التحليل الوظيفي لآلة نسيج ثلاثي البعد معدلة باستخدام مخطط *FAST*

الدكتورة: راميه المحمد

قسم هندسة الغزل والنسيج – كلية الهندسة الكيميائية والبترولية – جامعة البعث

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث لوضع دفتر الشروط لآلة نسيج معدّلة لإنتاج قماش ثلاثي البعد ذو مواصفات خاصة عن طريق استخدام التحليل الوظيفي (FAST Diagram). لذلك تم الانطلاق من دراسة التحليل الوظيفي لآلة النسيج التقليدية والذي سيقودنا إلى الكشف عن دفتر شروط آلة النسيج، ثم تم وضع الحلول التقنية من حيث الاحتفاظ ببعض الوظائف وتطوير جزء منها للحصول على تصميم الآلة المطلوبة لإنتاج بنى نسيجية ثلاثية البعد.

تم التوصل للتحليل الوظيفي المطلوب و أصبحت الآلة بشكل عام واضحة للبدء بتصميم وتنفيذ الجزء الميكانيكي والتحكمي.

الكلمات المفتاحية : نسيج ثلاثي البعد، التحليل الوظيفي لآلة نسيج، دفتر شروط آلة النسيج، وظائف آلة النسيج التقليدية.

Functional Analysis of a Modified 3D Weaving Machine Applying FAST Diagram

Abstract:

This research aims to develop the technical catalog of a modified weaving machine to produce a three-dimensional fabric with special specifications by using functional analysis (FAST Diagram). Therefore, we proceeded from the study of the functional analysis of the traditional weaving machine, which will lead us to the find the technical catalog of weaving machine.

Then, technical solutions were developed by retaining some functions and developing part of them to obtain the new design of weaving machine for producing three-dimensional textile structures.

The required functional analysis was reached and the machine in general became clear to start designing and implementing the mechanical and control part.

Key words: Three-dimensional fabric, weaving machine functional analysis, Technical catalog of weaving machine, Traditional weaving machine functions.

1. مقدمة :

نتيجةً للتقدم الكبير في مجال الصناعة لإنتاج أنواع جديدة من الأقمشة لتلبي متطلبات السوق تم التوجه لإنتاج قماش ثلاثي الطبقات معدَل و ذلك بإدخال مواد جديدة داخل طبقات القماش ولكن استحالة تنفيذه على آلة النسيج الموجودة في المعامل، تم اقتراح تصميم آلة جديدة بالاعتماد على الآلة التقليدية ولكن بإضافة بعض المعدات الجديدة على الآلة. تم اقتراح تعديل بعض الأجزاء الميكانيكية، كذلك إضافة أجزاءً أخرى و بالتالي تعديل في الأجزاء التحكمية والبرنامج التحكمي للآلة حسب الهدف الجديد المرجو من الآلة.

قبل التوجه لتصميم الآلة، تم وضع مخطط توضيحي للآلة بناءً على الهدف المرجو وهو نسيج ثلاثي البعد معدَل، باستخدام مخطط فاست.

تعتمد تقنية تحليل الوظائف Function Analysis System Technique (FAST) أو ما يسمى بمخطط فاست على إنشاء رسم بياني يوضح العلاقات المنطقية بين الوظائف أو المهام الموجودة بمشروع، خدمة، منتج أو آلة .. بحيث يساعد هذا المخطط على تحديد المشكلة والتفكير في حلها بموضوعية و ذلك بالاعتماد على طرح ثلاث أسئلة وهي : كيف نحقق هذه الوظيفة؟ ولماذا ننفذها؟ و متى تعمل عدة وظائف معاً [2,1].

يهدف مخطط فاست لتحديد الوظيفة الأساسية للهدف المدروس (مشروع، منتج، آلة ...) و ايجاد الوظائف المفقودة أو الوظائف غير الضرورية ومن ثم تحديد المشكلات وتبسيطها وتوضيحها وتنظيم العلاقات بين الوظائف وفهمها3][.

من أجل وضع مخطط فاست لابد من بداية من :

1. مخطط تحديد الحاجة : يعطي هذا المخطط وصفاً موجزاً للحاجة الواجب أن يستجيب لها مشروع الدراسة من خلال بيان الغرض منه، وما هو العنصر أو العناصر التي تعمل عليها، والجهاز الذي سيتم استخدامه للاستجابة 3][4,5,.
2. مخطط التوصيف الوظيفي : من أجل تحديد الوظائف الرئيسية FPi (الاستجابة للاحتياجات) والوظائف المقيدة FCi (الشروط الواجب التقيد بها من أجل الاستجابة الصحيحة للاحتياجات) [5,1,2].

2. هدف البحث :

إيجاد مخطط تحليل الوظائف (مخطط فاست) لآلة نسيج ثلاثية البعد لتحديد الوظائف الرئيسية و كذلك تحديد الوظائف الإضافية وبالتالي وضع المخطط التصميمي النهائي للآلة الجديدة.

3. المواد وطرق البحث :

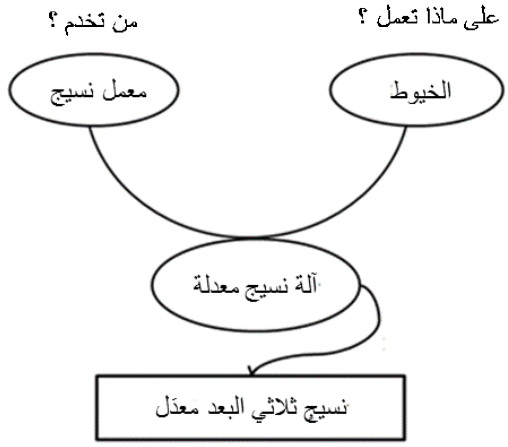
تم في البداية دراسة دفتر شروط آلة النسيج التقليدية.

1.3. دراسة دفتر شروط آلة النسيج

من أجل تقديم دراسة الآلة الجديدة، استخدمنا الأدوات التقليدية للتحليل الوظيفي التي توصلنا إلى دفتر شروط (مواصفات) هذه الآلة[8]. .

1.1.3 تحديد الحاجة

يوضح الشكل (1) مخطط تحديد الحاجة بعد تعريف آلة النسيج بأنها وسيلة للاستجابة للحاجة، سندرس بيئتها وتفاعلاتها المختلفة معها.

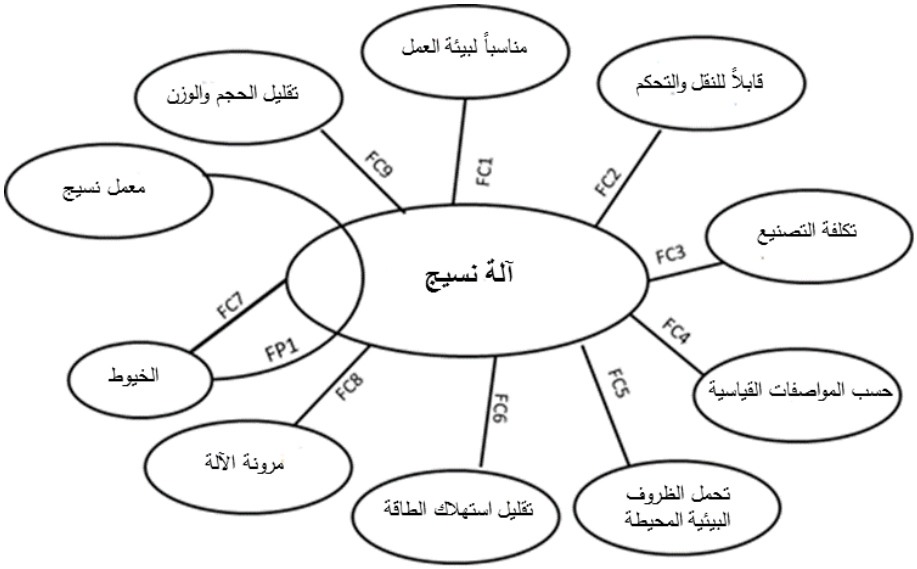


الشكل (1) : مخطط تحديد الحاجة

2.1.3. وصف بيئة آلة النسيج

يحدد هذا المخطط بيئة آلة النسيج من أجل تحديد الوظائف الرئيسية FPi (الاستجابة للاحتياجات) والوظائف المقيدة FCi (الشروط الواجب التقيد بها من أجل الاستجابة الصحيحة للاحتياجات).

يقودنا تطبيق هذه الأداة على آلة النسيج لدينا إلى الشكل 2.



الشكل (2) : مخطط وصف بيئة آلة النسيج

في حالة آلة النسيج، نقوم بإنشاء وظيفة رئيسية (FP) واحدة و 9 وظائف مقيدة (FC) وهي:

FP1: بتجميع خيوط السداء واللحمة لإنشاء بنية نسيج ثلاثي البعد.

FC1: مناسباً لبيئة العمل.

FC2: قابلاً للنقل والتحكم.

FC3: تقيد بتكلفة التصنيع.

FC4: حسب المواصفات القياسية (من حيث سلامة المستخدمين من وجهة نظر كهربائية أو ميكانيكية، إلخ، أو من حيث التحكم أو المعالجة التي تتم على المواد المستخدمة).

FC5: تحمل الظروف البيئية المحيطة للاستخدام (البيئة المحيطة) ، وتقليل مخاطر التلوث (الضوضاء الصادرة عن الآلة، إلخ).

FC6: تقليل استهلاك الطاقة.

FC7: تحكم في شد الخيوط (الموضع وشد الخيوط).

FC8: تقديم مرونة معينة (في نطاق المنتجات المصنعة).

FC9: تقليل الحجم والوزن.

تبعاً لهدف تصنيع هذه الآلة تم تحديد وظائف مقيدة معينة يجب أخذها في الاعتبار في الأولوية. انطلاقاً من تطوير لنموذج أولي لآلة مخبرية (وليست صناعية) والذي يسمح بالتحقق من صحة تصنيع آلة نسيج معدلة، لم يتم إعطاء اهتمام دائم من جانبنا للكثير من القيود المتعلقة بالتكلفة والطاقة والحجم والوزن وما إلى ذلك.

في دراستنا تم الاهتمام بالوظيفة الرئيسية FP1، بناءً على الدالة المقيدة FC7، مع مراعاة حد أدنى من القيود الأخرى.

يصف الجدول 1 مواصفات هاتين الوظيفتين حيث يمكننا أن نرى البيانات الرئيسية لكل وظيفة من حيث العناصر المميزة، مثل : النمرة والمواد الأولية المستخدمة للخيوط.

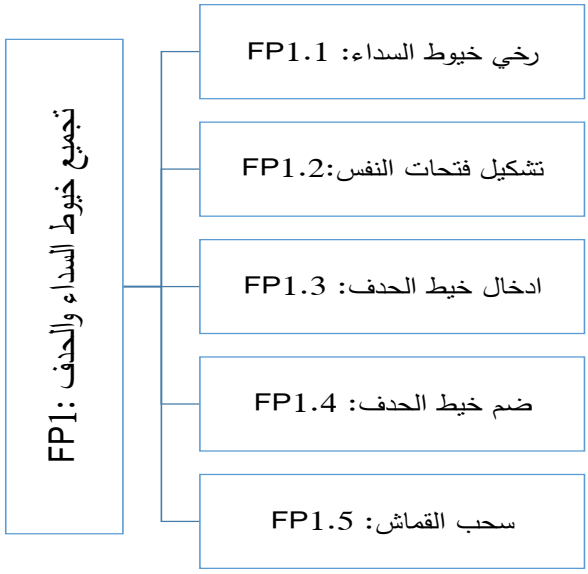
الجدول 1: دفتر الشروط الرئيسي للآلة

	الوظيفة	العناصر	المعايير
FP1	تجميع الخيوط لإنتاج نسيج ثلاثي البعد معدل	خيط السداء و الربط	خيط PA 6.6
			نمرة dtex940
		خيط الحذف	خيط PA 6.6 نمرة dtex 940
		التركيب النسيجي	متغير متحكم به
		البنى النسيجية	ثلاثي البعد معدل
		مدة الدورة النسيجية	المدة الإجمالية = 1 دقيقة
FC7	التحكم بشد الخيوط	الشد	الشد المسموح به لخيوط السداء T< والحذف

بمجرد تحديد دفتر الشروط (المواصفات)، نبحث عن الحلول التكنولوجية المناسبة لتنفيذ هذه الوظائف. ومن المنهجيات شائعة الاستخدام لوصف هذه الحلول هي تقنية نظام تحليل الوظائف (مخطط FAST)][7,5,4.

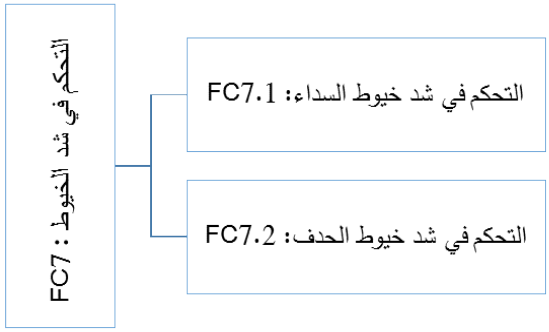
2.3. التحليل الوظيفي لآلة النسيج

يسمح استخدام مخطط FAST تطوير كل وظيفة إلى وظائف فرعية تقنية. وتعكس كل واحدة منها المهام اللازمة لتنفيذ الوظيفة المرتبطة بها. يوضح الشكل (3) تحليل وظيفة FP1.



الشكل (3) : مكونات FP1

تحليل الوظيفة FC7 موضحة في الشكل (4).

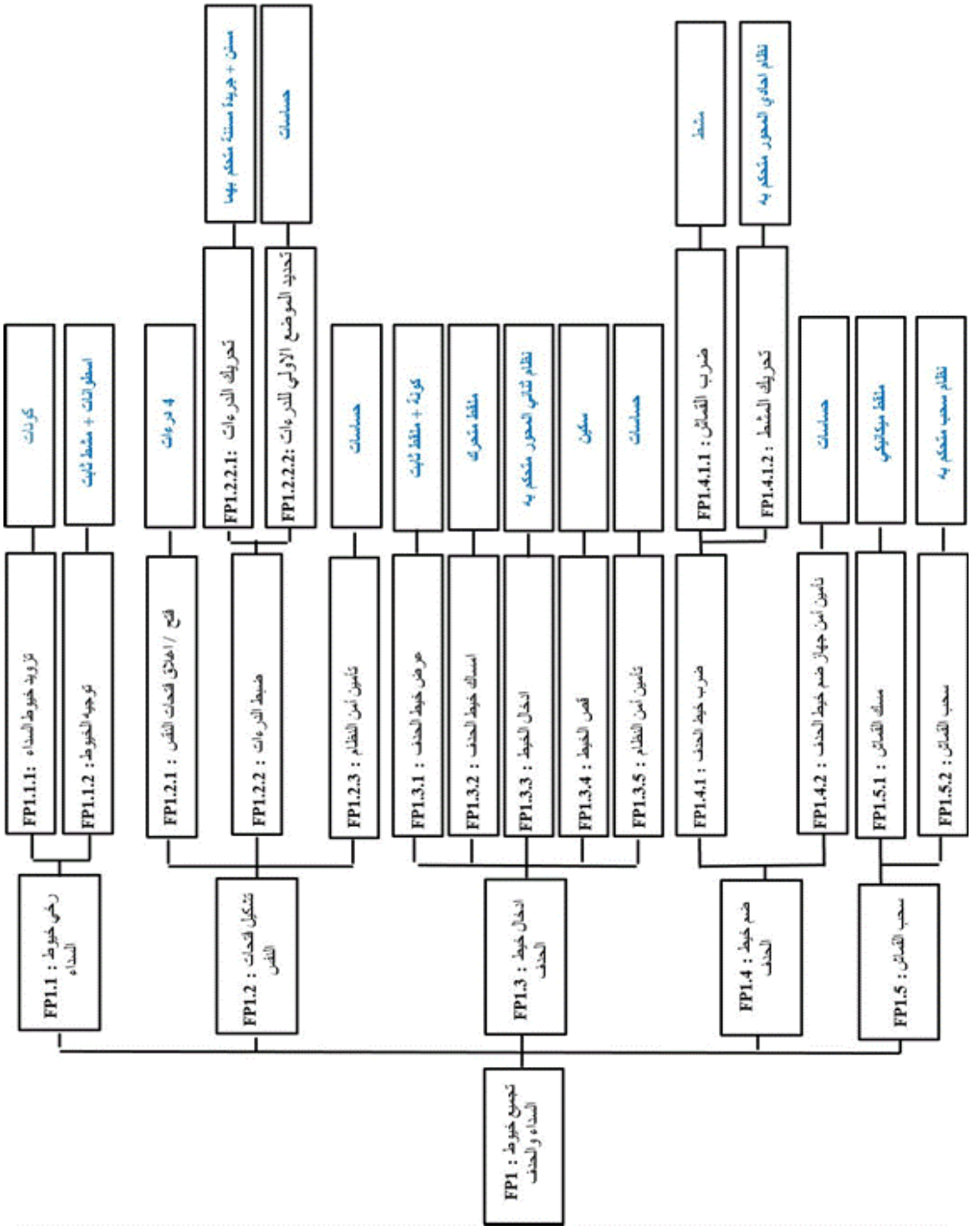


الشكل 4: مكونات FC7

وبالتالي لضمان الشد الأمثل للخيوط، يجب التحكم في شد خيوط السداء وشد خيوط اللحمة ولتحقيق هذا الهدف لابد

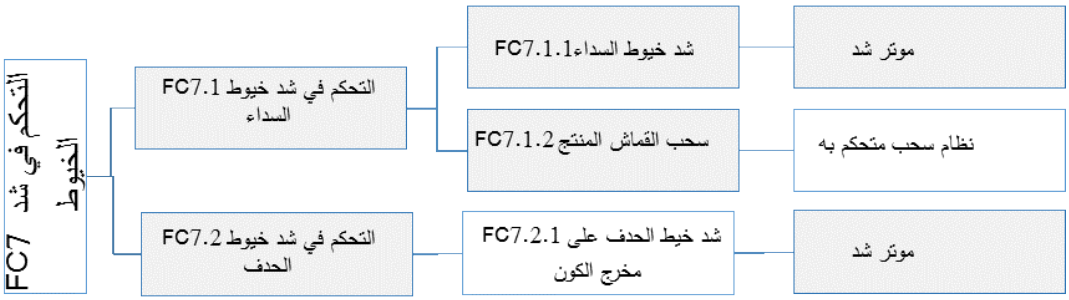
من تفكيك الوظائف التقنية إلى الوظائف الفرعية التقنية، بقدر الضرورة، وفقاً لتعقيد الآلة، للوصول أخيراً إلى الحلول التكنولوجية المحتفظ بها والمنفذة على مستوى العناصر الميكانيكية المستخدمة (درأات، مسننات، جريدة مسننة، ...).

يوضح الشكل 5 والشكل 6 الوظائف الفرعية التقنية المستخدمة واختيار الحلول التكنولوجية المرجوة.



الشكل (5): مخطط FAST لوظيفة FP1

في الشكل (5)، يمكننا أن نرى الوظيفة الرئيسية (FP1) مقسمة إلى خمس وظائف تقنية، يتم تقسيمها على التوالي إلى وظائف فرعية تقنية (على مستوى أو مستويين) وتؤدي إلى الحلول التكنولوجية المستهدفة.



الشكل(6): مخطط FAST لوظيفة القيد FC7

يوضح الشكل (6) التفكيك المماثل لـ (FC7). يمكن للعديد من الحلول التقنية تلبية احتياجاتنا.

4. مناقشة النتائج :

توصلنا باستخدام التحليل الوظيفي (FAST Diagram) لمعرفة جميع الوظائف الرئيسية على آلة النسيج ومن ثم معرفة وتحديد الوظائف الثانوية. ومن ثم وضعنا المخطط الأولي للآلة المراد تصنيعها لتصنيع نسيج ثلاثي البعد معدَل وذلك بالمحافظة على الأجزاء الموجودة سابقاً وإضافة أجزاء جديدة لتحقيق الهدف المرجو من الآلة.

5. التوصيات و المقترحات:

1. تصميم وتنفيذ الأجزاء الميكانيكية بما يتناسب مع آلة نسيج مخبرية.
2. إنشاء برنامج تحكمي معدَل بما يتناسب مع التعديلات الجديدة على الآلة.
3. إجراء بعض النماذج من النسيج المطلوب.

6. المراجع العلمية:

1. Hosseinpour n., Kazemi F. and Mahdizadeh H., 2022.- A cost-benefit analysis of applying urban agriculture in sustainable park design. Land Use Policy 112,105834.
2. Ruiz minguela P. Blanco J. and Jeffery H.,2022.- Technology-Agnostic Assessment of wave energy system capabilities. Energies 15(7), 2624.
3. B. Yannou.,1998.-Analyse fonctionnelle et analyse de la valeur, Laboratoire Productique-Logistique de l'Ecole Centrale, Paris.
4. J. Corbel., 2012.- Management de projet, fondamentaux, méthodes, outils, Groupe Eyrolles, Paris.
5. F. Audry and P. Taillard ., 2010.- La démarche d'analyse fonctionnelle, Guide pour le professeur, Académie Versailles.
6. C. Jouineau., 1993. - Analyse de la valeur, Association française pour l'analyse de la valeur, Paris.
7. Afnor,.1990.- FX50-150/151, analyse de la valeur, analyse fonctionnelle , Association française de normalisation, Paris.

8. Chen X., Taylor L. W. r and Tsai L.-J., 2011. - *An overview on fabrication of three-dimensional woven textile preforms for composites*, *Textile Research Journal*. vol. 81, n° 9, p. 932-944.