	-0.1884	☑	☑	☑
Diesel SS Prod Flow	1.700e+004 barrel/day	1.70e+004	0.0000	☑	☑	☑
AGO SS Prod Flow	5000 barrel/day	5.00e+003	0.0000	☑	☑	☑
Reflux Ratio	1.000	0.645	-0.3547	☐	☑	☐
Reflux Rate	<empty>	1.29e+004	<empty>	☐	☑	☐
Btms Prod Rate	<empty>	4.67e+004	<empty>	☐	☑	☐
Kero SS BoilUp Ratio	0.7500	6.90e-003	0.7431	☐	☑	☐

View... | Add Spec... | Group Active | Update Inactive | Degrees of Freedom 0

Side Ops | Rating | Worksheet | Performance | Flowsheet | Reactions | Dynamics

*إذا كان هناك اختلاف قم بمراجعة الخطوات مرة أخرى.

حان الآن وقت تشغيل البرج، قم بالضغط على Run.....

مبروووووك

تم حل البرج بنجاح
قم الآن بتطبيق ما تم شرحه في الفصل السابق لترى النتائج المختلفة للبرج من جداول وقيم ومنحنيات.

توضيح هام:

يتسائل الكثيرين عن ال Trim Duty stream، وكيف يكون ذلك في الحقيقة وعن ماذا يعبر؟

هذا ال Stream لا يستخدم إلا في البرنامج وليس له وجود في الواقع، إنما هو يستخدم لمعالجة أي خطأ في الإتزان الحراري للبرج Heat Balance أثناء إيجاد حل له ويساعد على سرعة هذه العملية، ومن المفروض أنه بعد الإنتهاء من التصميم يتم حذف هذا ال Stream وتعويض قيمته من خلال الأدوات الموجودة مثل الفرن.

الفصل الثامن

التفاعلات الكيميائية

في هذا الفصل سنبدأ بإذن الله في شرح موضوع جديد من المواضيع المهمة في برنامج ال HYSYS وهي التفاعلات الكيميائية وكيفية التعامل معها.

وفي البداية أود التأكيد على ما ذكرته في أول الكتاب و أأكد عليه في كل مرة وهو أن التعامل مع البرنامج يتطلب معرفة بالأساسيات الهندسية لكل موضوع على حدة.

وكمثلها من الموضوعات، فإن التفاعلات الكيميائية تتطلب معرفة ببعض المعلومات عن التفاعلات الهندسية وطرق حسابها وما يتعلق بها، وهذا هو ما لن تجده هنا...

إن كنت سأضطر لذكر بعض هذه المعلومات والخوض فيها فهو لتوضيح فكرة التنفيذ من خلال البرنامج، وبالتالي فإنها قد تكون غير واضحة كفاية لمن لا يعرف عنها شيئاً.

نأتي بعد ذلك لموضوع هذا الفصل وهو التعامل مع التفاعلات الكيميائية في البرنامج، وهو ينقسم إلى قسمين:

1. كيفية تكوين التفاعل وإضافة بياناته في البرنامج.
2. كيفية إضافة هذا التفاعل وتطبيقه من خلال الأدوات المختلفة (مفاعلات وأبراج).

والقسم الأول هو الأهم والذي فيه الجديد، أما القسم الآخر فهو بسيط ولن يستغرق شيئاً في شرحه.

ولنبدأ الآن في شرح القسم الأول ...

إنشاء التفاعلات في البرنامج

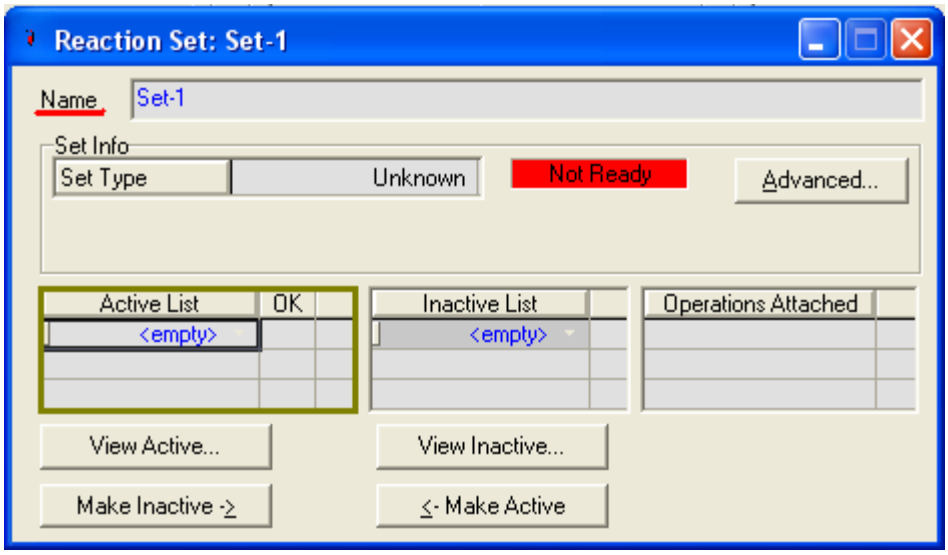
من خلال النافذة الأساسية Simulation Basis Manager قم بالدخول لصفحة التفاعلات Reactionكما بالصورة التالية:

ونجد في هذه الصفحة ثلاث أقسام رئيسية:

1. Rxn Components: وفيه تظهر المركبات التي تم إضافتها في قائمة المركبات Comp List والتي يمكننا استخدامها في التفاعل، كما يمكننا من خلال هذه الصفحة إضافة المزيد من المركبات من خلال زر Add Comps ولكن مع وجود فرق مهم جداً وهو أن المركبات التي يتم إضافتها من خلال هذه الصفحة لا تضاف إلى قائمة المركبات Comp List وإنما تظهر هنا فقط.
   *مع ملاحظة أن جميع المركبات التي تضاف من أي مكان تظهر في قائمة المركبات الأساسية Master Component List.

2. Reactions: وفي هذا القسم يتم إضافة التفاعلات المختلفة ومن ثم يمكن التعامل معها كغيرها كعمل نسخ لها أو حذف أو عرض وغيره، وسيتم شرح كيفية إضافة التفاعل بالتفصيل بعد النقطتين التاليتين.

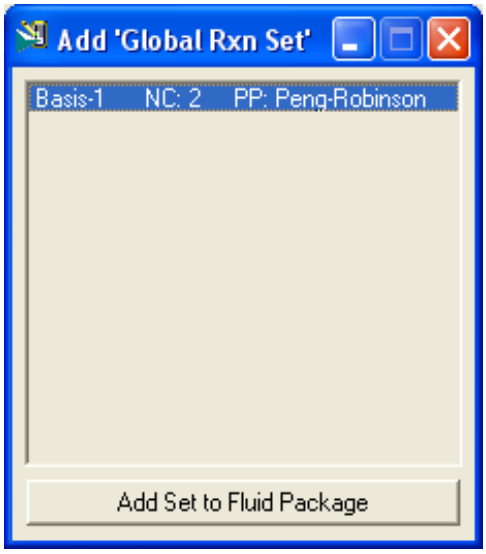
3. Reaction Sets: وهي تظهر مجموعات التفاعلات، والمقصود بها تجميع عدد معين من التفاعلات في مجموعة محددة لسهولة التعامل، وهي ليست خطوة إجبارية فكل التفاعلات يتم إضافتها تلقائياً في المجموعة الرئيسية Global Rxn Set.
ولكن عموماً إن كنت تريد وضع التفاعل في مجموعة جديدة أتبع التالي:
- قم بالضغط على Add Set فتظهر لك الشاشة التالية:



- في خانة Name قم بكتابة اسم لهذه المجموعة.
- في خانة Active List قم بفتح القائمة المنسدلة فيظهر لك كل التفاعلات التي قمت بإضافتها فأختار منها ما ترغب في إضافته من تفاعلات مختلفة ثم أغلق النافذة.

وفي هذا القسم يوجد جزء آخر مهم في تعريف التفاعل وهو:

Assoc. Fluid Pkg: هي الخطوة الأخيرة لإكمال إضافة التفاعل في المثال، وهي مثل خطوة عمل Install للزيت بعد تعريفه.



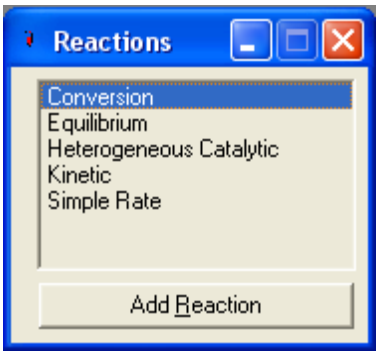
وفيها نقوم بإضافة مجموعة التفاعل بكاملها إلي ال Fluid Pkg التي نتعامل معها حتى نستطيع الوصول للتفاعل في بيئة التصميم، وإن لم تكن أضفت مجموعة تفاعلات خاصة فقم بإضافة المجموعة الرئيسية، وذلك بالخطوات التالية:
- قم أولاً بتحديد مجموعة التفاعلات المراد إضافتها.
- قم بالضغط على Add to FP، فتظهر لك النافذة التالية:

- قم بتحديد ال Fluid Pkg المراد الإضافة إليها ثم اضغط على زر Add.

* إذا كان التفاعل يحتوي على أي مركبات ليست موجودة في قائمة المركبات فسيتم إضافتهم تلقائياً بعد هذه الخطوة.

نأتي بعد ذلك للخطوة المهمة التي أجلتها من النقطة الثانية وهي إضافة التفاعل...

إضافة التفاعل Add Reaction:



لإضافة تفاعل جديد قم بالضغط على Add Rxn لتظهر لك نافذة بها أنواع التفاعلات الممكن إضافتها كما بالشكل المقابل:

ومن هذه النافذة نقوم باختيار نوع التفاعل ثم Add.

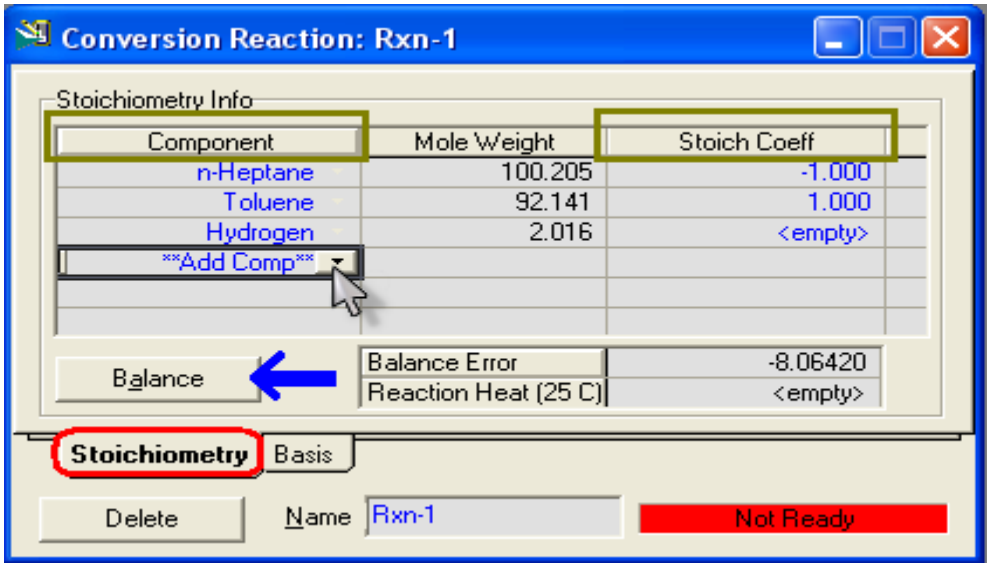
الأنواع المختلفة للتفاعلات:

من النافذة السابقة نجد أن هناك مجموعة من التفاعلات المختلفة التي يمكن إضافتها وهي كالتالي:

1. Conversion Reaction:

في هذا النوع تحتاج إلى تحديد معامل ال stoichiometry لكل المركبات في التفاعل، كما يجب عليك تحديد نسبة التحول % Conversion للمركب الأساسي Base Reactant.

بعد اختيار نوع التفاعل والضغط على Add ستظهر لنا النافذة الخاصة به كما بالشكل التالي:



- في خانة component قم بفتح القائمة المنسدلة لتقوم بإضافة جميع المركبات الموجودة في التفاعل (سواء متفاعلات أو نواتج).
- في خانة Stoich Coeff قم بتحديد قيمة معامل ال Stoich لكل المركبات التي قمت باختيارها مع ملاحظة الآتي:

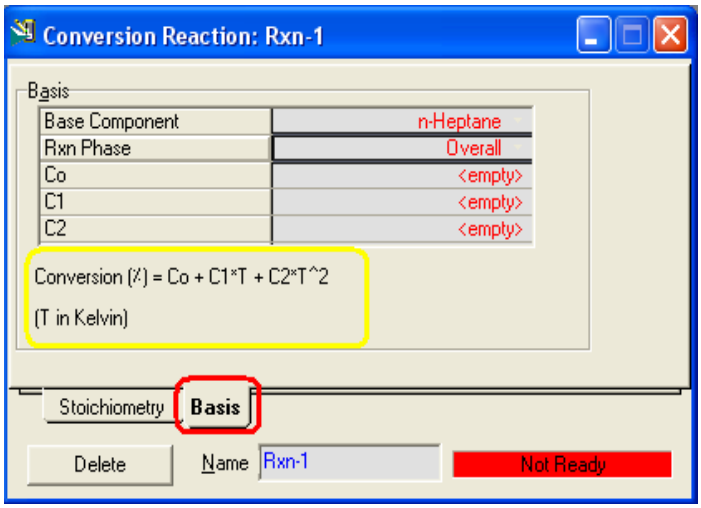
*قيمة ال Stoich تكون سالبة إذا كان المركب متفاعل، وتكون موجبة إذا كان ناتج.

*بعد تعريف ال stoich لكل المركبات تكون قيمة خطأ الاتزان Balance Error تساوي صفر، وذلك إذا كان التفاعل تفاعل متزن.
*إذا كان التفاعل متزن، وقمت بتعريف قيمة ال stoich لكل المركبات ماعدا مركب واحد، عند إذن قم بالضغط على زر Balance ليقوم بحساب قيمة ال Stoich المتبقية.

- بعد إكمال البيانات المطلوبة يتم حساب حرارة التفاعل Reaction Heat وهي تكون سالبة إذا كان التفاعل طارد للحرارة، وتكون موجبة إذا كان التفاعل ماص للحرارة.

<u>بعد ذلك قم بالدخول لصفحة Basis:</u>

من خلال هذه الصفحة يتم تحديد مركب أساسي وتحديد نسبة التحول له:



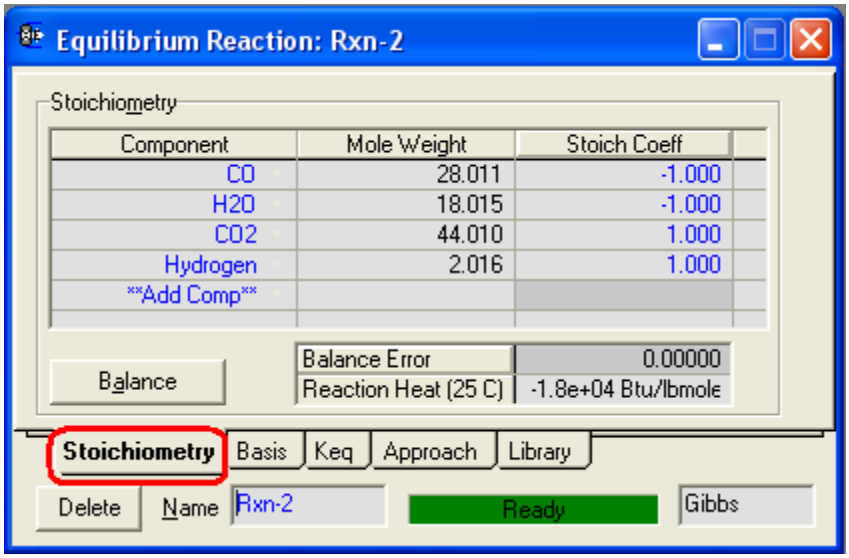
- Basis Component: يتم تحديد المركب الأساسي الذي سنحدد له قيمة التحول ويجب بالطبع أن يكون من المتفاعلات.
- Rxn Phase: يتم تحديد الحالة التي سيتم التفاعل إذا كانت المركبات فيها وهي كالتالي:
  *Overall: سيحدث التفاعل في إي حالة تكون عليها المركبات.
  *VapourPhase: سيحدث التفاعل في الحالة البخارية فقط.
  *LiquidPhase: سيحدث التفاعل في حالة ال Light Liquid فقط.
  *AqueousPhase: سيحدث التفاعل في حالة ال Heavy Liquid فقط.
  *CombinedLiquid: سيحدث التفاعل في حالة ال L & H Liquid.
- C_0 C_1 C_2: قيم تحديد نسبة التحول تبعاً للمعادلة الموضحة في الصفحة.

بعد إكمال بيانات هذه الصفحة يكون التفاعل قد تم تعريفه بالكامل ويصبح جاهز للاستخدام.

2. Equilibrium Reaction:

في هذا التفاعل ستحتاج إلى قيم معامل ال Stoich للمركبات، إلى جانب ذلك ستحتاج إلى تحديد قيمة K_{eq}.

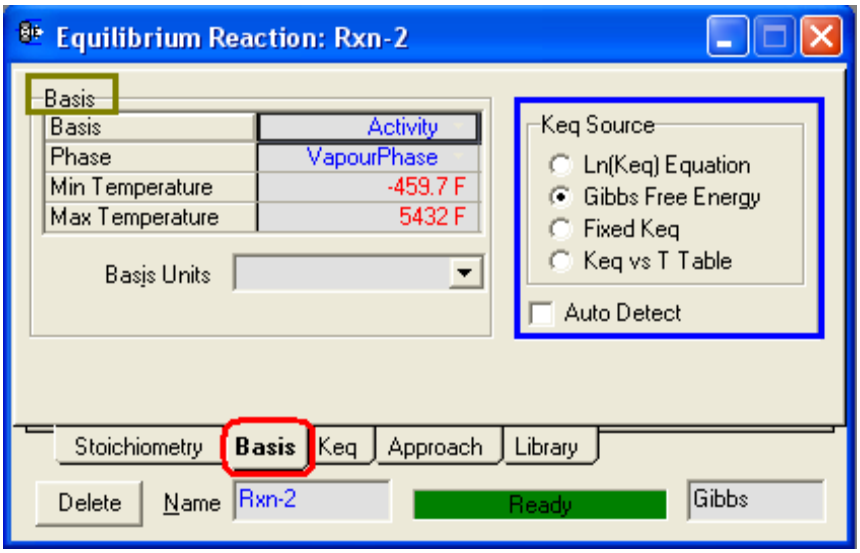
- صفحة Stoichiometry:



ويتم التعامل معها كما في التفاعل السابق...

- صفحة Basis:

في هذه الصفحة يتم تحديد ال Base الذي ستعمل من خلاله وطريقة حساب ال K_{eq}.



*من خلال Basis قم باختيار ال Basis المناسب (Partial Press, Mole fraction,... etc)

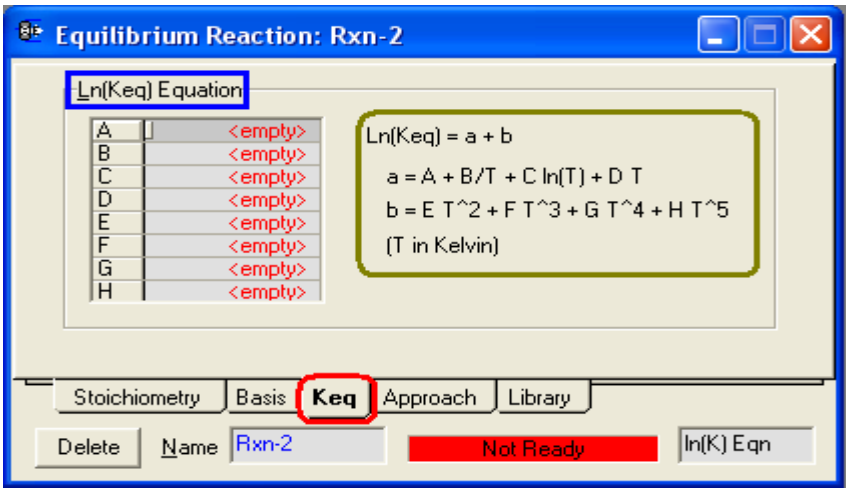
*من خلال Phaseقم بتحديد الحالة التي سيتم التفاعل فيها، وهي هنا إما Vapour phase أو Liquid phase .

* Min & Max Temperature تحدد فيها قيم الحرارة التي يسمح للتفاعل بالحدوث خلالها.

* basis Unit لتحديد وحدة قياس ال basis الذي تم اختياره.

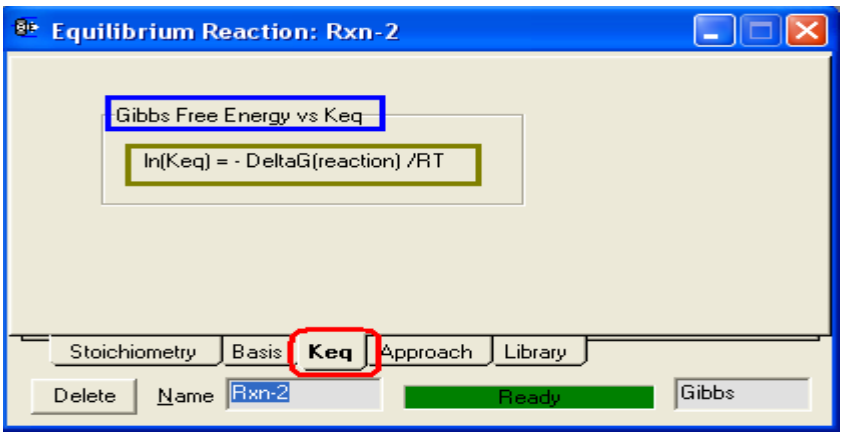
- بعد ذلك هناك المجموعة الخاصة بتحديد طريقة تعيين قيمة K_{eq}، وبعد اختيار الطريقة أياً كانت نقوم بالدخول لصفحة Keq لتحديد قيمة ال K، لذلك سنستعرض كل طريقة وكيفية إضافتها من صفحة Keq، وهي كالتالي:

1. Ln(Keq) Equation: وهي لتحديد قيمة K من خلال معادلة تعتمد فيها قيمة K على درجة الحرارة كما بالصورة:

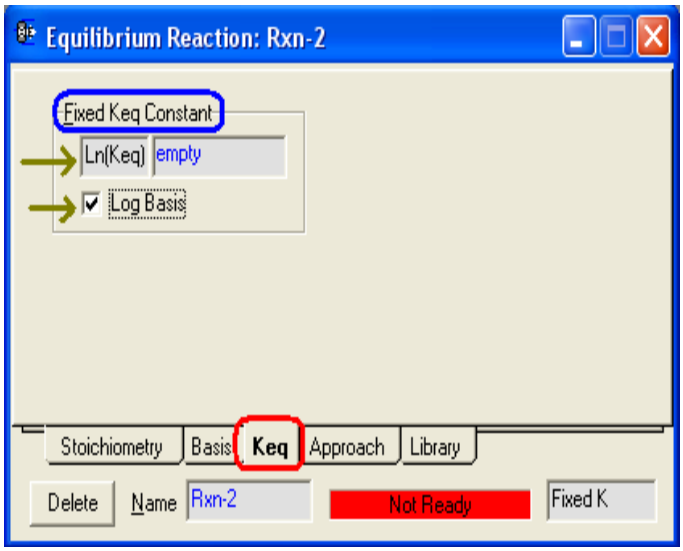


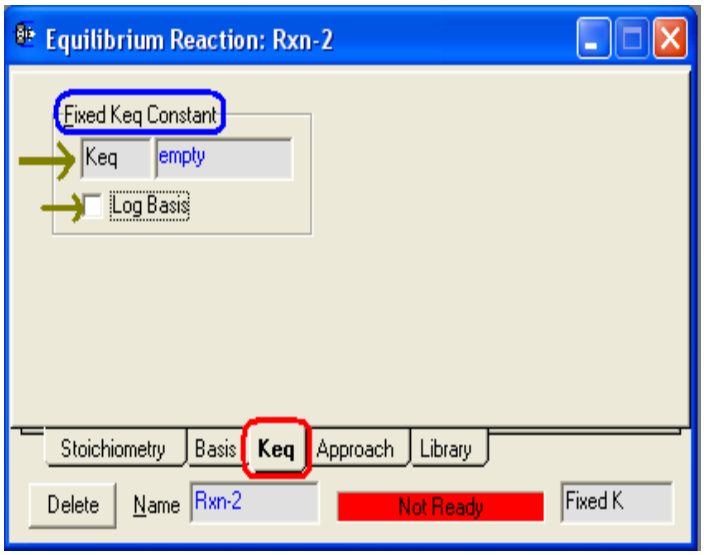
وكما هو موضح، تقوم بإدخال قيم الثوابت التي في المعادلة A:H حتى يتم حساب قيمة الk، و انتبه إلى أن درجة الحرارة بالكلفين، بمعنى أن قيم الثوابت يجب أن تكون على هذا الأساس.

2. Gibbs Free Energy: وتستخدم لحساب قيمة K بالاستعانة بقاعدة بيانات قيم ال G للمركبات و الموجودة مع البرنامج من خلال المعادلة الموضحة في الصورة:

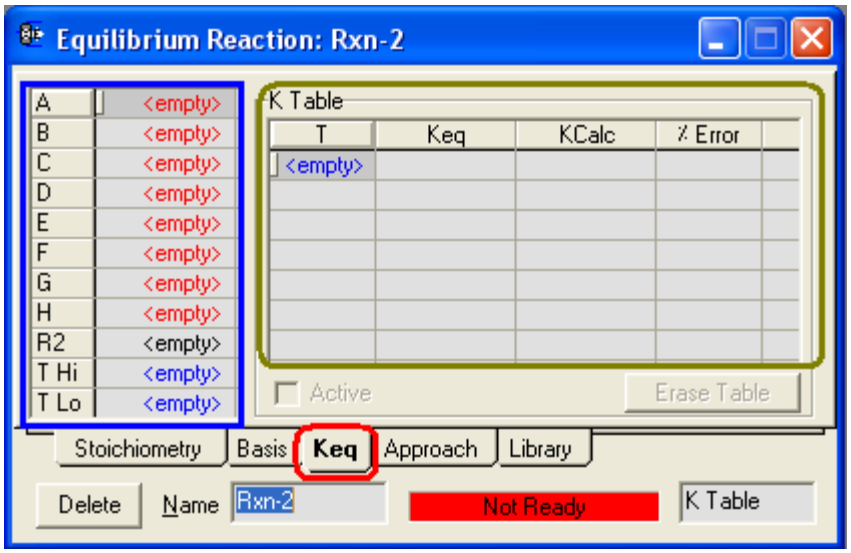


3. Fixed Keq: وفيها يتم تحديد قيمة ثابتة لل K وبالتالي فهي لا تعتمد على درجة الحرارة، ويمكن إدخال قيمة K أو قيمة Ln(K):



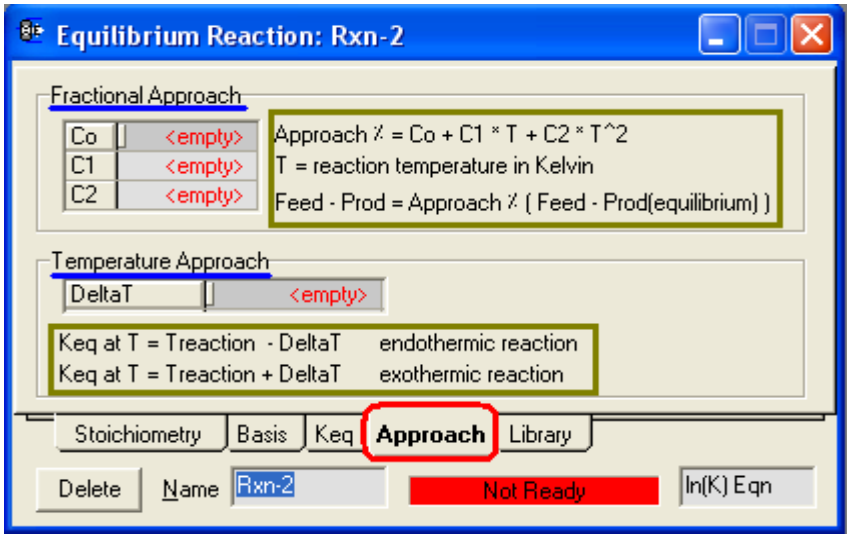


4. Keq vs T Table: وفي هذه الطريقة يتم وضع قيم لل Keq ودرجات الحرارة المقابلة لها في جدول، فيقوم البرنامج بحساب قيمة جديدة لل k، والثوابت لمعادلة ln(keq) يتم حسابها ويحدد لك قيمة الدقة في الحساب من خلال قيمة R2، كما يمكنك تحديد قيم Min & Max temperature من خلال T Hi و T Lo .



- صفحة Approach:

في بعض الأحيان قد لا يصل التفاعل إلى حالة الاتزان تحت ظروف التفاعل المحددة، لذلك فإن هذه الصفحة تستخدم لتقريب التفاعل من هذه الحالة.

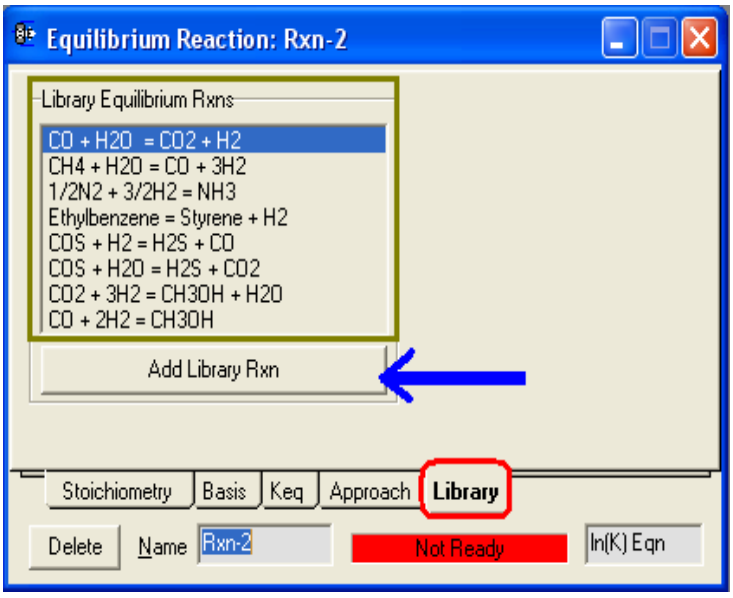


نجد في هذه الصفحة نوعان هما Fractional Approach و Temperature Approach، حيث يمكننا أن نستخدم أي طريقة منهم أو كلاهما معاً، مع ملاحظة أن طريقة Temp. App لا يمكن استخدامها عند اختيار ال Basis ليكون Fixed Keq.

كما هو ملاحظ في الصفحة أن كل طريقة لها معادلة معينة تحاول أن تصل بها إلى الإتزان، وتعتمد على ثوابت تقوم بتحديدها أنت على حسب الحالة.

- صفحة Library:

وفي هذه الصفحة ستجد مجموعة من تفاعلات الاتزان الشائعة حيث يمكنك إضافتها مباشراً من هنا.

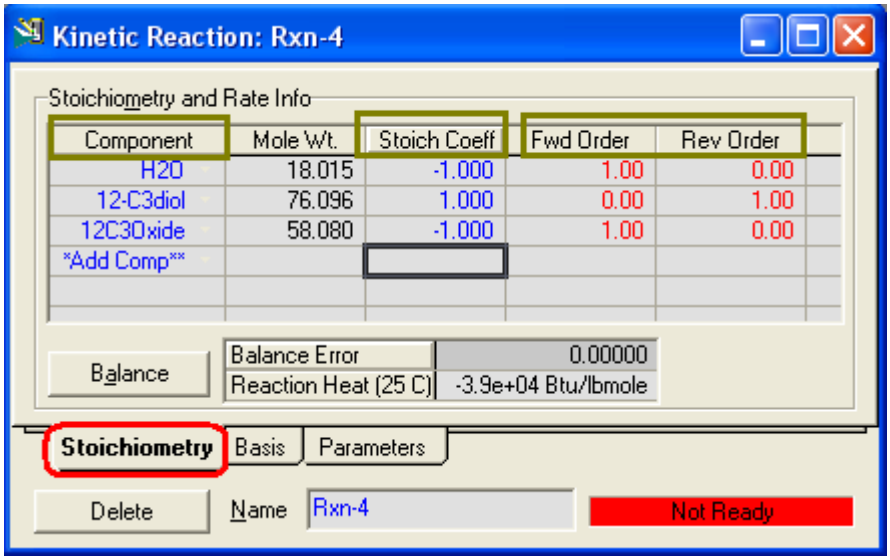


بمجرد إضافة أي تفاعل من المكتبة يتم إضافة كل البيانات المتعلقة به سواء المركبات التي تكون هذا التفاعل أو ال Stoichiometry وحتى ال Keq.

3. Kinetic Reaction:

في هذا التفاعل ستحتاج إلى قيم معامل ال Stoich للمركبات، وال Order للتفاعل الطردي (والعكسي إن كان سيحدث) للنواتج والمتفاعلات، كما ستحتاج لتعريف ال Arrhenius parameter التي تستخدم في حساب معدل التفاعل rate of reaction.

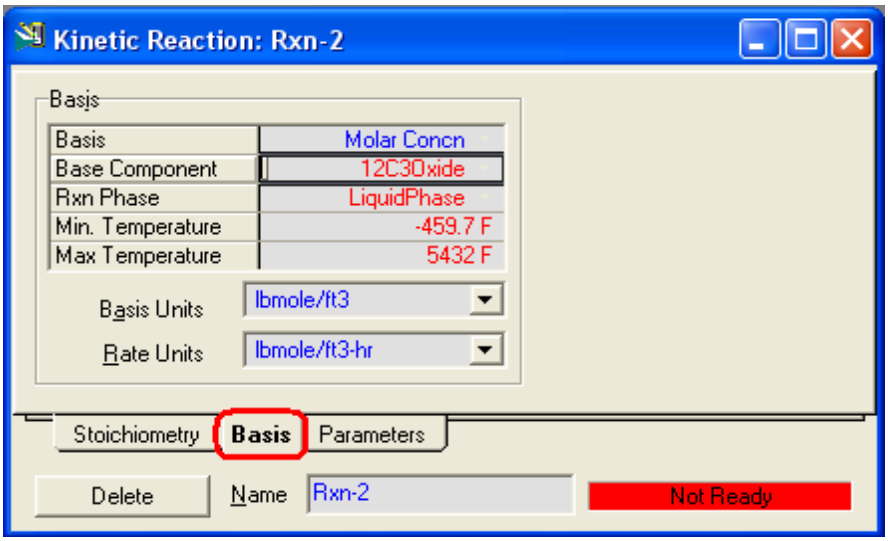
- صفحة ال Stoichiometry:



ويتم التعامل معها مثل التفاعلات السابقة ولكن يزيد هنا إضافة درجة التفاعل Order، ويقوم البرنامج تلقائياً بوضع قيم افتراضية لل Forward Order و ال Reverse Order وذلك بمجرد تحديد ال Stoichiometry للمركبات، حيث يفرض البرنامج للمتفاعلات تفاعل درجة أولى First Order وللنواتج درجة صفر Zero Order وذلك مع الاتجاه الطردي، ويقوم بعكسهم مع الاتجاه العكسي، ولكن يمكنك تغير هذه القيم على حسب ظروف التفاعل.

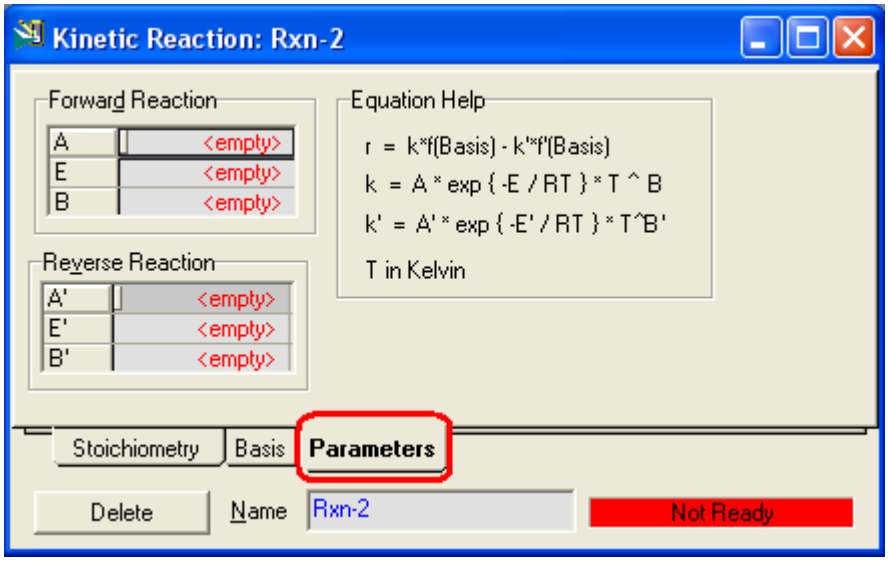
- صفحة Basis:

وهي أيضاً مثل الموجودة في تفاعل ال Conversion، حيث نحدد المركب الأساسي والحالة التي سيحدث التفاعل فيها.



- صفحة Parameter:

يتم من خلال هذه الصفحة تحديد قيم ثوابت ال Arrhenius parameter الخاصة بالتفاعل وهي A و E و B للتفاعل الطردي، و A' و E' و B' للتفاعل العكسي.

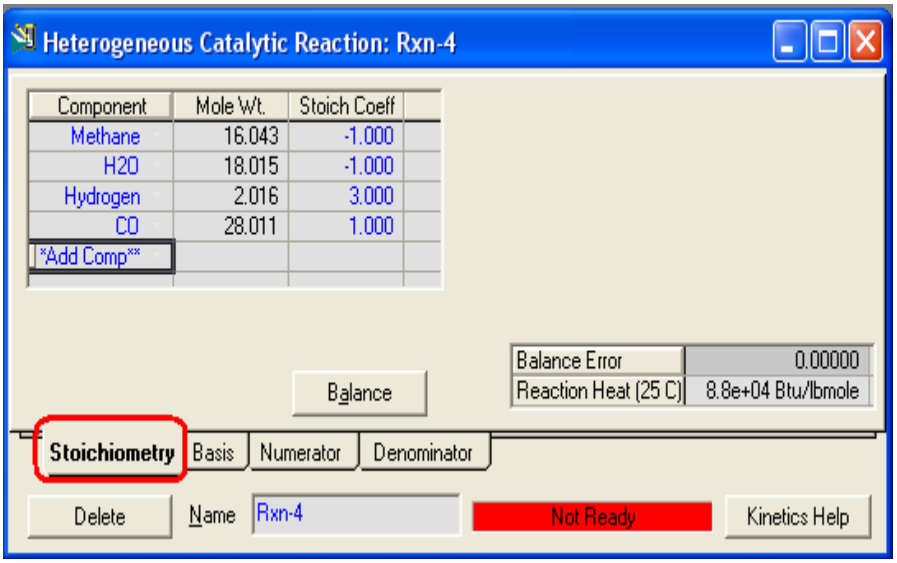


وهناك أيضاً كالمعتاد معادلة مكتوبة لتساعد على معرفة موضع كل ثابت في المعادلة.

4. Heterogeneous Catalytic Reaction:

بالرغم من أن هذا النوع من التفاعلات يعتبر كنوع من ال Kinetic Reaction، إلا أنه أكثر التفاعلات تعقيداً، يحتاج لتعريفه نفس بيانات تعريف ال Kinetic Reaction بالإضافة لبيانات أخرى سنذكرها إن شاء الله.

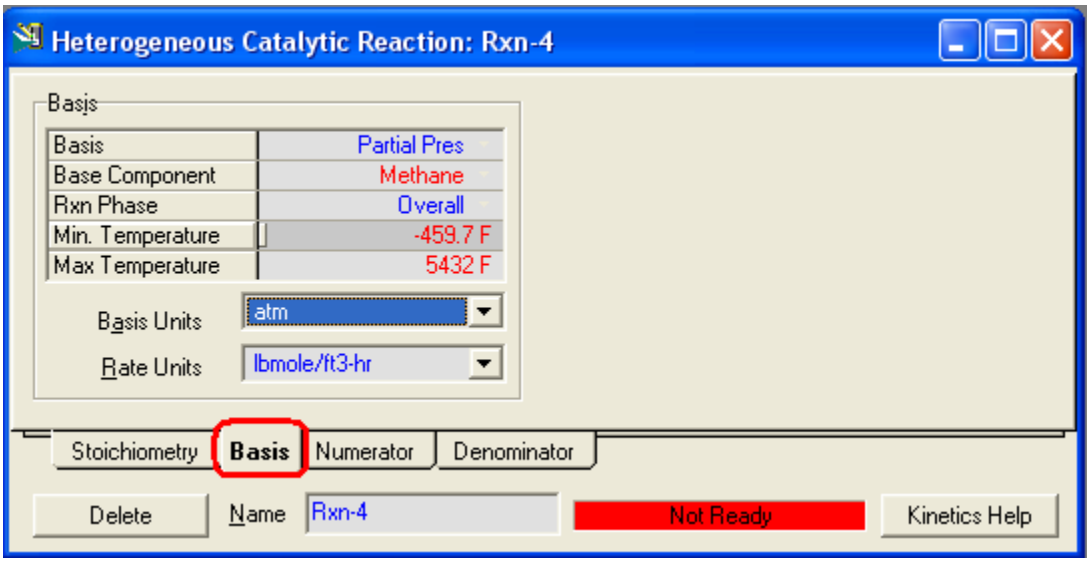
- صفحة Stoichiometry:



يتم التعامل معها كما يتم في أي تفاعل سبق، حيث نحدد المركبات ونحدد ال Stoich Coeff الخاص بهم

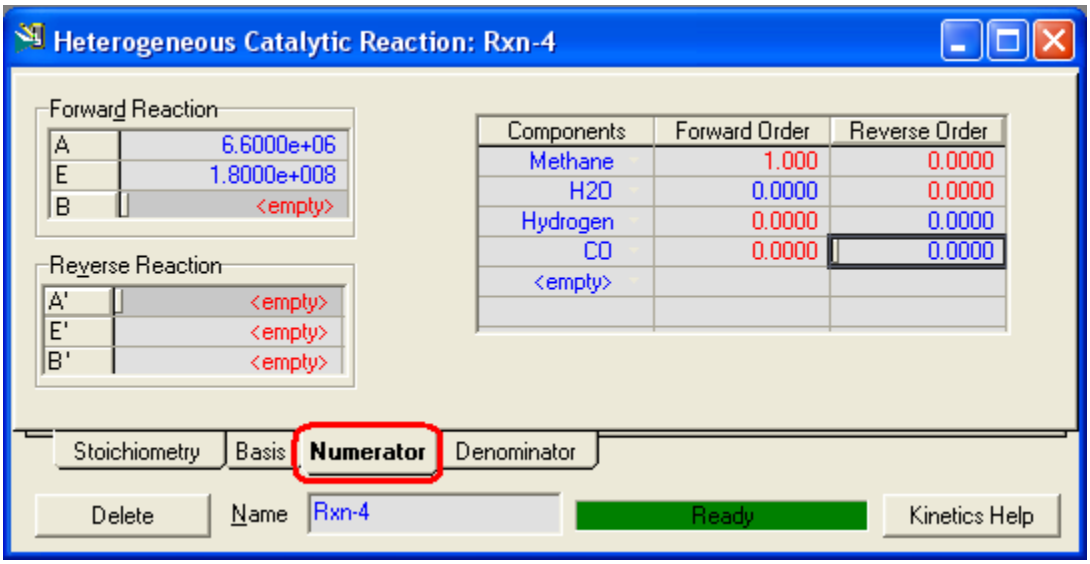
*سيتم تحديد رتبة التفاعل Order في صفحة أخرى

- صفحة Basis:



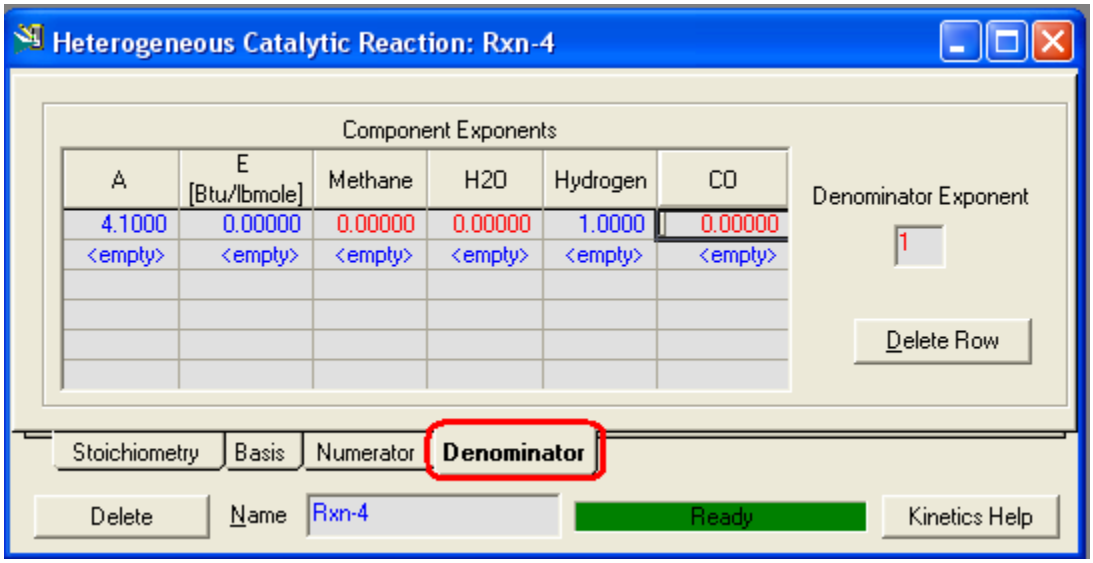
وهي أيضاً سبق شرح كيفية التعامل معها في التفاعلات السابقة.

- صفحة Numerator:



وهذه الصفحة مثل صفحة Parameter في تفاعل ال Kinetic حيث يتم من خلال هذه الصفحة تحديد قيم ثوابت ال Arrhenius parameter الخاصة بالتفاعل وهي A و E و B للتفاعل الطردي، و A' و E' و B' للتفاعل العكسي.
كما يتم فيها تحديد قيمة رتبة التفاعل Order للمركبات سواء في الإتجاه الطردي أو العكسي.

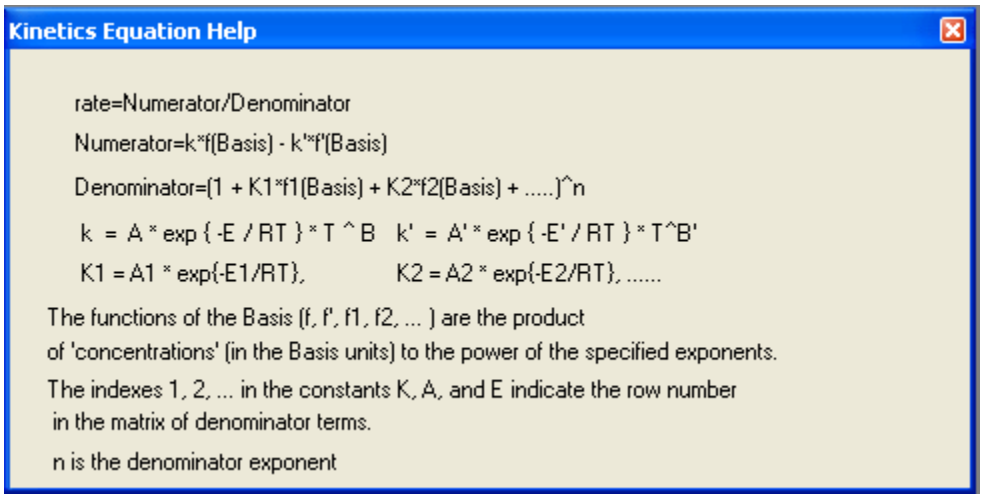
- صفحة Denominator:



وهذه الصفحة هي التي تميز هذا التفاعل عن تفاعل ال Kinetic العادي، حيث أن وجود العامل الحفاز Catalyst يجعل هناك اعتبار لحدوث الإمتزاز adsorption مع

التفاعل السطحي Surface Reaction ولذلك فهذا يؤثر على معدل التفاعل Rate of Reaction.

لمعرفة مدى التأثير وطريقة حساب معدل التفاعل اضغط على Kinetic Help.



*شرح ما في الصورة:

في تفاعل ال Kinetic العادي فإن معدل التفاعل يحسب من العلاقة التالية:

$$r = K * f(Basis) - K' * f'(Basis)$$

حيث

$$K = A * \exp\{ -E / RT \} * T \wedge B$$

$$K' = A' * \exp\{ -E' / RT \} * T \wedge B'$$

ولكن في هذا التفاعل Heterogeneous Catalytic يتكون معدل التفاعل من كسر يكون البسط له Numerator يساوي نفس قيمة معدل التفاعل السابق

$$Numerator = K * f(Basis) - K' * f'(Basis)$$

حيث

$$K = A * \exp\{ -E / RT \} * T \wedge B$$

$$K' = A' * \exp\{ -E' / RT \} * T \wedge B'$$

وقيم ال A وال E له هي التي تم إدخالها في صفحة Numerator

أما مقام هذا الكسر denominator فيحسب من العلاقة التالية:

$$denominator = (1 + K1 * f1(Basis) + K2 * f2(Basis) + \ldots)^n$$

حيث

$$K1 = A1 * \exp\{ -E1 / RT \}$$

$$K2 = A2 * \exp\{ -E2 / RT \}$$

وقيم A1, E1, f1 هي القيم التي تم إضافتها في الصف الأول من صفحة denominator
وقيم A2, E2, f2 هي القيم التي تم إضافتها في الصف الثاني من صفحة denominator
وهكذا

أما قيمة n فهي قيمة Exponent الكلي والتي تدخلها في خانة denominator exponent.

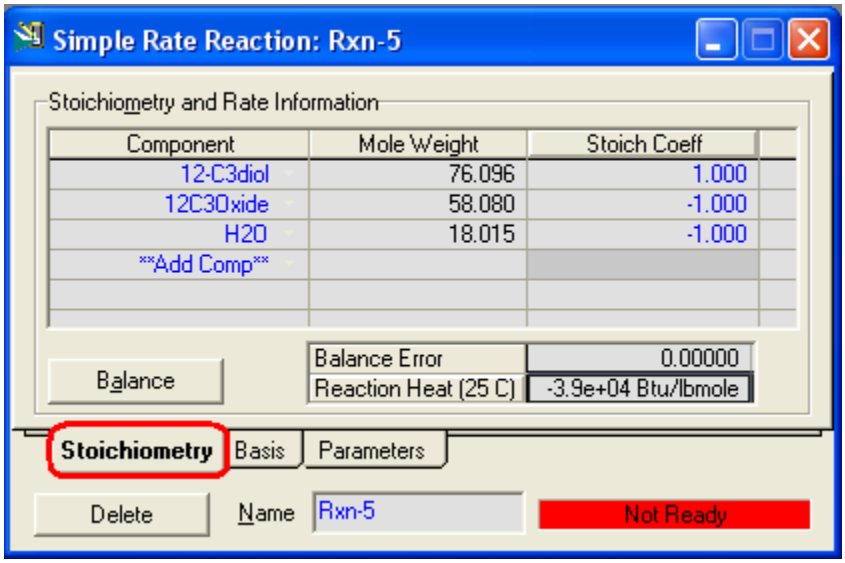
وبالتالي يتم حساب معدل التفاعل من العلاقة :

r = Numerator / denominator

5. Simple Rate Reaction:

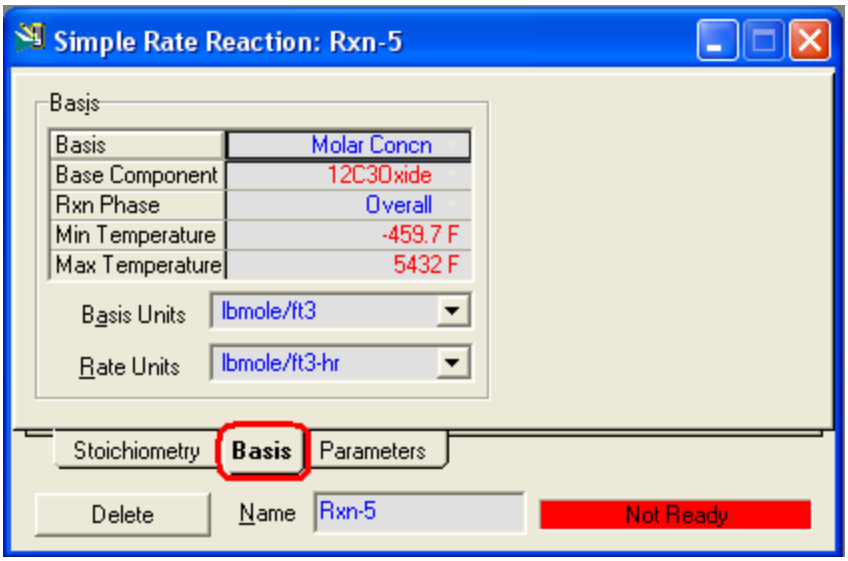
هذا التفاعل يشبه تماماً تفاعل ال Kinetic، وإنما الاختلاف هنا أنك لا تحتاج لتحديد رتبة التفاعل Order، وإنما يجب عليك تحديد قيمة واحدة على الأقل من ثوابت ال Arrhenius parameter للتفاعل العكسي.

- صفحة Stoichiometry:



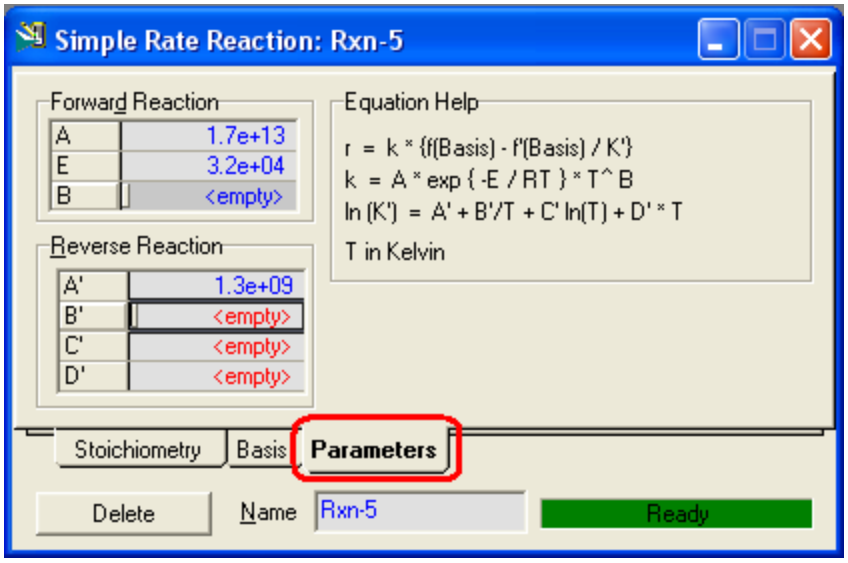
يتم التعامل معها كما يتم في أي تفاعل سبق، حيث نحدد المركبات ونحدد ال Stoich Coeff الخاص بهم.

- صفحة Basis:



يتم التعامل معها كما يتم في أي تفاعل سبق.

- صفحة Parameters:



يتم من خلال هذه الصفحة تحديد قيم ثوابت ال Arrhenius parameter الخاصة بالتفاعل وهي A و E و B للتفاعل الطردي، و A' و C' و B' و D' للتفاعل العكسي، كما هو الحال في تفاعل ال Kinetic، ولكن كما ذكرت فإنك هنا ملزم بتحديد قيمة ثابت واحد على الأقل للتفاعل العكسي على غير ما كان في التفاعل ال Kinetic الذي لا يلزم هذا فيه، وهذا يعتبر بديلاً عن تحديد رتبة التفاعل.

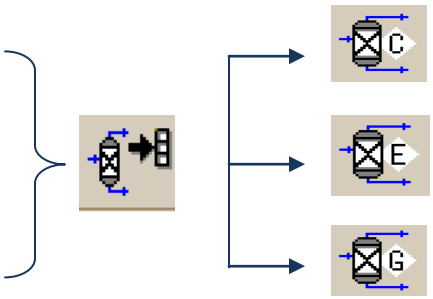
إلى هنا نكون قد انتهينا من القسم الأول في التعامل مع التفاعلات الكيميائية وهو كيفية تكوين التفاعل وإضافة بياناته في البرنامج وإلحاقه بال Fluid Pkg.

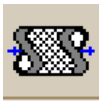
يأتي بعد ذلك الدور على القسم الآخر وهو كيفية إضافة هذا التفاعل وتطبيقه من خلال الأدوات المختلفة (مفاعلات وأبراج)، وسنقوم باستعراض المفاعلات المتاحة أثناء شرح كيفية إضافة التفاعل لها.

أنواع المفاعلات

في البداية لدينا 5 أنواع من المفاعلات وهي:

1. CSTR (Continues-Stirred Tank Reactor).
2. Conversion Reactor.
3. Equilibrium Reactor.
4. GIBBS Reactor.



5. Plug Flow Reactor. 

وستجد أن كل هذه المفاعلات ماعدا ال Plug Flow Reactor تتشابه جداً في نافذة الخصائص الخاصة بهم، ويشتركون في أنهم يحتاجون إلى منتج بخاري وآخر سائل، على عكس ال PFR الذي يكون له منتج واحد فقط.

والفارق الأساسي في هذه المفاعلات جميعاً هو نوعية التفاعلات التي يمكن استخدامها من خلال كل مفاعل فيهم.

1. CSTR:

تحتاج في هذا النوع من المفاعلات إلى تحديد كلاً من

- التغذية للمفاعل.
- منتج بخاري.
- منتج سائل.
- حجم المفاعل (لأنه في الأساس خزان Tank).
- التفاعل المستخدم.

وأنواع التفاعلات التي يمكن استخدامها في هذا المفاعل هي :

- Kinetic Reaction
- Simple Rate Reaction
- Heterogeneous Catalytic Reaction

2. Conversion Reactor:

تحتاج في هذا النوع من المفاعلات إلى تحديد كلاً من

- التغذية للمفاعل.
- منتج بخاري.
- منتج سائل.
- التفاعل المستخدم.

وأنواع التفاعلات التي يمكن استخدامها في هذا المفاعل هي :

- Conversion Reaction.

3. Equilibrium Reactor:

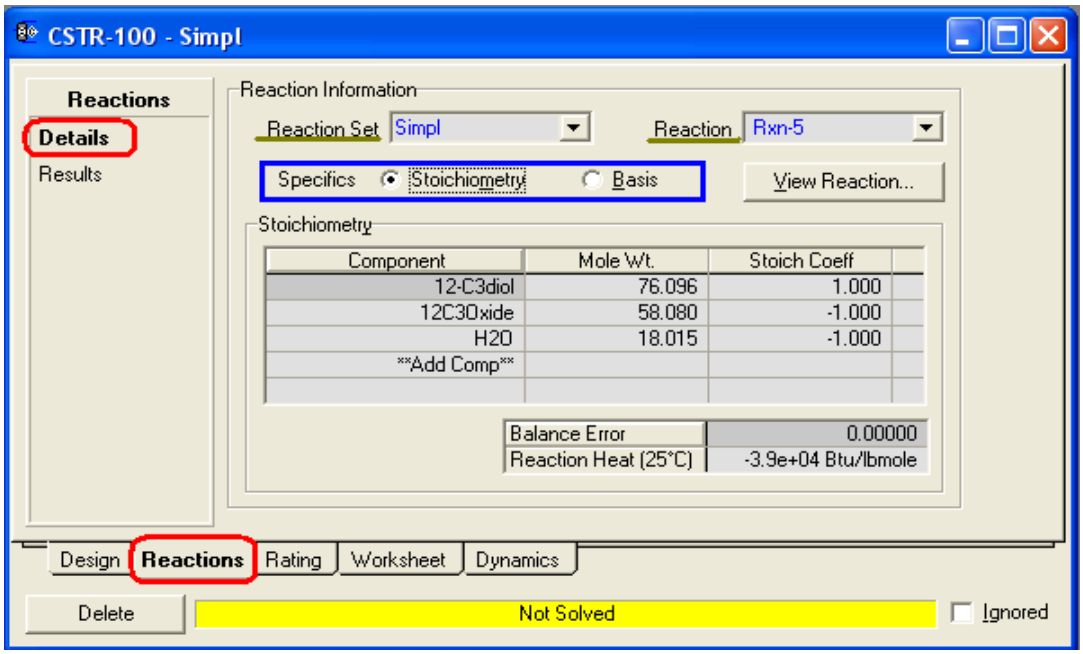
تحتاج في هذا النوع من المفاعلات إلى تحديد كلاً من

- التغذية للمفاعل.
- منتج بخاري.
- منتج سائل.
- التفاعل المستخدم.

وأنواع التفاعلات التي يمكن استخدامها في هذا المفاعل هي :

- Equilibrium Reaction.

حتى الآن كل البيانات السابقة المطلوب تحديدها سبق التعامل مع مثيلاتها في الأدوات الأخرى، وهي تكون في الغالب من صفحة Design ← Connection أو Parameter، ولكن الصفحة الجديدة التي سنستخدمها هي صفحة Reaction لتحديد التفاعل المستخدم، ولتشابه هذه الصفحة الثلاث مفاعلات السابقة أجلتها ليتم شرحهم معاً وهي تكون بالشكل التالي:

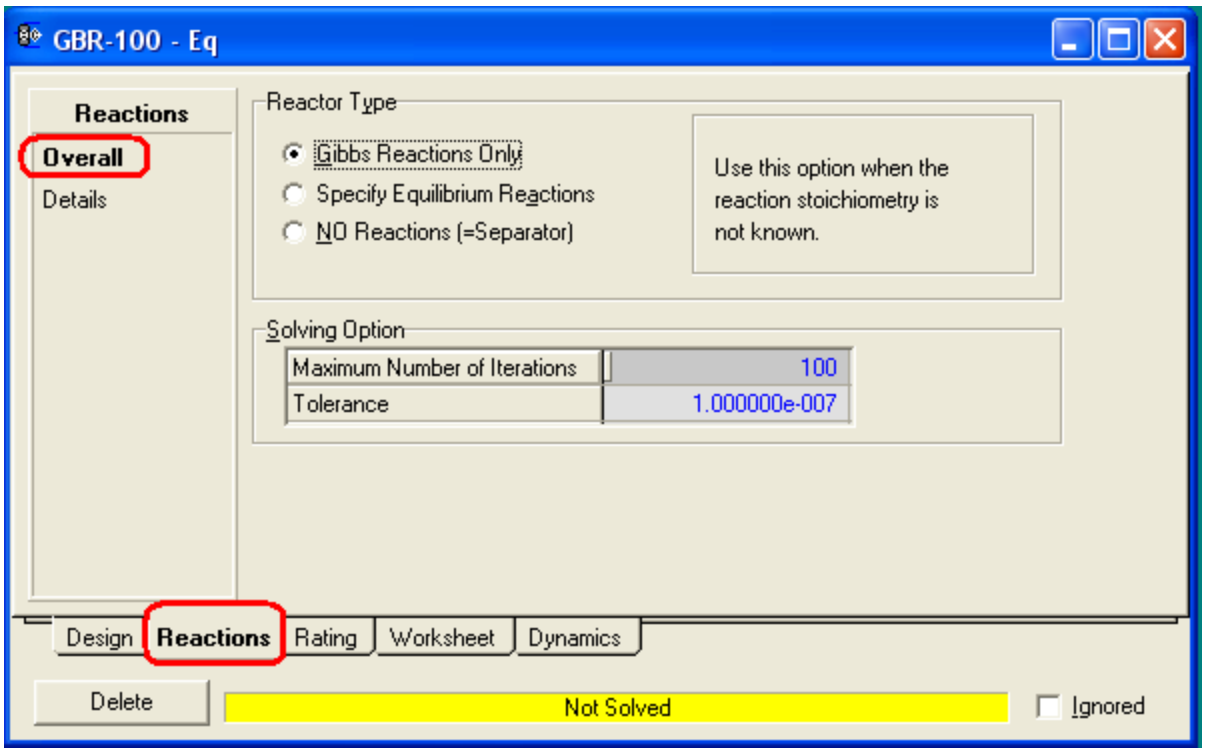


وواضح أن الصفحة شارحة نفسها، فلإضافة التفاعل للمفاعل نقوم أولاً باختيار ال Reaction Set المحتوية على التفاعل من قائمة Reaction Set، ثم إذا كانت تحتوي على أكثر من تفاعل نفتح قائمة Reaction ونختار التفاعل المحدد، ون كانت لا تحتوي إلا على تفاعل واحد فسيتم اختياره تلقائياً.

وكما ذكرت فهذه الصفحة تظهر بنفس الشكل السابق مع الثلاث تفاعلات التي ذكرناها ويكون الاختلاف الوحيد في الاختيارات الموجودة بجانب Specifics والمحددة بالإطار الأزرق، وهذا شيء طبيعي حيث أنها تستخدم لتظهر بيانات التفاعل، فهي تعتمد على البيانات المتاحة لكل تفاعل تم إضافته، فمثلاً إذا كان التفاعل Conversion سيكون هناك اختيار ثالث وهو Conversion % لتشاهد نسبة التحول التي تم إدخالها في تعريف التفاعل، وإذا كان تفاعل إتزان Equilibrium سيكون هناك اختيار لل Keq ولل Approach، وهكذا.

4. Gibbs Reactor:

يعتبر هذا النوع من المفاعلات مفاعل مميز، حيث أنه ليس من الضروري أن تضيف له Reaction Set، حيث يمكنك من خلال المفاعل مباشرة أن تضيف المتفاعلات والنواتج وتجعل المفاعل يحل ذلك من خلال الوصول للإتزان عن طريق ال Gibbs Free Energy.



كما هو واضح في الصورة هناك ثلاث اختيارات لنوع المفاعل:

1. Gibbs Reactions Only: للوصول بالتفاعل للإتزان دون الحاجة لتفاعل مسبق، وكما يوضح فإن هذه الطريقة تستخدم عند عدم معرفة ال Stoich للتفاعل حيث أنك لن تستطيع إضافة تفاعل بدون معرفة ال Stoich.

2. Specify Equilibrium Reactions: وتستخدم عند وجود تفاعل معرف، وعند إختيارها سيظهر لك قائمة لتختار منها ال Reaction Set التي تحتوي على تفاعل الإتزان المطلوب.

3. No Reaction: وفي هذه الحالة سيكون المفاعل كبرج فصل عادي دون حدوث أي تفاعل.

5. Plug Flow Reactor:

هذا المفاعل يتعامل كأنبوب تسير فيه المتفاعلات، وعلى طول المفاعل من البداية حتى النهاية تتفاعل المركبات وتبدأ المنتجات في التكون حتى تخرج من نهاية المفاعل، مع ملاحظة الناتج واحد فقط One Stream.

يتم تقسيم المفاعل إلى عدة مقاطع يتم التعامل مع كل مقطع على أن معدل التفاعل يكون موحد فيه.

هذا المفاعل يحتاج للبيانات التالية:

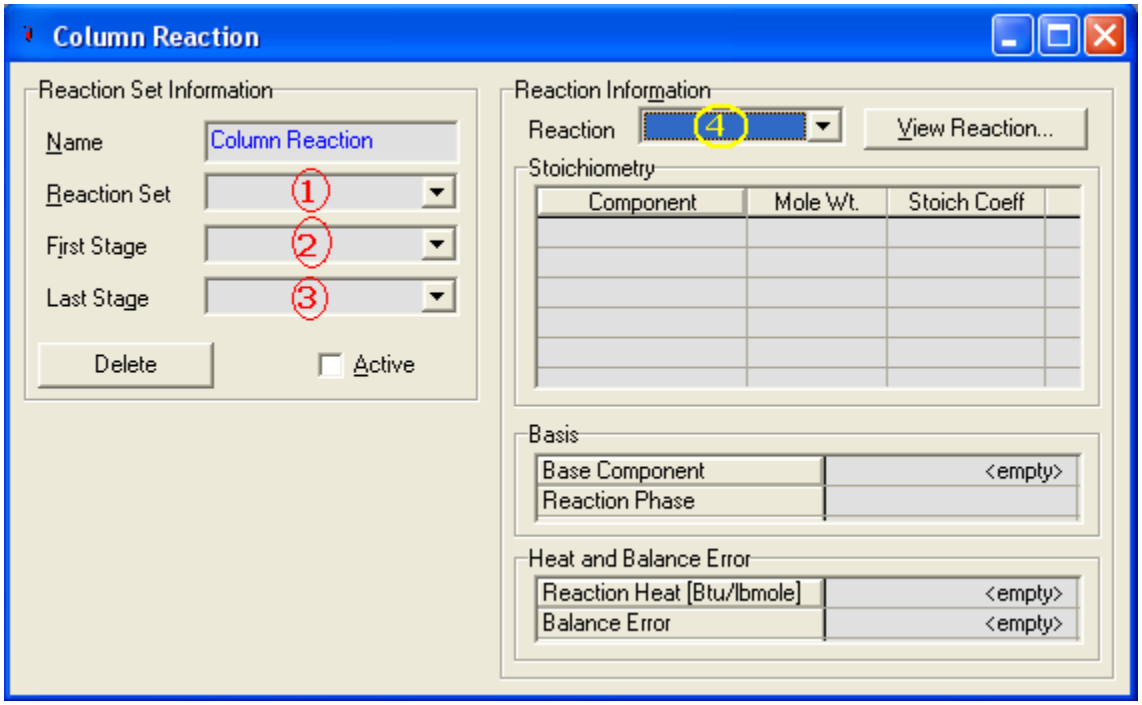
- التغذية.
- المنتج.
- فرق الضغط Delta P من خلال نافذة Design ← Parameters.
- أبعاد المفاعل من خلال نافذة Rating.
- التفاعل المستخدم

وأنواع التفاعلات التي يمكن استخدامها في هذا المفاعل هي :

- Kinetic Reaction
- Simple Rate Reaction
- Heterogeneous Catalytic Reaction

ملاحظات:

- جميع المفاعلات يتم معاملتها على أنها Adiabatic إلا إذا قمت بإضافة Energy Stream للمفاعل.
- يتم إضافة تفاعل لأبراج الفصل من خلال صفحة Reaction ويكون التعامل مثل الثلاث تفاعلات الأولى.
- لإضافة تفاعل في برج تقطير قم بالدخول لصفحة Reaction ثم اختار New فتظهر لك النافذة الخاصة بإضافة تفاعل للبرج كما بالشكل التالي:



ويتم التعامل معه كما تشير الأرقام وبترتيبها:

1. قم باختيار ال Reaction Set التي تحتوي على التفاعل.
2. حدد المرحلة Stage التي سيبدأ التفاعل عندها.
3. حدد المرحلة Stage التي سينتهي التفاعل عندها.
4. قم باختيار التفاعل المحدد.

مربع الإختيار Active ليتم استخدام التفاعل في حل البرج.

الفصل التاسع

Data Book

سنتناول في هذا الفصل أداة مهمة من أدوات البرنامج والتي تساعدنا في العمل مع أي مثال، بغض النظر عن تكوين هذا المثال.

هذه الأداة هي ال DataBook والتي توفر لنا أداتين أو خاصتين مهمتين وهما:

- Data Tables
- Data Record

يتم استخدام هذه الأدوات في تسجيل قيم أي مجموعة من المتغيرات في العملية، حيث يمكنني عمل ما يشبه مراقبة للعملية خصوصاً إذا كنت سأقوم بتغير قيم في أحد المتغيرات وأريد أن أرى مدى تأثير هذا التغيير على باقي المتغيرات في الوحدة.

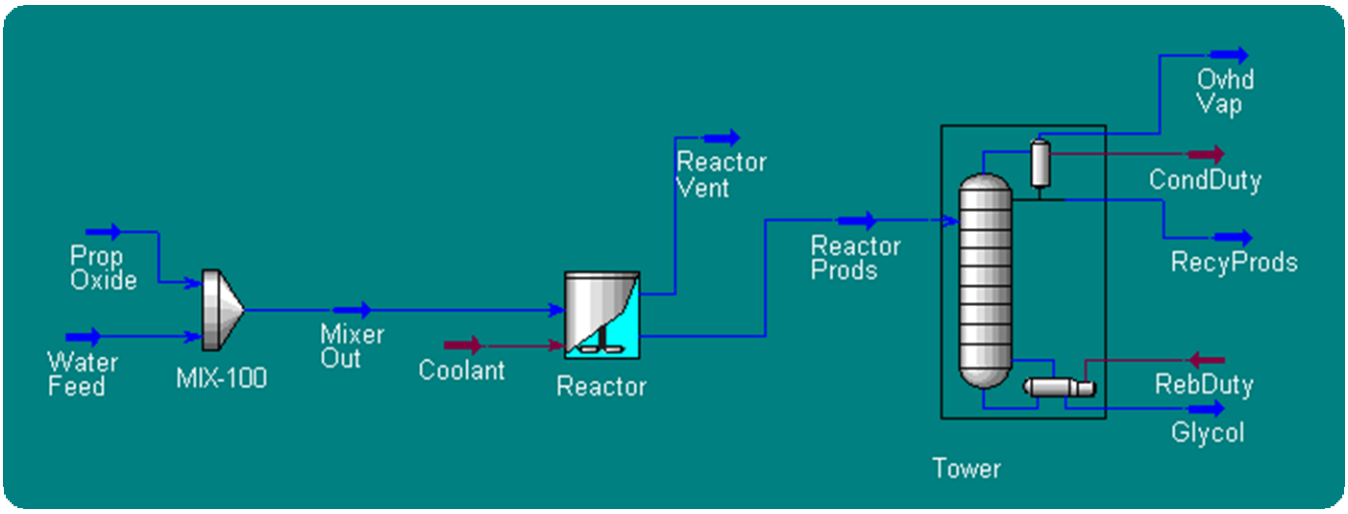
وقد يستهين أحد بهذه الخاصية وهي مراقبة مدى التغير في قيم المتغيرات المختلفة للعملية ويظن أنه يمكنه الإستغناء عنها بأن يقوم برؤية قيمة كل متغير على حدة من نافذة الخصائص الخاصة به، وقد يكون هذا مناسباً في الوحدات الصغيرة ومحدودة المتغيرات ولكن عند التعامل مع تصميم لوحدات ضخمة ستدرك مدى أهمية ذلك.

كما أن هناك خاصية مهمة جدا وهي ما توفره أداة مسجل البيانات data record وهي أنك تظل محتفظ بتسجيل للقيمة الابتدائية للمتغيرات وقيمة كل مرة قمت بتغيير فيمكنك أن تجري مقارنة لتستنتج علاقة المتغيرات ببعضهم.

إذن من هنا يمكننا توضيح الفرق الأساسي بين جدول البيانات Data Table ومسجل البيانات Data Record وهو أن الجدول يقوم بعرض القيم الحالية فقط للمتغيرات الموجودة في الجدول، وتتغير تلك القيم في الجدول بمجرد تغيرها في الوحدة، أما مسجل البيانات فيقوم بحفظ قيم مختلفة للمتغيرات بشرط أن تقوم بتسجيلها بعد التغيير.

وسيتضح الفرق بإذن الله مع الشرح، والذي سيكون باستخدام مثال سبق تنفيذه في البرنامج وهو عن عملية لإنتاج البروبيلين جلايكول.

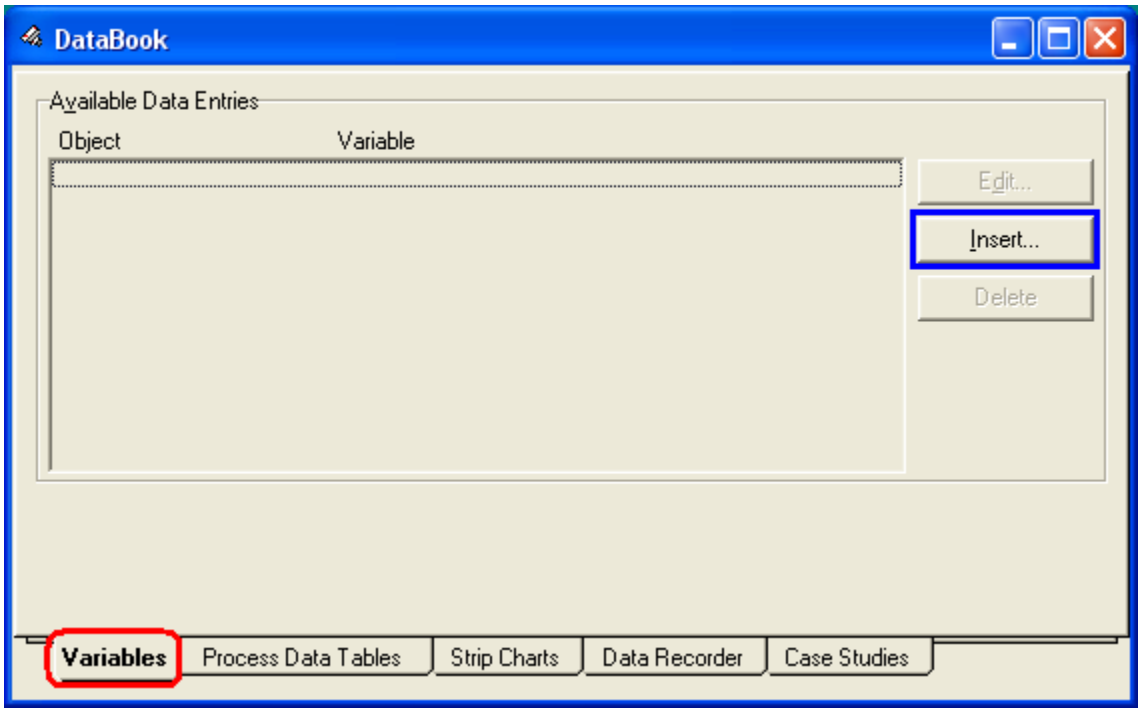
في البداية نستعرض شكل العملية التي لدينا:



وهذه الوحدة لإنتاج البروبلين جلايكول من أكسيد البروبلين، ولا يهمنا هنا خطوات تنفيذ المثال وإنما كيفية استخدام مسجل البيانات من خلاله.

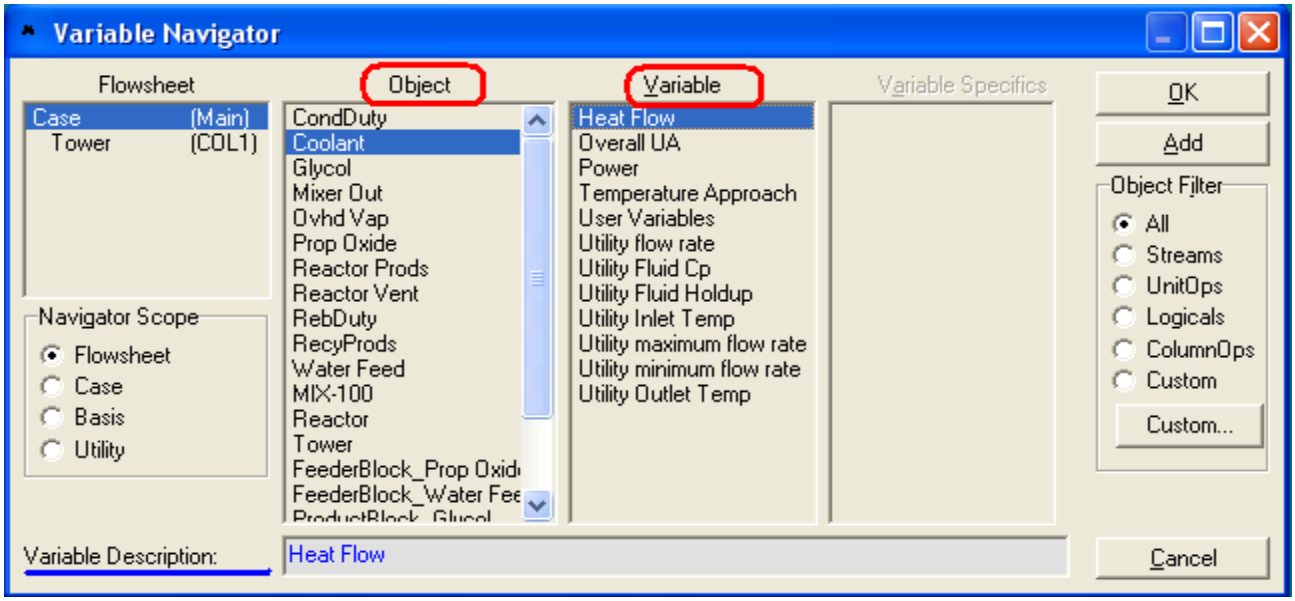
بدراسة المثال سنجد أن أهم المتغيرات التي تهمنا في هذا المثال هي درجة حرارة المفاعل وكمية الجيلايكول المنتج وقيمة الطاقة المستخدمة في التبريد Coolant Stream، فهذه هي أهم المتغيرات التي نحتاج لمراقبة التغيرات التي تحدث لها عند تغيير قيمة أي متغير آخر.

للوصول لل DataBook من قائمة Tools قم باختيارها، فتظهر كما بالشكل التالي:



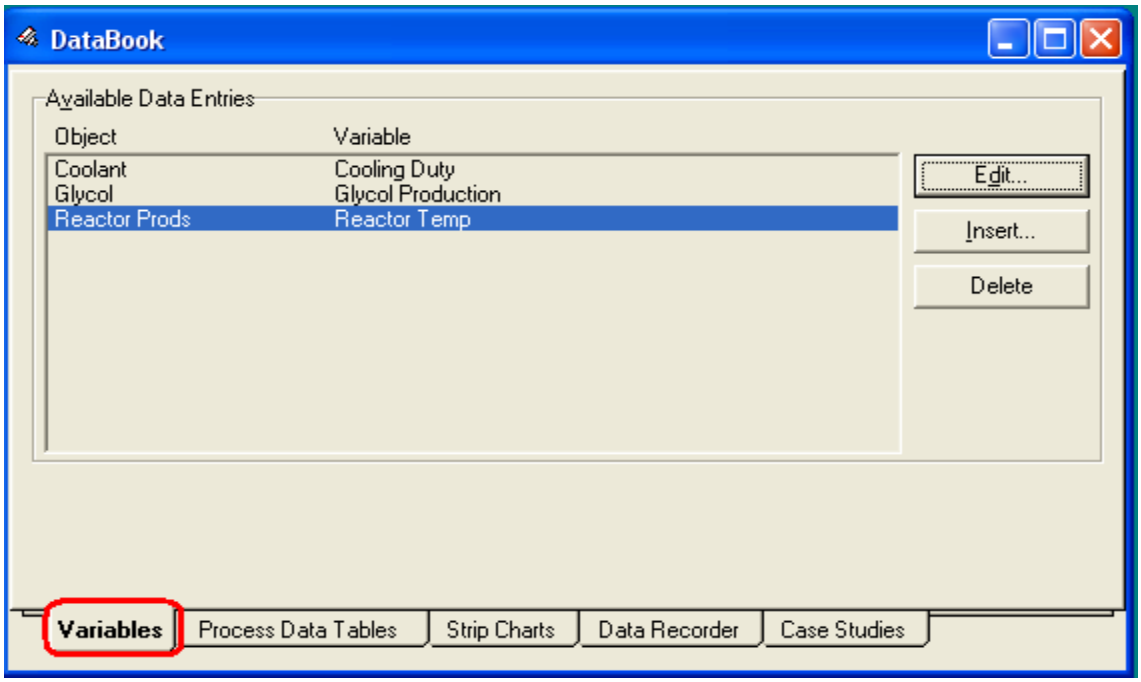
ويظهر لنا من الشكل أول صفحة يتم التعامل معها وهي صفحة Variables ومن خلال هذه الصفحة نقوم بتحديد جميع المتغيرات التي نريد أن نسجل لها قيم.

1. يتم إضافة المتغيرات المختلفة بالضغط على زر Insert فيظهر لنا الشكل التالي:

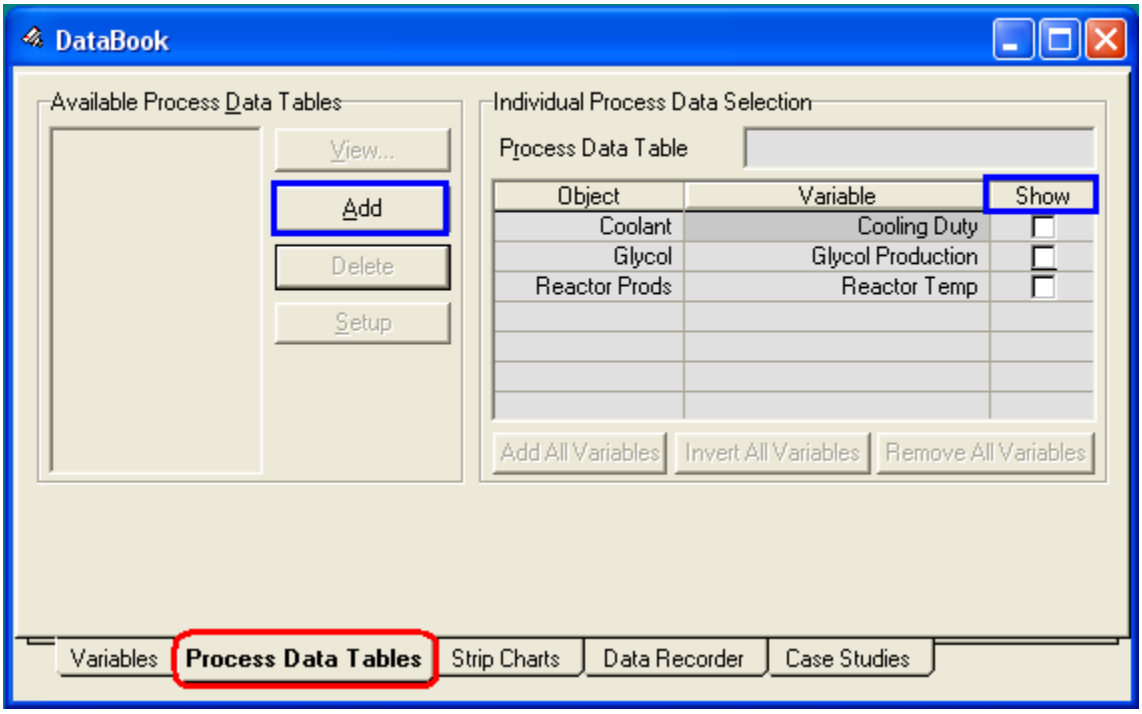


فنقوم باختيار الأداة من Object ثم نحدد المتغير المطلوب من Variable وأحياناً يكون للمتغير تخصيص أكثر فيكون بالاختيار من Variable Specifics، وأخيراً نكتب له اسم أو وصف خاص بنا ليسهل لنا التعرف عما يعبر عنه هذا المتغير، ثم نضغط Ok.

بعد إضافة جميع المتغيرات تكون ظاهرة في صفحة Variables كما بالشكل التالي:

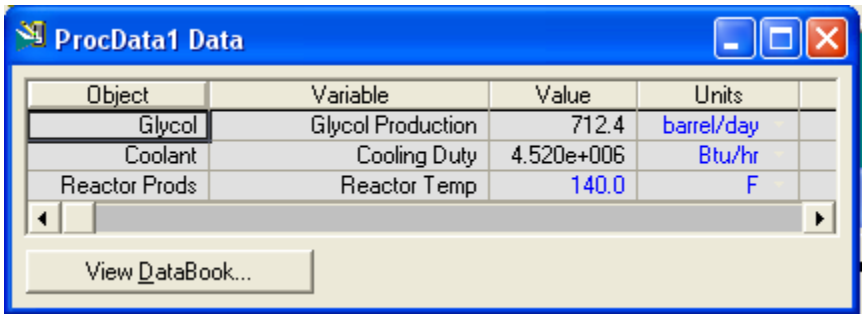


2. نأتي بعد ذلك للخطوة التالية وهي إما تكوين جدول أو تكوين سجل لتسجيل البيانات، وسنبدأ بالجدول وذلك من خلال الصفحة الثانية وهي Process Data Tables وتكون بالشكل التالي:



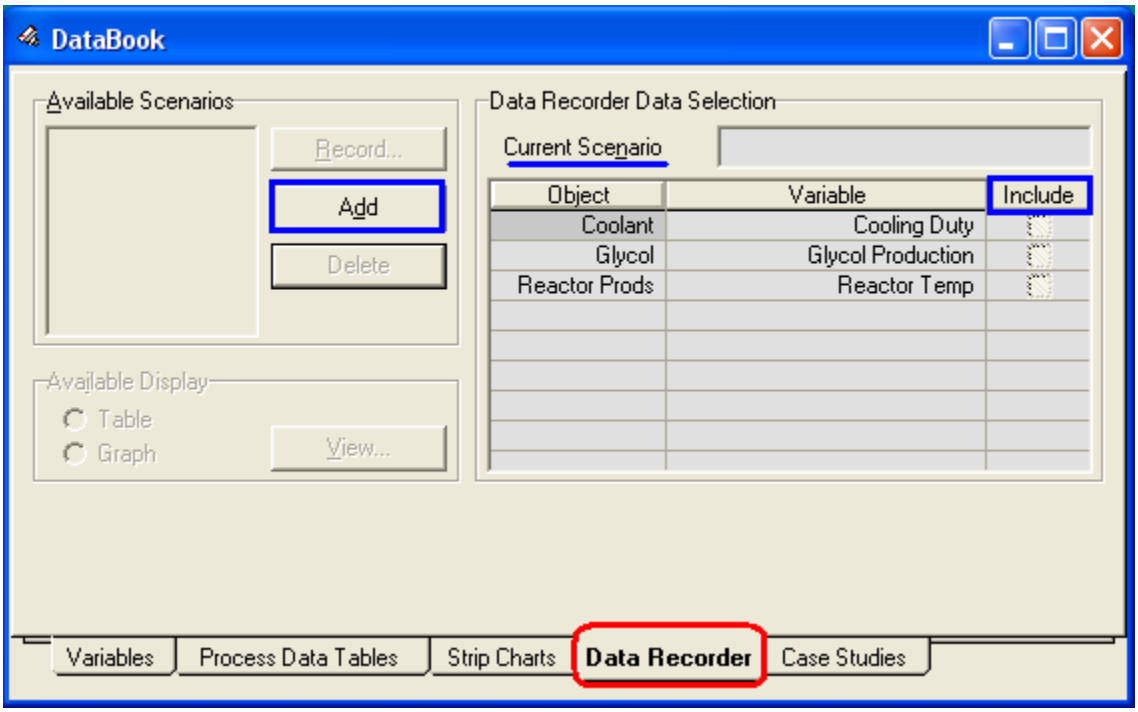
ولعمل جدول جديد نقوم بالضغط على Add فيتم إنشاء جدول جديد ويأخذ الاسم الافتراضي ProcData1 ويمكن تغييره لأي اسم آخر، ثم بعد ذلك نقوم بوضع علامة في صندوق الاختيار الموجود أمام المتغير الذي نريد إضافته للجدول فيتم تضمينه للجدول مباشراً (وهذه الخطوة يمكن أن تتم في أي وقت بعد إنشاء الجدول فنحذف أي متغير ونضيف الآخر دون الحاجة لجدول جديد).

بذلك يكون الجدول قد تم إنشاءه ولرؤية الجدول نقوم بتحديده ثم نختار View فيظهر بالشكل التالي:



حيث يظهر جميع المتغيرات التي تم تحديدها فيه وقيمتها الحالية ووحدة القياس.

الخطوة الأخرى التي يمكننا القيام بها هي إنشاء سجل للبيانات ليكون فيه أكثر من قيمة، وهذا يكون من خلال صفحة Data Recorder.



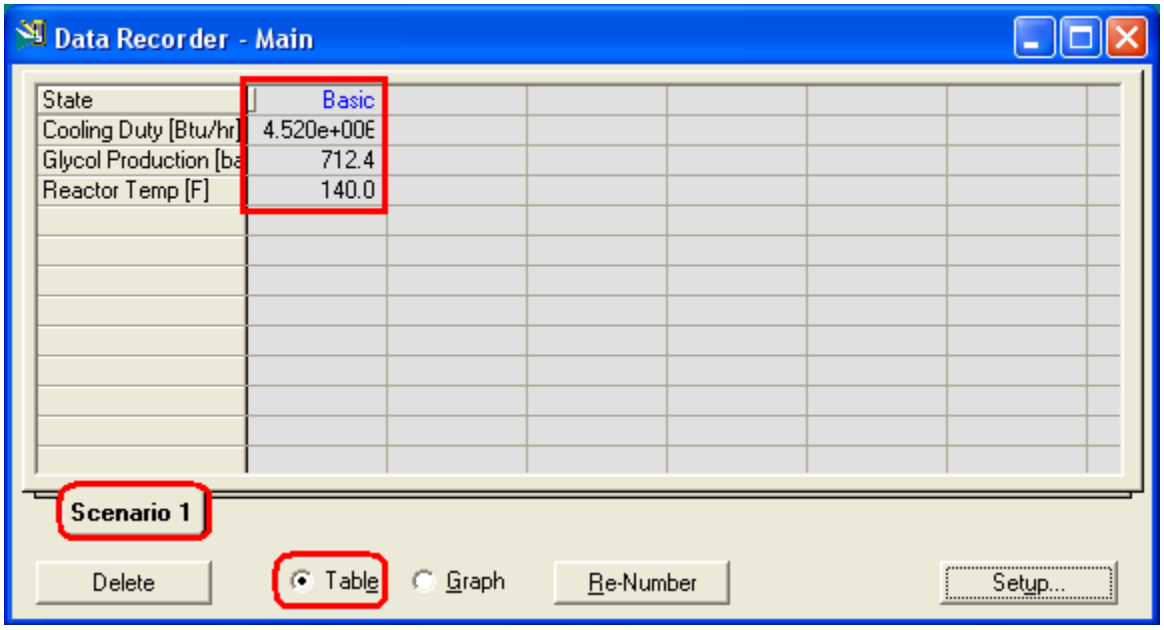
ولكي نقوم بتسجيل قيم للبيانات يجب علينا أن ننشيء سيناريو Scenario جديد، وهو يكون بمثابة السجل أو الدفتر الذي يحتوي على عدة قيم للمتغيرات.

لعمل ذلك نقوم بالضغط على Add فيتم إنشاء سيناريو جديد ويأخذ الاسم الافتراضي Scenario 1، ثم بعد ذلك نقوم بإضافة المتغيرات المطلوب تسجيل قيم لها في هذا السيناريو بأن نضع علامة في صندوق الاختيار المجاور لكل متغير ضمن Include.

إلى هنا فالخطوات تماماً كما كنا نفعل مع الجدول، وكان بمجرد الإنتهاء من الخطوات السابقة مع الجدول يتم تسجيل القيم الحالية للمتغيرات في الجدول فنراها عند عرضه، ولكن هنا يوجد اختلاف بسيط، حيث أن السيناريو حتى الآن ليس به أي قراءات لقيم المتغيرات (لاحظ أن Viewمازال غير نشط) حيث يجب علينا اختيار تسجيل البيانات بأنفسنا.

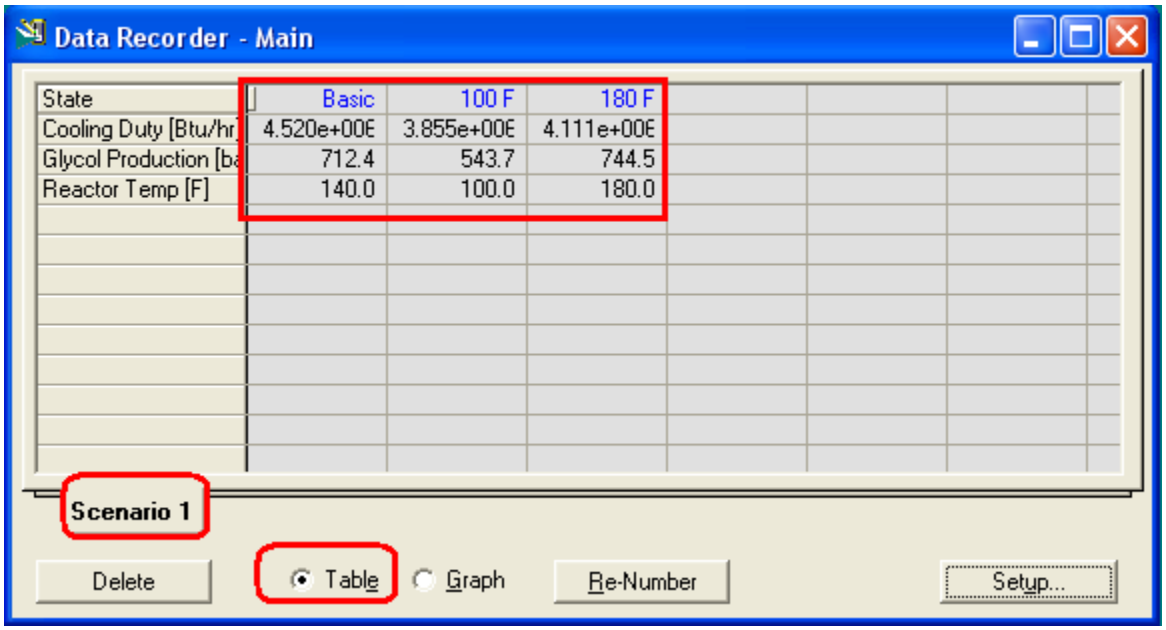
لتسجيل قيم البيانات عند هذه اللحظة قم بالضغط على Record فيظهر لك رسالة تطلب منك تحديد اسم لهذا التسجيل أكتب أي شيء وليكن Basic ليعبر عن أنها القيم الأساسية للمثال ثم اضغط Ok.

قم الآن بالضغط على View واختار العرض في صورة جدول فيكون الشكل كما بالصورة التالية:



يظهر لنا في الشاشة قيم المتغيرات التي تم تضمينها في السجل وقيمها الحالية.

لنقوم الآن ببعض التغيرات في المثال، فنقوم بتغيير درجة حرارة المفاعل بدلاً من 140 إلى 100 في مرة، ومرة أخرى نجعلها 180، وفي كل مرة بعد التغيير ندخل إلى مسجل البيانات ونقوم بتسجيل القيم، وبعد هذا سيكون شكل السيناريو كما يلي:



فنجد أنه تم تسجيل قيم المتغيرات في كل مرة مع الاحتفاظ بالقيم السابقة مما يساعدنا في دراسة تأثير هذا التغيير على المتغيرات الموجودة معنا، أما الجدول فسنجد به القيم الحالة ففي كل مرة نقوم بالتغيير يتم مسح القيم السابقة وإضافة القيم الحالية تلقائياً.

الفصل العاشر

Optimization in HYSYS

تنبيه هام

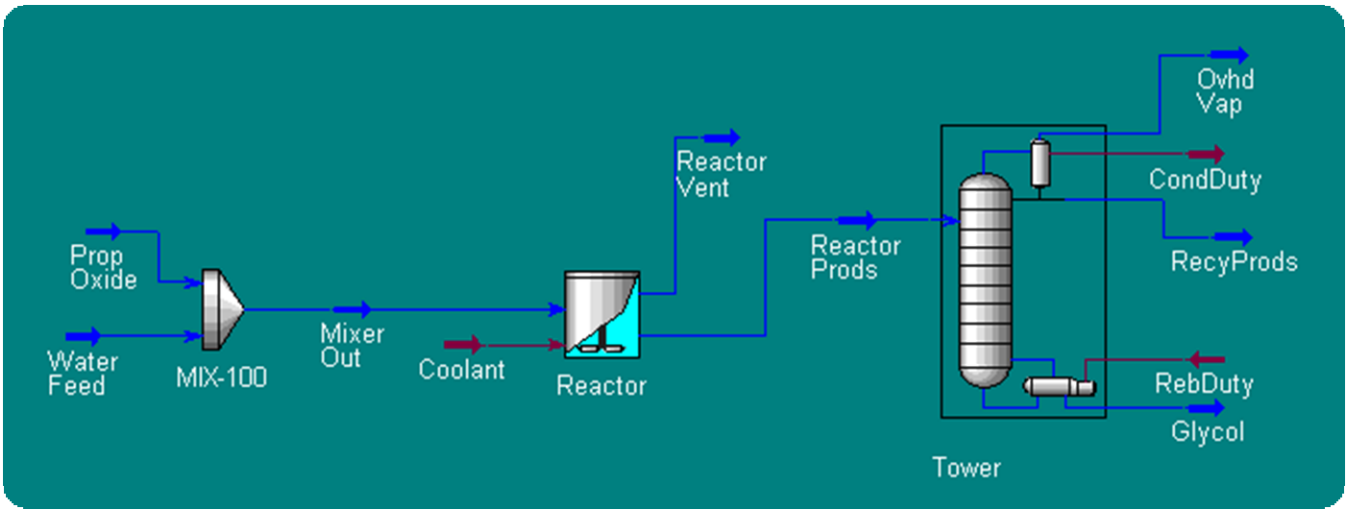
في البداية، وقبل أن ندخل في الموضوع، أود التنويه على أن هذا الفصل من الكتاب ليس لشرح عملية ال Optimization بصفة عامة، وإنما هو لتوضيح بعض النقاط والتذكير بها ليسهل فهم كيفية التعامل مع ال Optimizer من خلال برنامج ال HYSYS، وإلا فإن موضوع ال Optimization يحتاج لدراسة منفصلة ليس هذا مكان الحصول عليها.

يقصد عموماً بعملية ال Optimization الوصول لظروف التشغيل المثالية للوحدة، ودائماً ما يكون وراء ذلك الرغبة في زيادة الربح أو تقليل التكاليف (كلاهما يترتب على الآخر).

يجب عند الرغبة في عمل Optimization لوحدة ما تحديد ما يسمى بال Objective Function وهي تعبر عن الهدف المقصود من وراء عملية ال Optimization، بمعنى لو كنا نريد أن نحقق أعلى ربح فهذا يعني أننا نريد الوصول للقيمة المثالية للتشغيل والتي تحقق أعلى ربح دون خفض الجودة مثلاً عن حد معين وبالتالي فإن ال Objective function هنا هي المعادلة التي تعبر عن الربح وهذا الحد المعين للجودة يعتبر قيد Constrain على مدى التغير المسموح به في قيم المتغيرات.

إذن ال Objective function هي معادلة يتم تحديدها بدراسة الوحدة ومتغيراتها ومدى ارتباط قيمهم ببعضهم، ومدى علاقتهم بالهدف المطلوب، كما يجب تحديد أي المتغيرات التي سنحاول الوصول للقيمة المثالية لها لتحقيق الهدف المطلوب Objective function.

سنتناول شرح أداة ال Optimizer من خلال مثال موجود مسبقاً وهو وحدة إنتاج البروبيلين جيلايكول (نفس المثال المستخدم في شرح أداة ال Data Record)، وكان الشكل النهائي للوحدة كالتالي:



وكان الهدف هو الوصول لأعلى ربح، وكان هذا من خلال الوصول للقيمة المثالية لدرجة حرارة المفاعل وبالتالي تم اختياره ليكون هو ال Primary Variable.

وبالنظر للوحدة يمكننا تكوين ال Objective function كما يلي:

Objective function f(x) = Products Price – Operating Cost.

= Glycol cost– [Oxide+Coolant+CondDuty+RebDuty] cost.

= [Flow rate$_{Glycol}$ x Price$_{Glycol}$] – [Flow rate$_{Oxide}$ x Price$_{Oxide}$ + Heat Flow$_{Coolant}$ x Price$_{heat}$ + Heat Flow$_{CondDuty}$ x Price$_{heat}$ + Heat Flow$_{RebDuty}$ x Price$_{heat}$]

*وهذه المعادلة باعتبار أن قيمة كلاً من المياه والمنتجات البخارية مهملة، كما تم إهمال قيمة ال Fixed Cost.

ومن بيانات المثال كانت البيانات كالتالي:

Glycol Flow rate = 715 bbl/day

Oxide Flow rate = 713.4 bbl/day

Coolant Heat Flow = 4.52 x 10^6 BTU/hr

CondDuty Heat Flow = 1.744 x 10^7 BTU/hr

RebDuty Heat Flow = 1.955 x 10^7 BTU/hr

وكانت لدينا الأسعار التالية:

Glycol Price: 20 $/bbl.

Oxide Price: 7 $/bbl.

Energy Costs: 2 $/MM BTU.

وبالتالي تصبح المعادلة لدينا بالشكل التالي:

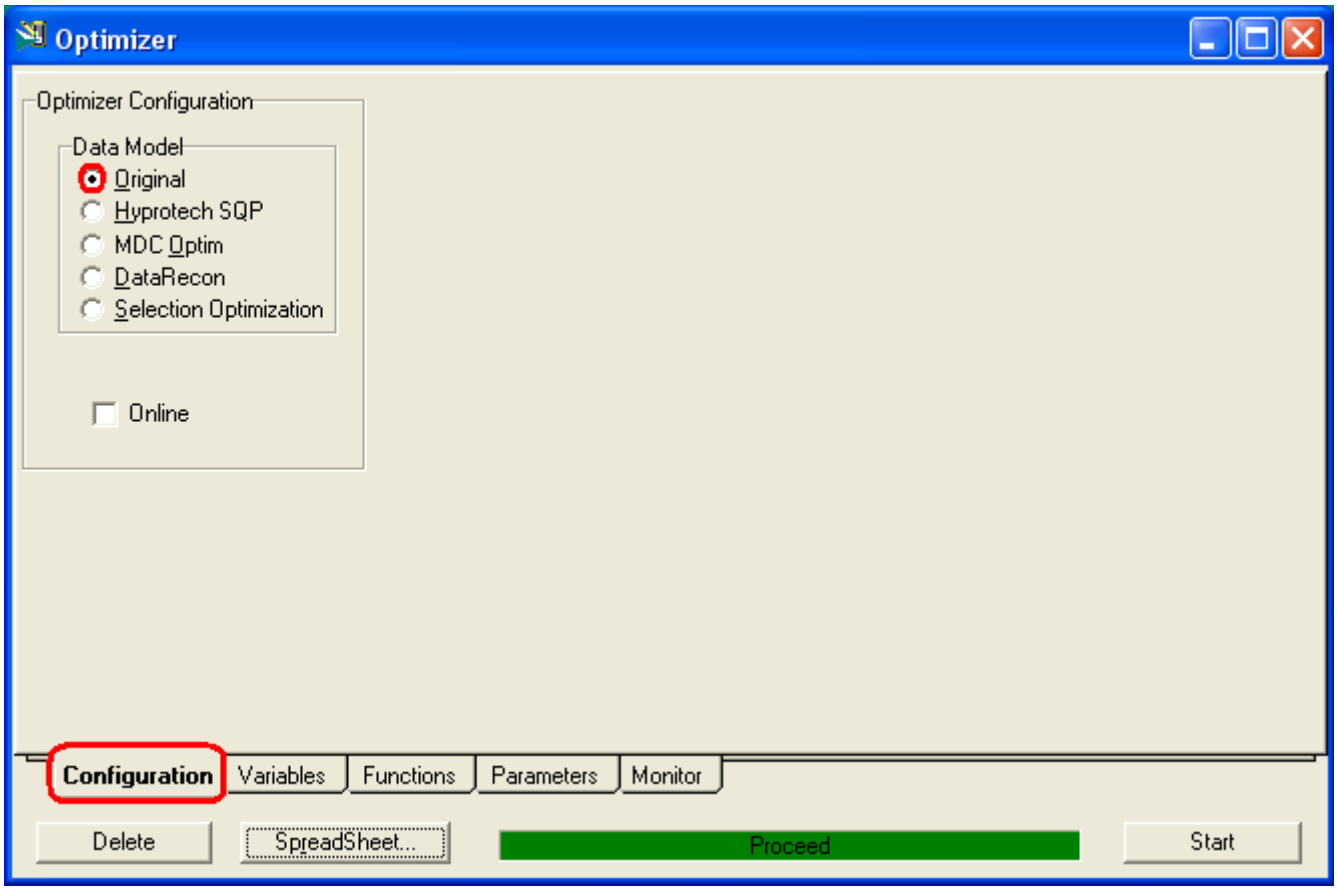
$f(x)$

$$\therefore f(x) = 7270.665 \ \frac{\$}{day}$$

الوصول إلى ال Optimizer:

للوصول لل Optimizer، من قائمة simulation نختار Optimizer، أو إختصاراً أضغط على F5 ونلاحظ أنه بمجرد إضافة ال Optimizer يتم إضافة Spread sheet للوحدة، وهذا الشيت هو الخاص بال Optimizer والذي يكون به جميع العلاقات الرياضية لل Optimizer.

وعند فتح ال Optimizer تكون أول صفحة هي Configuration كما بالشكل التالي:

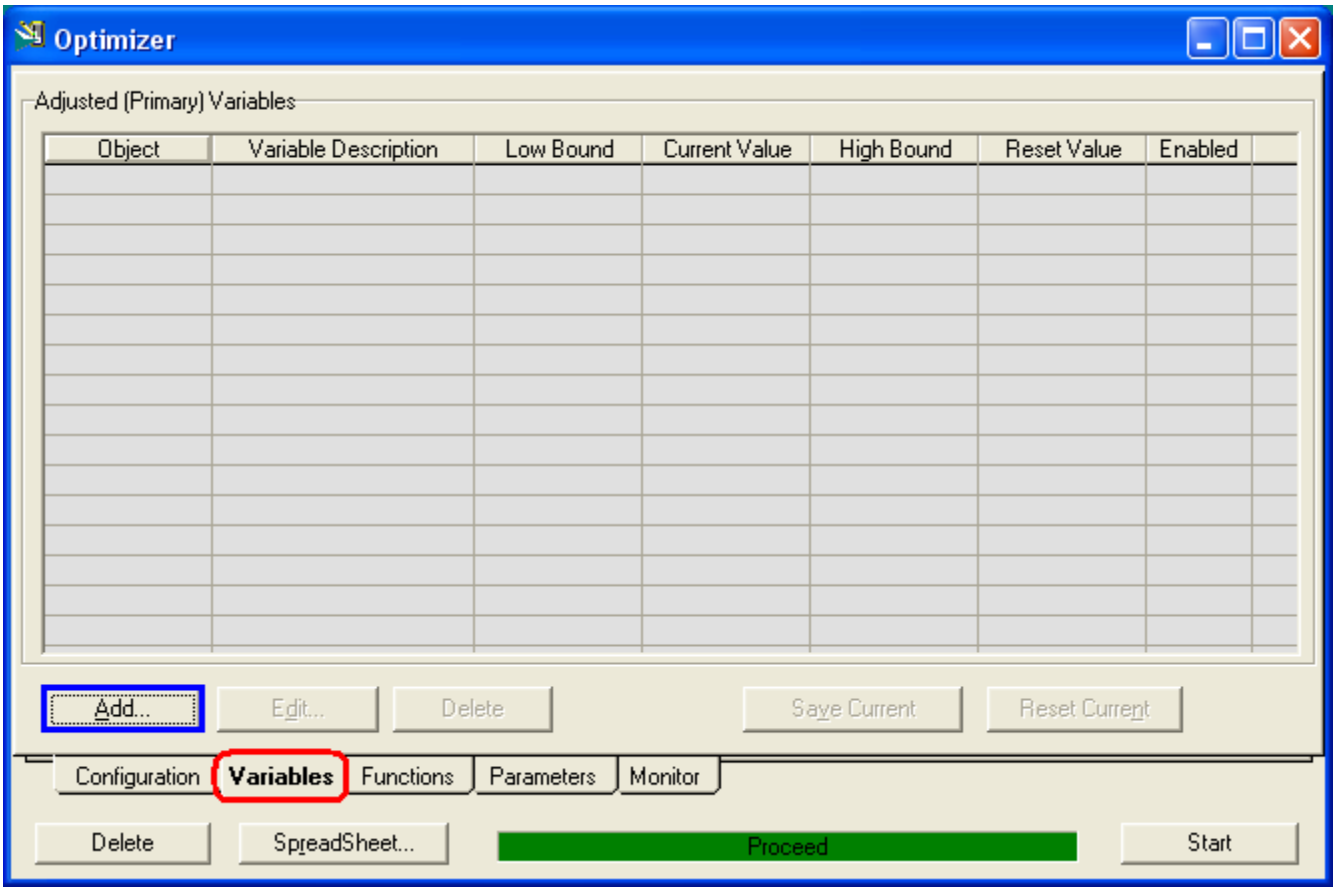


ومن هذه الصفحة يتم إختيار نوع ال Optimizer، وهو يختلف من حيث طرق حسابه وبعض الخواص، ولكن غالباً ما نستخدم النوع الإفتراضي وهو Original، لأن معظم الأنواع الأخرى تكون متقدماً نوعاً ما وغالباً تحتاج لرخصة خاصة.

بعد ذلك نقوم بالدخول للصفحة التالية وهي صفحة المتغيرات Variables.

صفحة Variables:

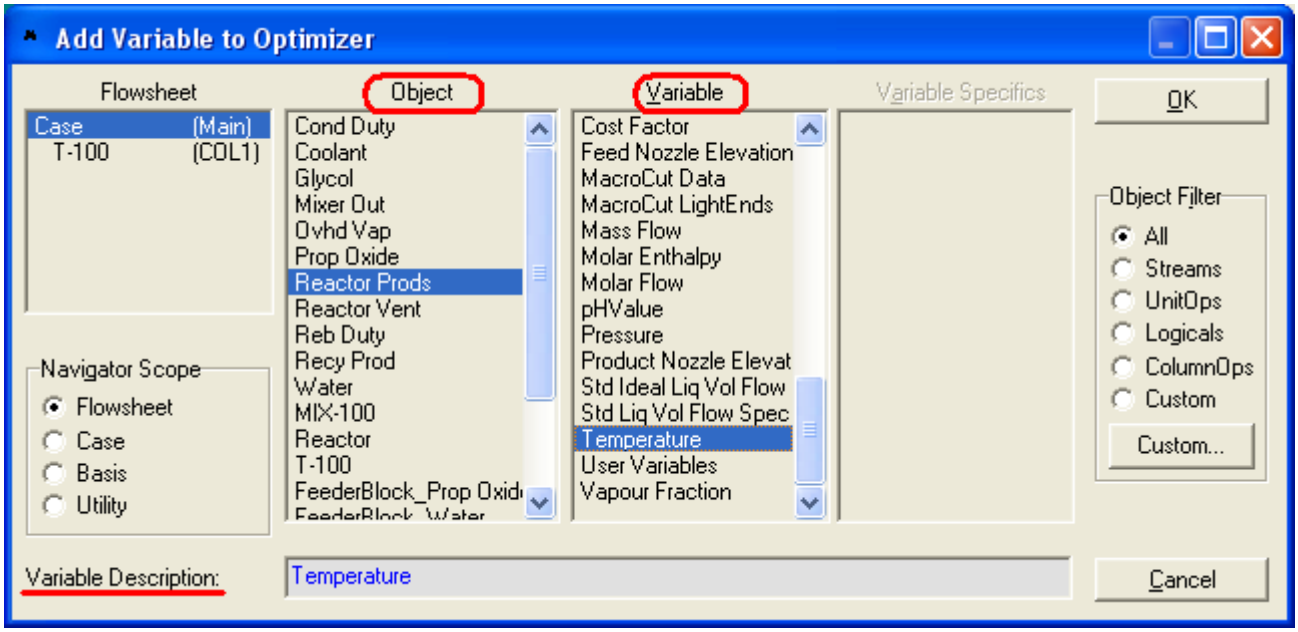
وفي هذه الصفحة لا يتم تعيين المتغيرات المستخدمة في دالة الهدف Objective Function ولا القيود Constrains، وإنما تستخدم لتحديد ال Primary (Adjusted) Variables، والذي كما ذكرنا يتم تغيير قيمته للوصول للقيمة المثالية له لتحقيق دالة الهدف Objective function.



ويجب ملاحظة الآتي في هذا المتغير:

1. يتم تحديده بناءاً على دراسة للوحدة وللObjective function.
2. يجب أن يكون هذا المتغير قابل للتعديل في قيمته من قبل المستخدمAdjusted، ويعرف ذلك من خلال اللون المكتوب به قيمة المتغير (المتغير الadjusted تكتب قيمته باللون الأزرق أو الأحمر).
3. قد يكون لدينا أكثر من متغير وليس متغير واحد فقط.

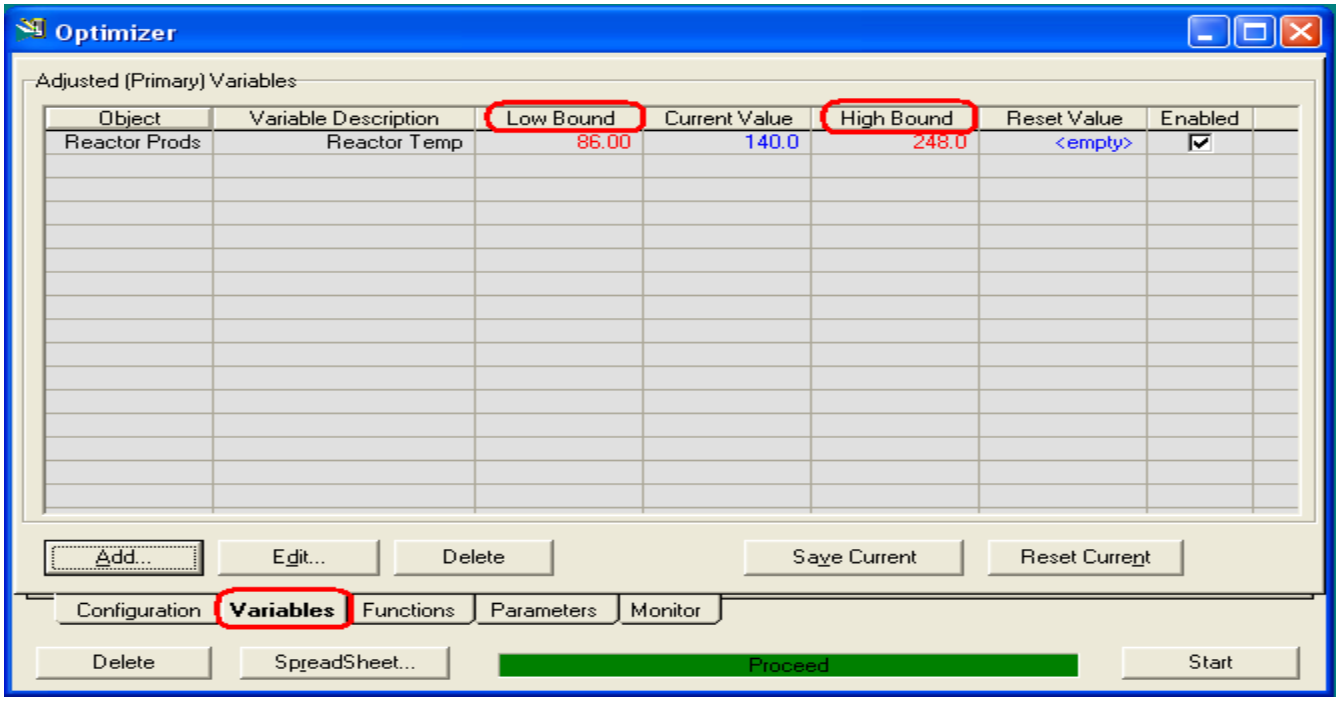
ولإضافة متغير نقوم بالضغط على Add فتظهر لنا النافذة التي في الشكل التالي:



ويتم إختيار ال Object الخاص بالمتغير أولاً ثم نختار هذا المتغير من Variables، وفي خانة Variable Description يمكن كتابة أي اسم للمتغير غير المعروض له، ثم نضغط OK.

* في مثالنا الذي نعمل عليه اخترنا درجة حرارة المفاعل لتكون هي ال Primary variable كما ذكرنا في أول الفصل، والتي عبرنا عنها هنا بدرجة حرارة المنتج.

بعد الضغط على OK والعودة لصفحة Variables نجد المتغير تم إضافته ويظهر بالشكل التالي:

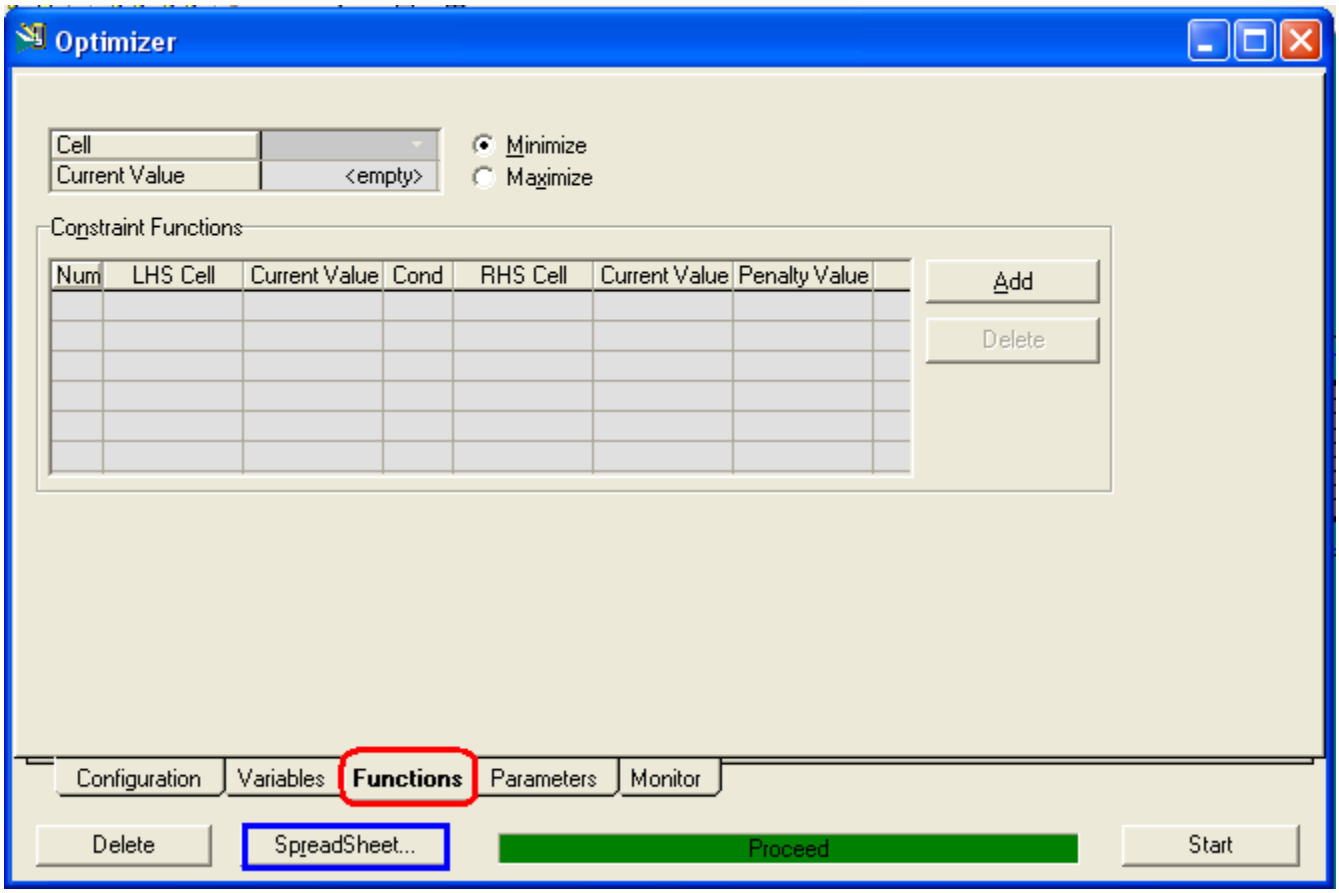


ونلاحظ أنه قام بإظهار القيمة الحالية للمتغير، وأيضاً هناك ما يسمى بال Low Bound و High Bound، وقد وضع لهم قيمة إفتراضية من عنده، ومعنى هذه الحدود هي أقل قيمة و أكبر قيمة يمكن للبرنامج فرضهم لقيمة المتغير أثناء الحل، ويتم تعديلهم حسب الوحدة أو نترك القيمة الإفتراضية.

بعد ذلك ننتقل للصفحة التالية وهي Functions.

صفحة Functions:

وفي هذه الصفحة يتم تعيين دالة الهدف Objective functions ودوال القيود Constrains، وعندما قلت أنه يتم تعيين دالة الهدف كنت أقصد فعلاً تعيين بما تعنيه من أن الدالة مكتوبة بالفعل ونحن هنا نقوم بتعينها وتحديد أن هذه الدالة هي دالة الهدف، ولكن كتابة المعادلات جميعها يتم من خلال الشيت SpreadSheet الخاص بال Optimizer والذي ذكرنا أنه يتم إضافته إلى المثال بمجرد إضافة ال Optimizer.

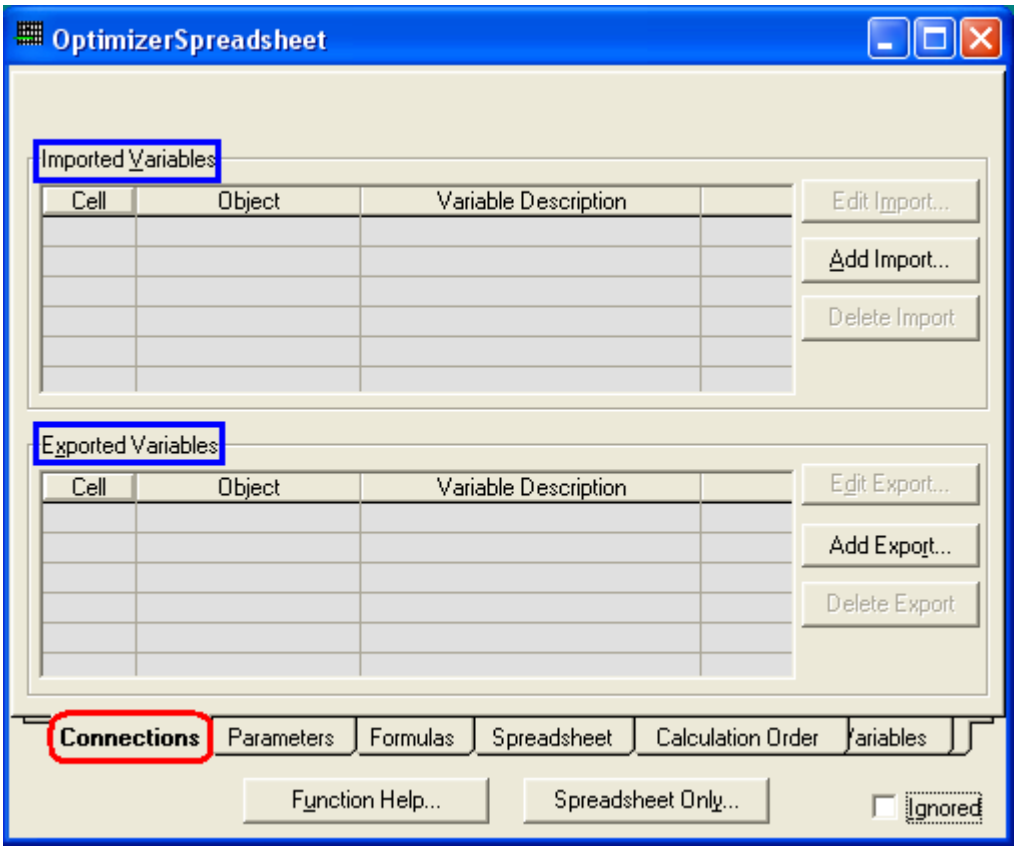


لذلك، فإننا وقبل أن نشرح هذه الصفحة Function، يجب أن نشرح ال SpreadSheet وكيفية التعامل معه وكتابة المعادلات داخله.

وللدخول لل Spread Sheet إما من داخل صفحة Functions بالضغط على زر SpreadSheet أو من خارج ال Optimizer بفتح ال SpreadSheet الذي تم إضافته في المثال بالضغط عليه دبل كليك.

التعامل مع ال Spread Sheet:

عند فتح ال Spread Sheet فإن أول نافذة تظهر لنا هي نافذة connections كما يلي:

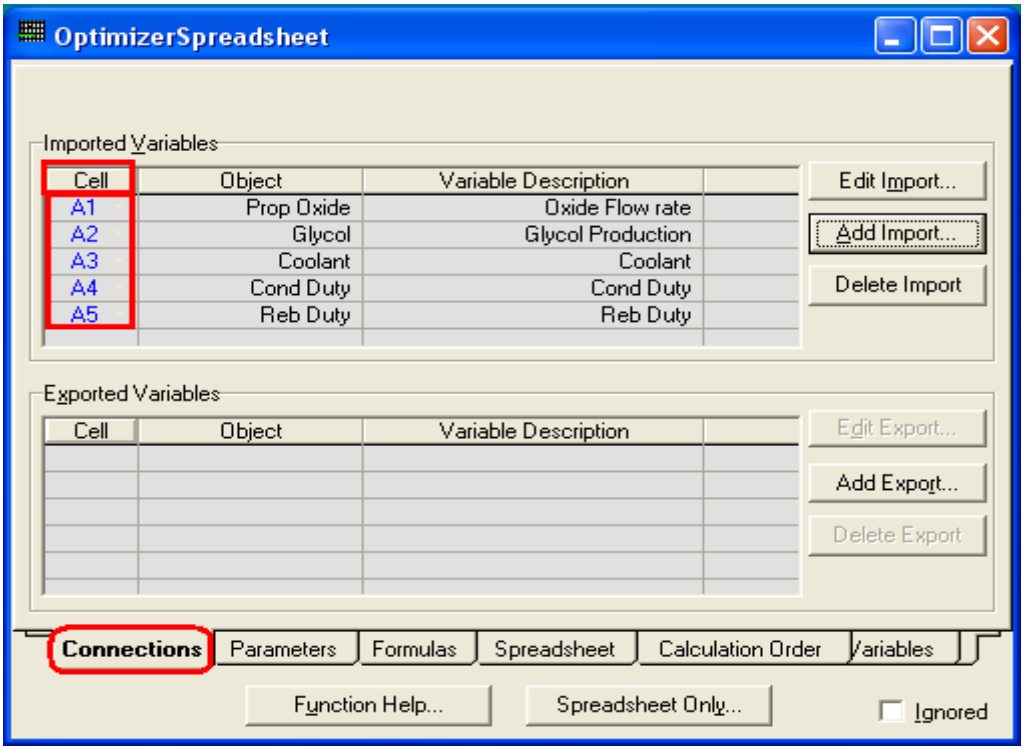


وفي هذه النافذة يتم إضافة جميع المتغيرات Variables والتي سنستخدمها في تكوين دالة الهدف والقيود، ويكون ذلك في الجزء الأول Imported Variables ويتم عن طريق الضغط على Add Import، فتفتح نافذة لإضافة المتغير مثل التي ظهرت معنا عند إضافة ال Primary variables.

أما الجزء الخاص بال Exported Variables فهو لتصدير متغيرات إلى خارج ال Spread sheet ليستخدم في شيء آخر، ويجب ملاحظة أن المتغيرات التي تنتج من حسابات ال Spread sheet هي فقط التي يسمح بتصديرها.

بعد أختيار جميع المتغيرات التي سنستخدمها، سيكون الشكل كما يلي:

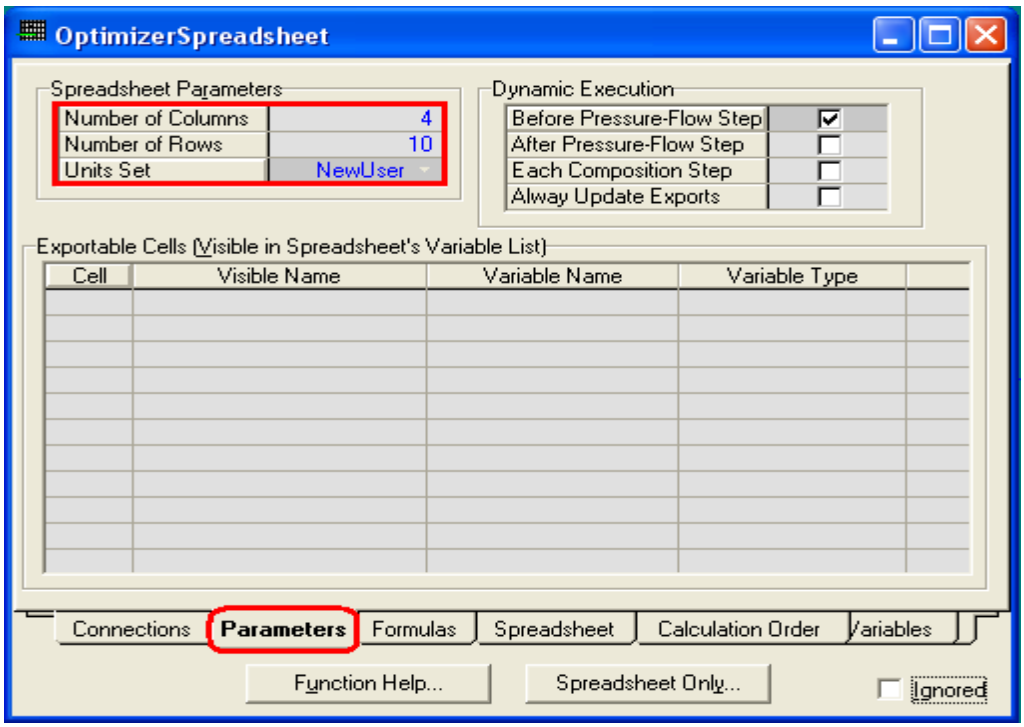
*هذه هي المتغيرات اللازمة لكتابة المعادلة الخاصة بالمثال المذكور في أول الفصل.



نلاحظ من الصورة أنه تم أعطاء كل متغير رقم خلية في الخانة Cell، وهذا الرقم شكله مألوف في كل برامج الجداول الحسابية Spread sheets مثل برنامج الإكسل، حيث يعبر عن كل خلية برقم العمود ورقم الصف، وهذه الخلية المكتوبة بجانب كل متغير هي الخلية التي سيكون بها القيمة الحالية لهذا المتغير، ويمكن تغيير الخلية بالوقوف فيها وفتح القائمة المنسدلة وإختيار أي خلية نريدها.

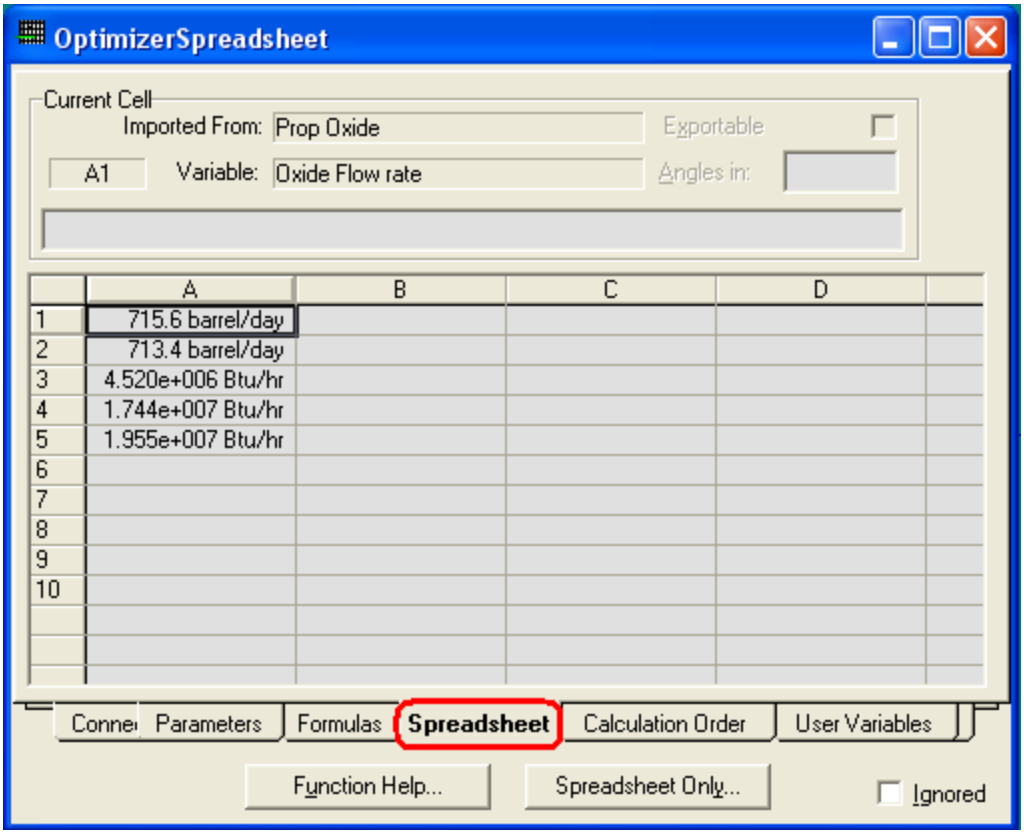
النافذة التالية في ال Spread sheet هي **Parameters**، وكل ما يهمنا ذكره في هذه الصفحة هو أنه يمكننا تحديد عدد الصفوف والأعمدة التي نريد إظهارها في الشيت.

بعد ذلك صفحة **Formulas**، وهذه الصفحة يظهر فيها ملخص لكل المعادلات التي سنكتبها في الشيت .



صفحة Parameterويظهر فيها أن عدد الصفوف 10 والأعمدة 4

ثم يأتي الدور على أهم صفحة وهي صفحة الشيت **Spread Sheet**، والتي يكون شكلها كما يلي:



وكما يظهر في الصورة فقد تم بالفعل إضافة قيم المتغيرات في الخلايا التي تمت الإشارة لها في صفحة connections، وبالوقوف على أي خلية يظهر لنا في الجزء العلوي Current Cell بيانات المتغير الذي تشير إليه الخلية.

من هنا تبدأ في إظهار مهاراتك الشخصية في كيفية كتابة المعادلات داخل أي برنامج جداول حسابية، فكل شخص قد يكون له طريقة أو خطوات معينة يفضل كتابة المعادلة بها، ولكن في النهاية يكون الناتج صحيح طالما تمت كتابة المعادلة بصورة سليمة، ولهذا بالطبع سنستعرض مع بعض سوياً ما هي الرموز والقواعد الخاصة بكتابة المعادلات داخل هذا الشيت بعد عدة سطور.

الخطوات التي سأتبعها لكتابة المعادلات الخاصة بمثالنا المذكور في أول الفصل (والذي فصلت فيه تكوين معادلة دالة الهدف) هي كتابة الأسعار في العمود المجاور للمتغيرات، ثم اكتب في العمود المجاور معادلة لحساب ناتج ضرب كل متغير في السعر الذي بجانبه، وفي النهاية اكتب في خلية ما المعادلة التي تدل على جمع قيم العمليات وطرحهم من قيمة سعر بيع الجلايكول.

في خلايا العمود B سنقوم بكتابة الأسعار كما هي لدينا في المثال، **ويجب الأنتباه لشيء مهم جداً:**

عند كتابة أي رقم في الشيت مباشراً دون إستيراد قيمته من متغير ما، فيجب علينا تعيين نوعه (وحدة قياسه) حتى يتعرف عليه البرنامج بشكل صحيح وتتم الحسابات كما تجب.

ويتم تعيين وحدة القياس من خلال أحدى القيم الموجودة في القائمة المنسدلة Variable Type، والتي تظهر في Current cell عند كتابة رقم جديد في خلية في الشيت.

وفي مثالنا فإن أسعار الأكسيد والجلايكول ستأخذ النوع Cost per Volume، وجميع أسعار الطاقة ستأخذ النوع Cost Index per Energy.

بعد ذلك سنحتاج لكتابة المعادلة الدالة على ضرب كل متغير في سعره، ثم معادلة جمع القيم وطرحهم من سعر الجلايكول، وهو ما يحتاج إلى التعرف على طرق كتابة المعادلات في الشيت والرموز المستخدمة في ذلك...

قواعد كتابة المعادلات و الرموز المستخدمة

عموماً لمعرفة الرمز الخاص للقيام بأي عملية نقوم بالضغط على زر Function Help أثناء تواجدنا في نافذة ال Spreadsheet.

أهم قاعدة في كتابة المعادلات هي أن أي معادلة يجب أن تبدأ إما بعلامة + أو علامة @ وتستخدم علامة + مع المعادلات العادية والتي تسمى بال straight math مثل عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة، وأما علامة @ فتستخدم في بداية المعادلات الخاصة مثل اللوغاريتمات والعلاقات المنطقية وغيرها.

وأهم العلاقات المستخدمة هي:

العملية	الرمز	مثال	ملاحظات
الجمع	+	+A1+B1	
الطرح	-	+A2-B2	
الضرب	*	+A1*B2	
القسمة	/	+A1/C3	
الأس	^	+A2^2	
الجذر التربيعي	Sqrt()	@sqrt(4)	يعتبر الجذر التربيعي من العلاقات الخاصة بعكس الجذر لأي قيمة أخرى
الجذر النوني	RT n	+ 9 RT 3	n تعبر عن قوة الجذر فهو هنا جذر تكعيبي
sin	@sin()	@sin(A1)	
cos	@cos()	@cos(A2)	
tan	@tan()	@tan(A1)	
asin	@asin()	@asin(A5)	
acos	@acos()	@acos(A1)	
atan	@atan()	@atan(A3)	
sinh	@sinh()	@sinh(A1)	
cosh	@cosh()	@cosh(A1)	
tanh	@tanh()	@tanh(A2)	
Ln	@ln()	@ln(2.73)	
Log	@log()	@log(1000)	
Exponential	@exp()	@exp(3)	
Absolute Value	@ABS()	@ABS(-5)	5=

ولكتابة المعادلات الخاصة بمثالنا، نكتب أولاً في خلايا العمود C العلاقات التالية والتي تعبر عن ضرب كل stream في سعره:

+A1*B1

+A2*B2

+A3*B3*24

+A4*B4*24

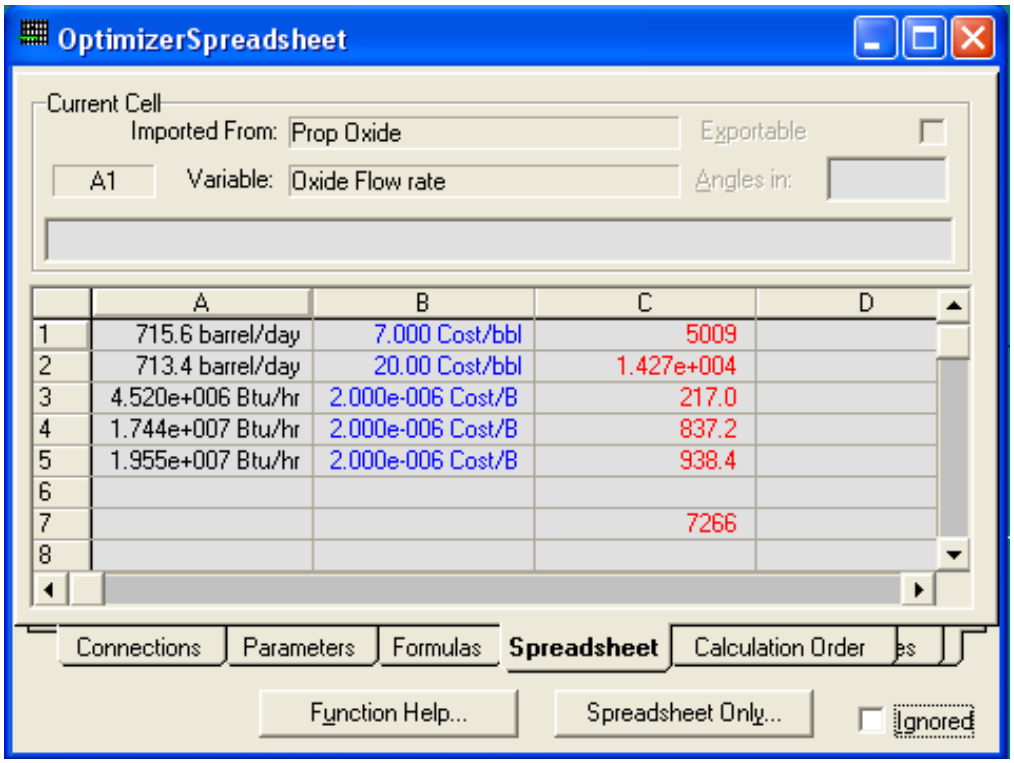
+A5*B5*24

*تم ضرب قيم الخاصة بال Energy streams في 24 للتحويل من ساعة ليوم

وبعد ذلك نكتب في أي خلية (ولتكن C7) العلاقة التي تعبر عن دالة الهدف:

+C2-C1-C3-C4-C5

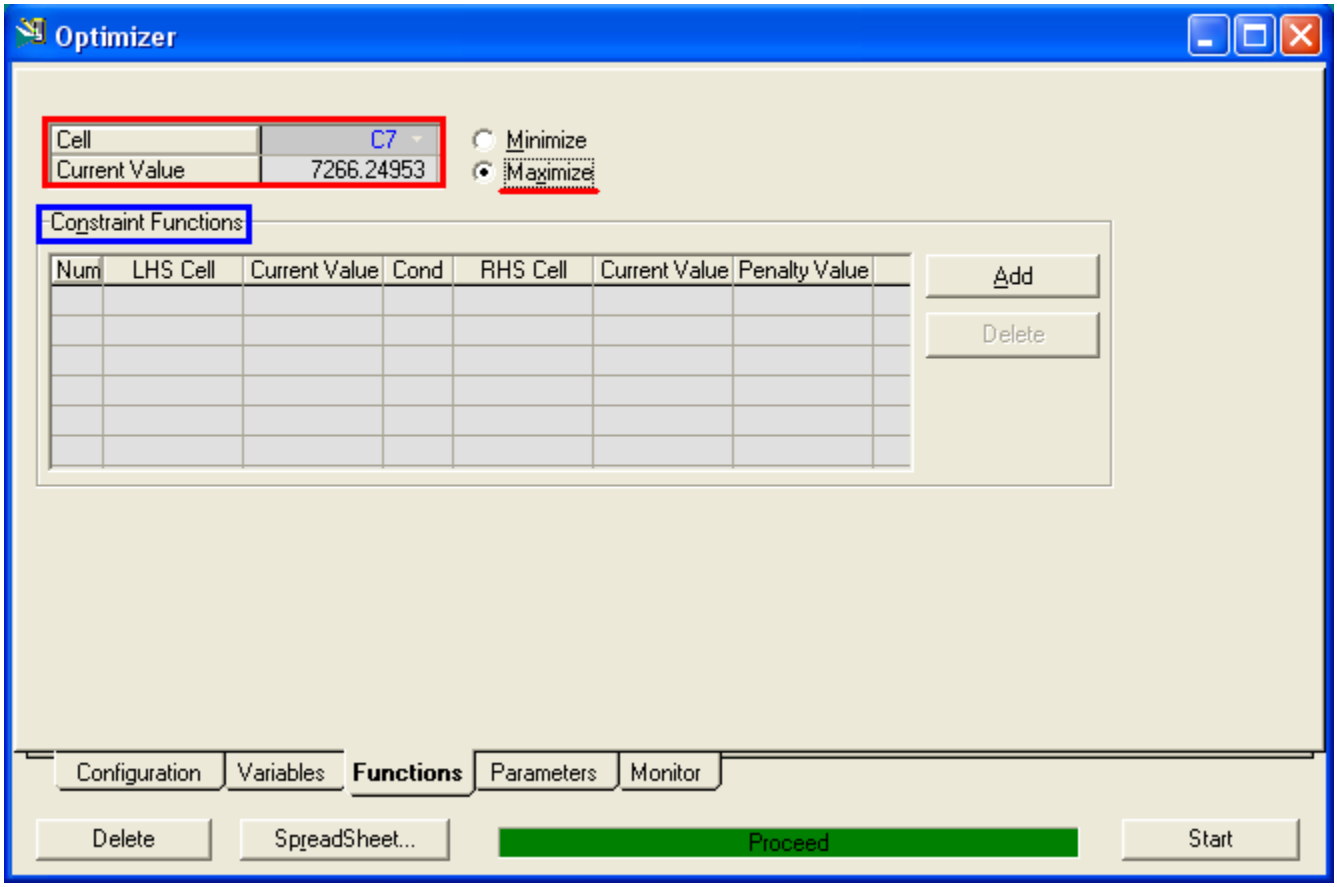
ويكون في النهاية شكل الشيت كما يلي:



قم بعد ذلك بإغلاق الشيت للعودة مرة أخرى لنافذة ال Optimizer.

عودة لل Optimizer:

عند العودة مرة أخرى لل Optimizer فإن آخر صفحة كنا معها كانت صفحة Functions والتي فيها يتم تحديد دالة الهدف.



بجانب الخلية Cell نختار الخلية التي كتبنا بها دالة الهدف (في مثالنا كانت C7)، وأسفل منها في خلية current value يكتب البرنامج القيمة الحالة لدالة الهدف.

بجانبهم نختار إذا كنا نريد عمل Maximization أم Minimization.

في الجزء الخاص بدوال القيود Constraint Functions يتم كتابة جميع دوال القيود إن وجدت، ويكون لها شكل خاص لإدخالها:

جميع دوال القيود تكون دالة لعلاقة منطقية، إما أكبر من > أو اصغر من < أو يساوي =.

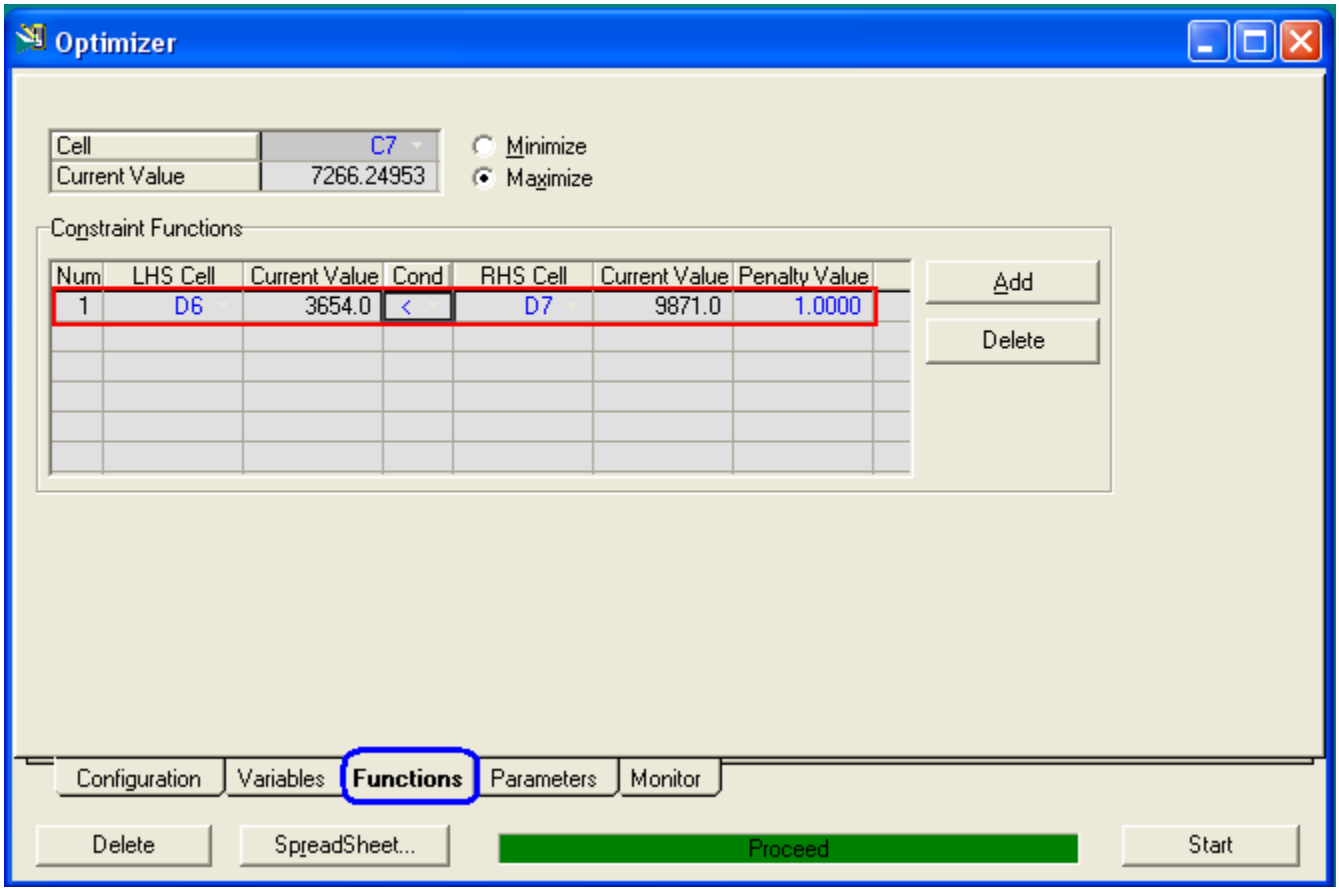
لذا فإن دوال القيود تكون على الصيغة العامة التالية

Left Hand Side Condition Right Hand Side

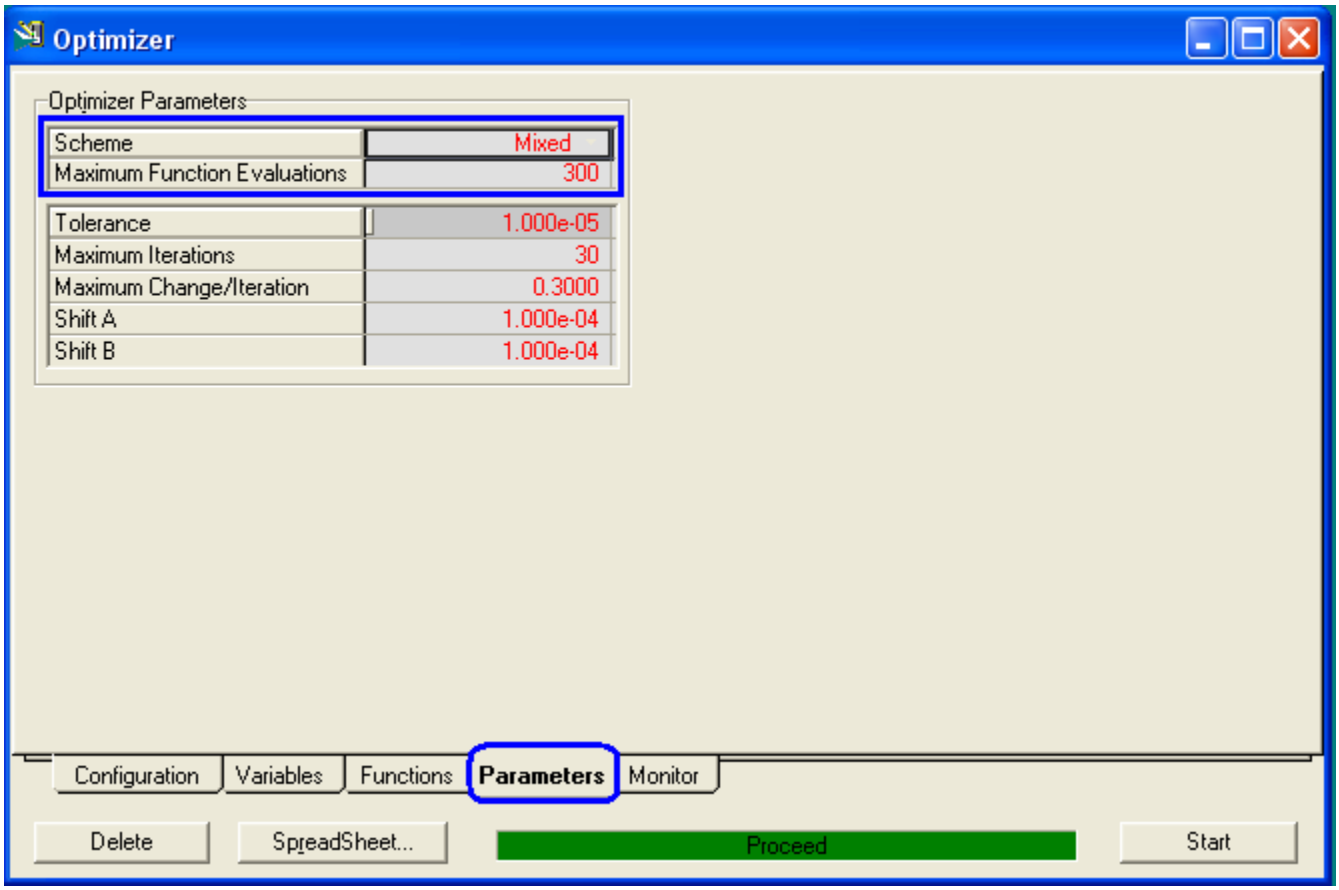
حيث Condition هو العلامة المنطقية (> أو < أو =)

ونتبع نفس طريقة تكوين دالة الهدف، حيث ندخل إلى الشيت Spreadsheet أولاً، ونكتب في أحد الخلايا دالة القيد Constraint سواء الطرف الأيمن أو الطرف الأيسر(حتى لو كانت قيمة عددية وليست دالة فيتم كتابتها في الشيت)، وبعد ذلك من صفحة Functions في نافذة ال Optimizer وفي الجزء الخاص بدوال القيود Constraints Functions نختار Add، فيتم وضع دالة قيد جديدة في الجدول، فمن العمود LHS Cell نختار الخلية التي بها دالة الطرف الأيسر، ومن العمود RHS Cell نختار الخلية التي بها دالة الطرف الأيمن، ومن العمود Cond نختار المعامل الذي يربط طرفي الدالة (< أو > أو =).

بالنسبة لل Penalty Value، فهي قيمة يتم ضرب دالة القيد فيها خلال الحل، وهي إفتراضياً تساوي واحد ، ولكن إذا كانت دالة القيد لا يمكن تحقيقها، فيمكنك زيادة هذا الرقم، فهو يساعد على الوصول لتحقيق الدالة.



صفحة Parameters:



وكما يظهر لنا فهذه الصفحة تستخدم للإعدادات الخاصة بطريقة حل ال Optimizer التي سيتم إتباعها، وتحديد المتغيرات وخواص هذه الطريقة، وأول شيء يتم تحديده هو النوع...

Optimizer Schemes

يحتوي ال Optimizer على خمس طرق لحل المعادلات والوصول للقيمة المطلوبة، وكل طريقة لها خطوات حل معينة وحدود للتطبيق، فهناك ما يمكن استخدامه مع المسائل التي فيها Equality Constrains فقط، وهناك منها ما تتعامل من المسائل التي بها Inequality Constrains فقط، وهناك التي تتعامل مع النوعين وأخرى لا تتعامل مع أي نوع منهم.

ويقصد بال Equality Equations التي تكون العلاقة فيها علاقة تساوي مثل:

$$3X^2 + 4X = 50$$

وأما ال Inequality Equations فهي التي تربطها إحدى العلاقات المنطقية > أو < مثل:

$$3X^2 + 4X < 50$$

وبدون الدخول في تفاصيل كل طريقة وخطوات الحل المتبعة من خلالها سنكتفي بتحديد خواص كل واحدة منهم من حيث التعامل مع ال Constrains ليسهل الاختيار وذلك من خلال الجدول التالي:

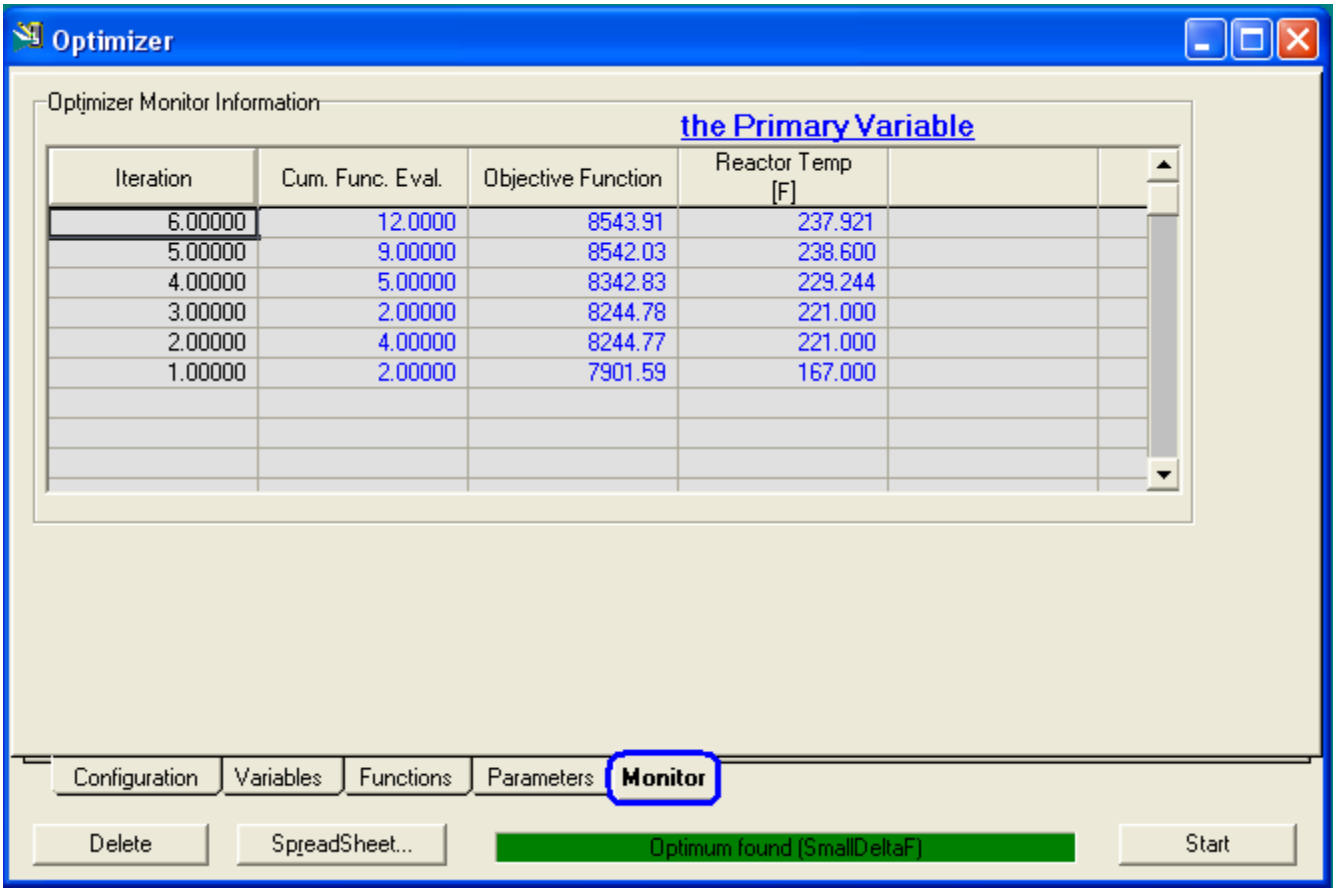
Method (Scheme)	Unconstrained Problems	Equality constrained	Inequality Constrained
BOX	Ok	-	OK
Mixed	OK	-	OK
SQP	OK	OK	OK
Fletcher-Reeves	OK	-	-
Quasi-Newton	OK	-	-

نلاحظ أن طريقة SQP (Sequential Quadratic Programming) هي الطريقة الوحيدة التي تتعامل مع ال Equality Constrains، وأن كل الطرق تتعامل مع المسائل التي بدون Constrains.

بعد ذلك ستجد باقي الإختيارات هي لتحديد قيم مختلفة تتحكم في كيفية سير عملية الحل، مثل أقصى عدد من التكرارات Iterations ونسبة الحيود عن قيم الدوال أو كما تسمى بالسماحية في الحل، ونسبة التغيير في كل مرة يبدأ الحل، ... وهكذا.

صفحة Monitor:

وهي كمثيلتها في أي أداة أخرى، حيث تسمح لك بمراقبة خطوات الحل ونتائج ما يحدث، وبعد بدأ الحل بالضغط على Start ستكون هذه الفصحة بالشكل التالي:



فهي تظهر لك مرات التكرار وقيمة دالة الهدف في كل مرة وقيمة المتغير الأساسي Primary variable وإن كان هناك دالة قيد فستظهر هي الأخرى.

ويجدر الذكر هنا أن قيم التكرار هنا هي ليست كل التكرارات Iterations التي قام بها البرنامج وإنما يظهر لك التكرار عند حدوث تغيير ملحوظ نوعاً ما في القيم.

المراجع

أولاً: الكتب الخاصة بشركة AspenTech:-

1. Advanced Process Modeling Using Aspen HYSYS.
2. HYSYS 3.2 Customization Guide.
3. HYSYS 3.1 Get Started.
4. HYSYS 3.2 Operations Guide.
5. HYSYS 3.2 Simulation Basis.
6. HYSYS 2004.2 Tutorials and Applications.
7. HYSYS 3.2 User Guide.
8. Property Methods and Calculations.
9. Thermodynamics and HYSYS.

ثانياً: الكتب الأخرى الغير تابعة لشركة AspenTech:-

10. HYSYS : An Introduction to Chemical Engineering Simulation, by "Mohd. Kamaruddin Abd Hamid".

11. Refining Process Modeling, A Practical Guide to Steady State Modeling of Petroleum Processes, by "Gerald L. Kaes".

ثالثاً: مواقع الأنترنت:-

http://www.egpet.net/vb/forum.php

http://www.owlnet.rice.edu/~chbe403/hysys/hysys.html

http://people.clarkson.edu/~wwilcox/Design/refhysys.htm

http://www.wikipedia.org/

الخاتمة

الحمد لله حمداً كثيراً طيباً، والصلاة والسلام على محمد صلى الله عليه وسلم نبينا...

فقد تم بحمد الله الانتهاء من كتابة هذا الكتاب وإعادة مراجعته وتجميع دروسه واستكمالها، راجياً من الله أن يتقبل هذا العمل ويجعله صالحاً خالصاً لوجهه الكريم.

وانصح بشدة كل من يقرأ هذا الكتاب ويبدأ في مشواره مع تعلم البرنامج أن يكثر من تطبيق الأمثلة المختلفة والمتنوعة، فهى خير وسيلة لزيادة المهارة والتمكن من البرنامج وأي برنامج عموماً.

وأرجو ممن يجد أي خطأ فني أو لغوي، أو يكون عنده أي استفسار، ألا يتردد في مراسلتي على البردي الإلكتروني المذكور في المقدمة أو من خلال المدونة.

كما أرجو رجاء خاصاً من كل شخص يقرأ هذا الكتاب وجد فيه ما يفيده ألا ينساني ووالدي من صالح دعائه لعل دعوته هذه تصيبني فينصلح بها حالي ويكون له بالمثل بإذن الله.

ولا أملك ما أختم به الكلام، إلا من كلام خير الأنام:

سبحانك اللهم وبحمدك

أشهد ألا إله إلا أنت

استغفرك وأتوب إليك.

كتبه

م./ أحمد مختار

في يوم الأحد الموافق

23 مايو 2010

10 جمادي الأخيرة 1431