I. أدوات التحليل الوظيفي

لا يخفى أن العمل وفق منهجية المشروع الصناعي يتطلب معرفة كيفية استغلال أدوات التحليل الوظيفي المصاحبة لها، ولأجل ذلك سنعرض هنا أهم الأدوات التي يوظفها مدرس مادة التكنولوجيا الصناعية باعتباره قائدا لمشاريع تقنية داخل الفصل وموظفا إياها لتسهيل نقل المعارف إلى المتعلم.

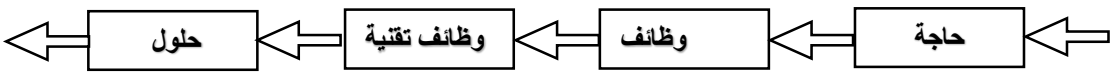
1. شيء من التاريخ

- 1947: تم اعتماد أولى طرق التحليل الوظيفي في الولايات المتحدة الأمريكية وذلك بعد الحرب العالمية الثانية سنة 1947 من طرف General Electric.
- 1964: تم استعمال طريقة APTE (Application aux Techniques d'Entreprise) وهي طريقة فرنسية موحدة ساعدت في تدبير المشاريع واستلهمت من الطرق الأمريكية في تحليل القيمة،
- 1977: تم توظيف الأداة SADT وتعميمها بعد ذلك سنة 1980.

2. التحليل الوظيفي

يقصد بالتحليل الوظيفي[1] المنهجية التي يتم اتباعها من أجل البحث عن الوظائف التي يقدمها المنتوج وتحديد مميزاتها بغرض تلبية حاجيات المستعمل.

ونمثل ذلك بشكل عام كما يلي:



شكل 12: مراحل منهجية التحليل الوظيفي

3. أنواع التحليل الوظيفي

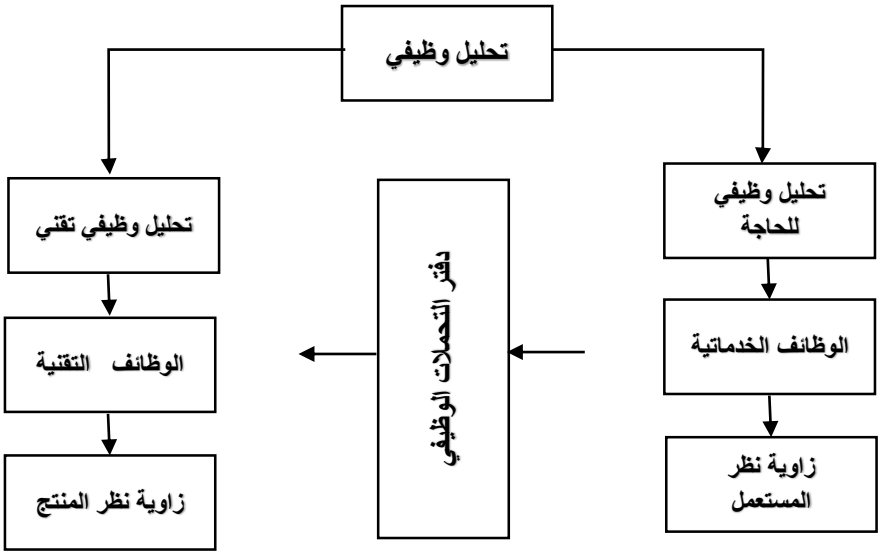
هناك نوعان من التحليل الوظيفي:

- التحليل الوظيفي للحاجة (خارجي)
- التحليل الوظيفي التقني (داخلي)

فالأول يعنى بدراسة الحاجة ويتم إنجازه من زاوية نظر المستعمل الذي ينتظر وظائف المنتوج، بينما الثاني يهتم بدراسة الحلول ويكون ذلك من زاوية نظر المنتج ولا يمكن إجراء أي تحليل وظيفي تقني إلا بعد إجراء تحليل وظيفي للحاجة.

---

1 Pratique de l'analyse fonctionnelle, Robert Tassinari, Dunod Paris, 1997.



شكل 13: التحليل الوظيفي الداخلي والخارجي

4.أدوات التحليل الوظيفي:

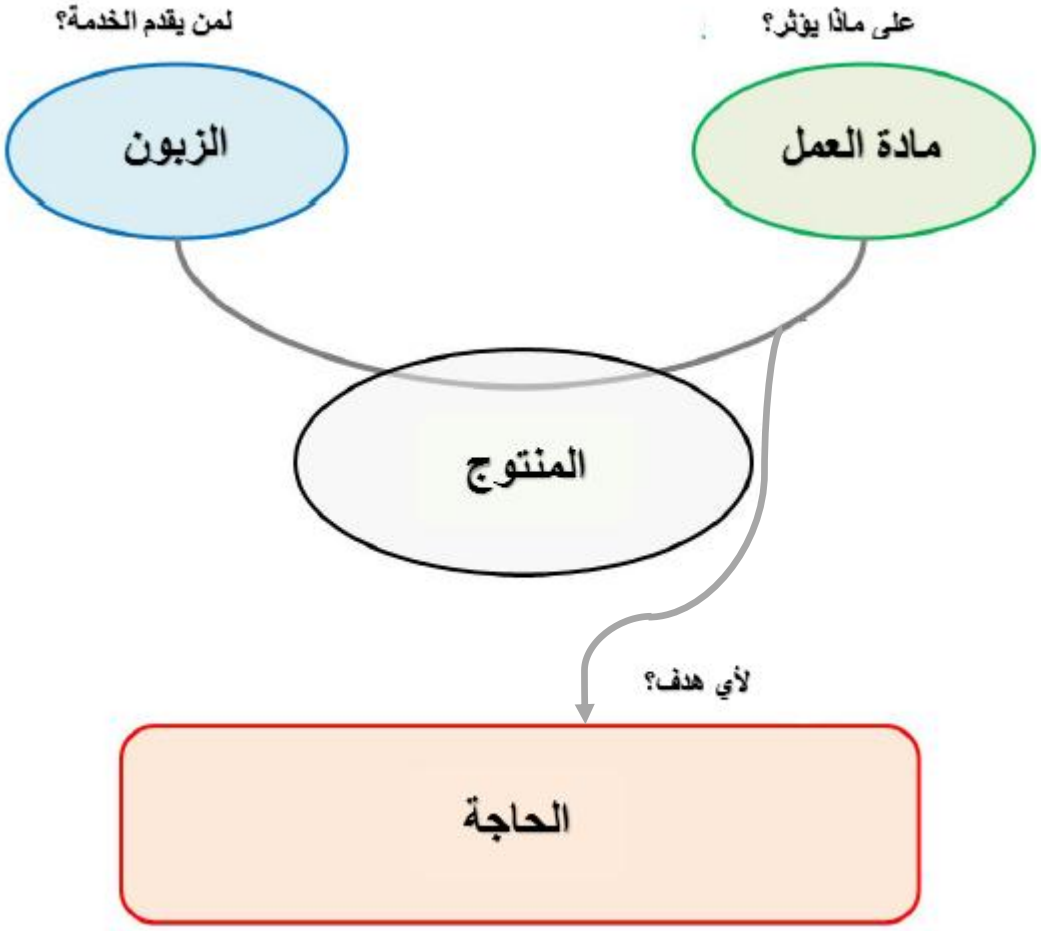
من خلال التنميط الفرنسي X50-153 تم تحديد أدوات التحليل الوظيفي سواء الداخلي أو الخارجي، كما بين كيفية استغلالها، ويدخل استعمال هذه الأدوات ضمن نطاق ما يسمى بطريقة A.P.T.E الأكثر فعالية في التحليل عبر الوظائف والمستمدة من طريقة تحليل القيمة.

1. التحليل الوظيفي للحاجة:
   - بياني الحاجة
   - بياني الوظائف
2. التحليل الوظيفي التقني:
   - الأداة FAST
   - الأداة SADT

5.كيفية استغلال أدوات التحليل الوظيفي

15 أداة "الدابة ذات القرنين" «Bête à cornes»

تمكن هذه الأداة من التعبير عن الحاجة، كما تعتبر تارة أداة من أدوات التحليل الوظيفي عند البعض وتارة أخرى غير ذلك. خصوصا إذا علمنا أن التحليل الوظيفي لا يبدأ إلا بعد إقرار الحاجة.

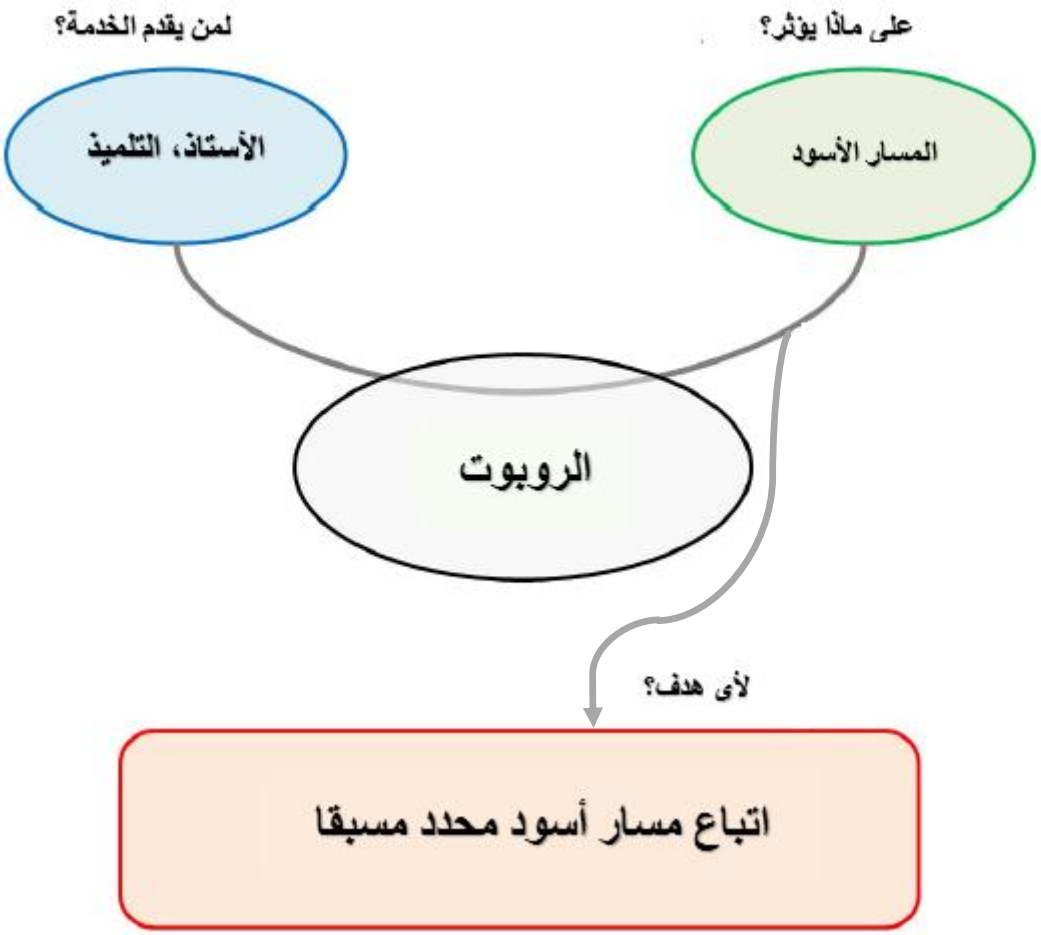


شكل 14: أداة "الدابة ذات القرنين"

الأسئلة	الأجوبة
1. لمن يقدم الخدمة؟	- الزبون (يحدد)
2. على ماذا يؤثر؟	- مادة العمل (تحدد)
3. لأي هدف؟	- لتلبية الحاجة (تحدد)

جدول 2: أسئلة التعبير عن الحاجة

1.1.5 مثال: التعبير عن الحاجة لمنظم الروبوت



شكل 15 : التعبير عن الحاجة للروبوت

2.5 أداة بياني الوظائف Diagramme d interactions «Pieuvre»

1.2.5 صياغة الوظائف الخدماتية:

يمكن بياني الوظائف من التعبير عن الوظائف الخدماتية (العلاقات) الموجودة بين عناصر المحيط والمنظم،

ولبناء بياني الوظائف نعتمد على العناصر الخارجية المحيطة بالمنتوج أو المنظم.

2.2.5 عناصر المحيط:

للبحث عن عناصر المحيط، نتموضع مكان المنظم، ونطرح السؤال: مالذي يوجد حولي؟

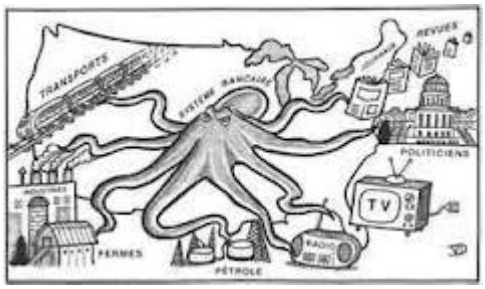
إنها مجموعة العناصر الفيزيائية، البشرية، الاقتصادية، المادية، الحقيقية، والتي لها علاقة مع المنتوج خلال طور حياته.

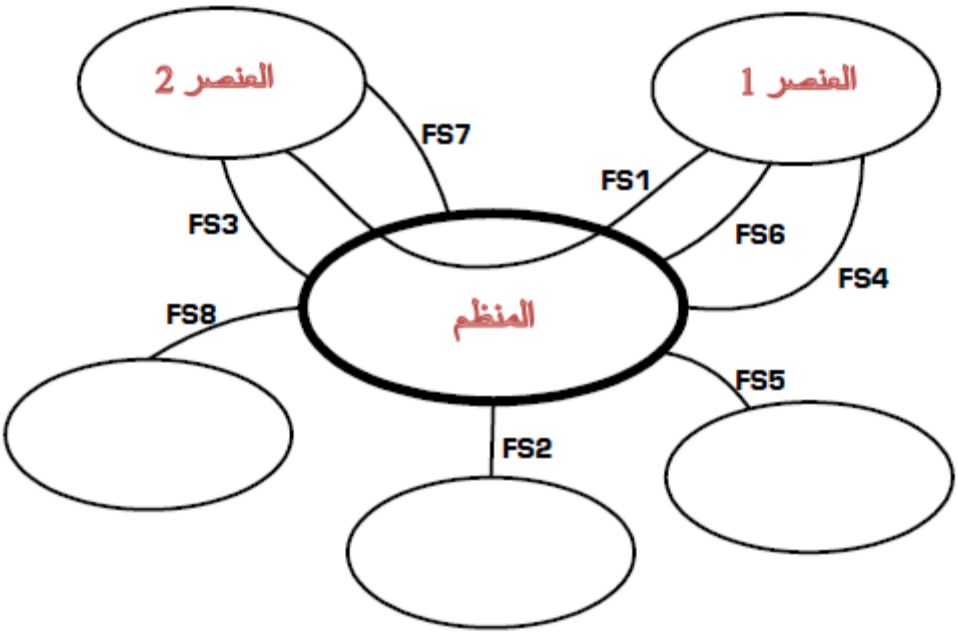
مثلا:

- سهولة الاستعمال، الجمالية، اللمس، الذوق، السلامة كلها ليست بعناصر خارجية بل هي معايير.
- "تطبيق القانون" ليس عنصرا خارجيا وإنما يمكن تمثيله ب "الشرطي".
- الهواء، درجة الحرارة، الضغط، ...عناصر خارجية فيزيائية حقيقية

- العين، المستعمل، الدفتر...عناصر خارجية مادية.

مثال:





شكل 16: أداة بياني الوظائف

3.2.5 الوظيفة الخدماتية:

الوظيفة هي كل ما يقدمه المنتوج أو أحد مكوناته لتلبية حاجة المستعمل، ويعبر عنها بفعل أو مصدر متبوع بمتتم.(Réf : Afnor)

والوظائف تختلف من حيث أهميتها وطبيعتها، فنجد:

الوظائف الخدماتية	وظائف الاستعمال	الوظائف الرئيسية
	وظائف الرضى	الوظائف المتممة

		الوظائف الإكراهية
الوظائف التقنية	الرئيسية والفرعية	

جدول 3: أنواع الوظائف

مثال: النظارات

- ✓ وظيفة الاستعمال: تمكين المستعمل من النظر بشكل جيد
- ✓ وظيفة الرضى: إرضاء المستعمل

❖ الوظيفة الرئيسية: FP

هي التي تبين الأهداف التي من أجلها تم إنتاج المنتوج، وتربط عنصرين من العناصر المتفاعل فيما بينها عبر المنظم.

مثال: تجفيف الأيادي المبللة من خلال مصدر الطاقة.

❖ الوظيفة الإكراهية: FC

ويكون الهدف منها هو حد حرية اختيار المتصور-المنتج أثناء تصور المنتوج، وتربط العناصر الخارجية مباشرة مع المنتوج.

مثال: تغذية المنظم من خلال توتر 12v.

4.2.5 تحديد مميزات الوظائف:

ونعطي المعيار التقديري، مستوى المعيار، ليونة المستوى.

المعيار التقديري	هو الميزة المعطاة لتقدير كيفية أداء وظيفة أو احترام إكراه معين.
مستوى المعيار	هو مقدار يكمم (quantifier) المعيار. مثال: 60s ,220v,50Hz
ليونة المستوى	مجموعة مؤشرات معبر عنها من خلال الزبون لإمكانية تعديل المستوى.

جدول 4: تحديد مميزات الوظائف

5.2.5 مثال: بياني الوظائف لمنظم الروبوت

شكل 17 : بياني الوظائف للروبوت

3.5 خلاصة:

في هذه المرحلة يتم صياغة دفتر التحملات الوظيفي، الذي يتضمن حاجيات الزبون في شكل وظائف أساسية وأخرى إكراهية، بالإضافة إلى المعايير التقديرية، المستويات وليونتها.

بعد إنهاء مرحلة التحليل الوظيفي الخارجي، نشير إلى أن الانتقال إلى مرحلة التحليل الوظيفي الداخلي يتطلب من التلميذ النظر من زاوية مغايرة للمنتوج، بحيث يلعب دور المنتج بعدما لعب دور المستعمل في المرحلة السابقة.

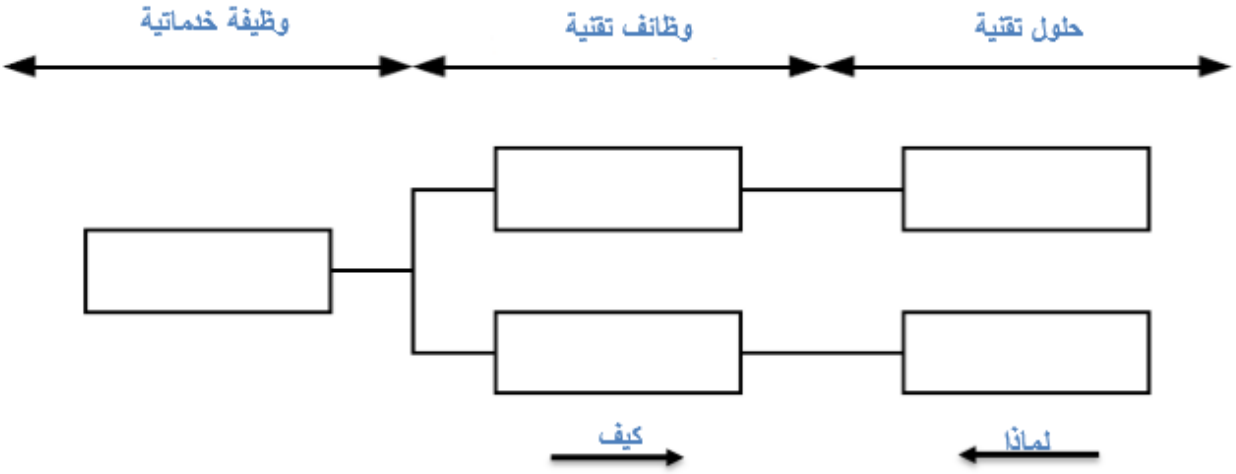
4.5 الأداة الوصفية FAST (Technique d Analyse Fonctionnelle et Systématique)

ديداكتيكيا، يمكن اعتماد الأداة الوصفية FAST لقراءة الحلول التقنية المراد الوصول إليها، وتوضيح كيفية الانتقال من الوظائف الخدماتية إلى الحلول مرورا عبر الوظائف التقنية.

ومن أجل تسهيل ربط الأداة FAST بالمرحلة السابقة من التحليل الوظيفي (صياغة الوظائف)، فلا بد من ربط الأداة FAST بمختلف العناصر الخارجية المحيطة بالمنتوج حتى يكون التلميذ قادرا على فهم الانتقال من التحليل الوظيفي الخارجي إلى التحليل الوظيفي الداخلي أو بعبارة اخرى الانتقال من لعب دور المستعمل إلى لعب دور المنتج.

1.4.5 طريقة لقراءة FAST:

- طرح السؤال في اتجاه: لماذا pourquoi؟



شكل 18: تمثيل أداة FAST

2.4.5 **مثال:**

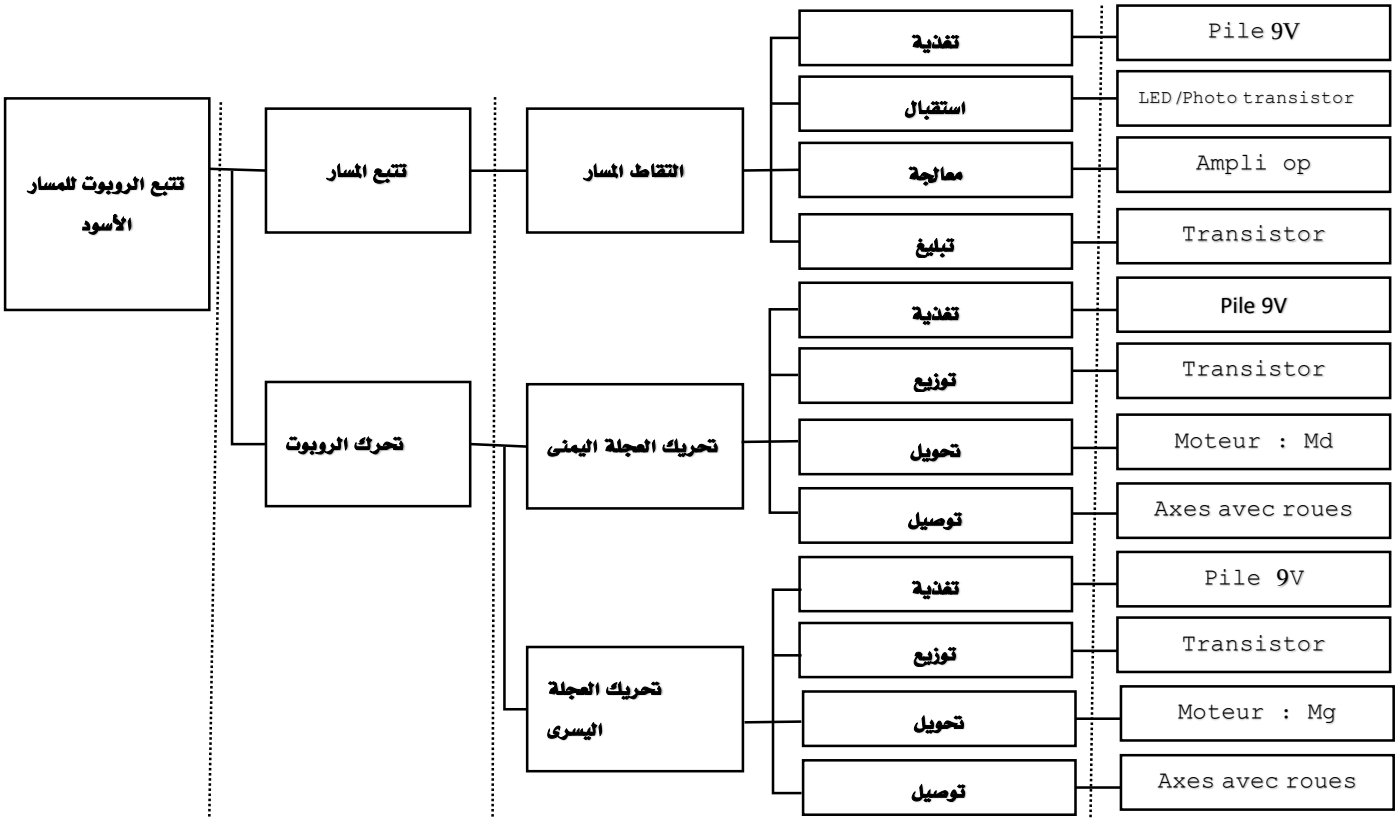
انطلاقا من دفتر التحملات الوظيفي لمنتوج الروبوت المتبع للمسار الأسود ، يمكن ملء الأداة FAST.

الوظيفة	المعيار التقديري	المستوى	الليونة
FP : تتبع مسار أسود	السرعة	5cm/s	± 10%
FC_1: ضمان تحرك الروبوت بشكل منتظم	ميلان الروبوت بالنسبة للمسار	0.5° maxi	± 10%
FC_2 : احترام الزحمة	200x130x130	الأقصى	قصويه
FC_3 : التلاؤم مع مصدر الطاقة	التغذية	9 V maxi	قصويه
FC_4 : التلاؤم مع المسار المرسوم	مسار مستقيمي منحنى	-largeur 20mm -rayon 100mm	±2mm

جدول 5: مميزات الوظائف الخدماتية

3.4.5 **ملء الأداة FAST:**

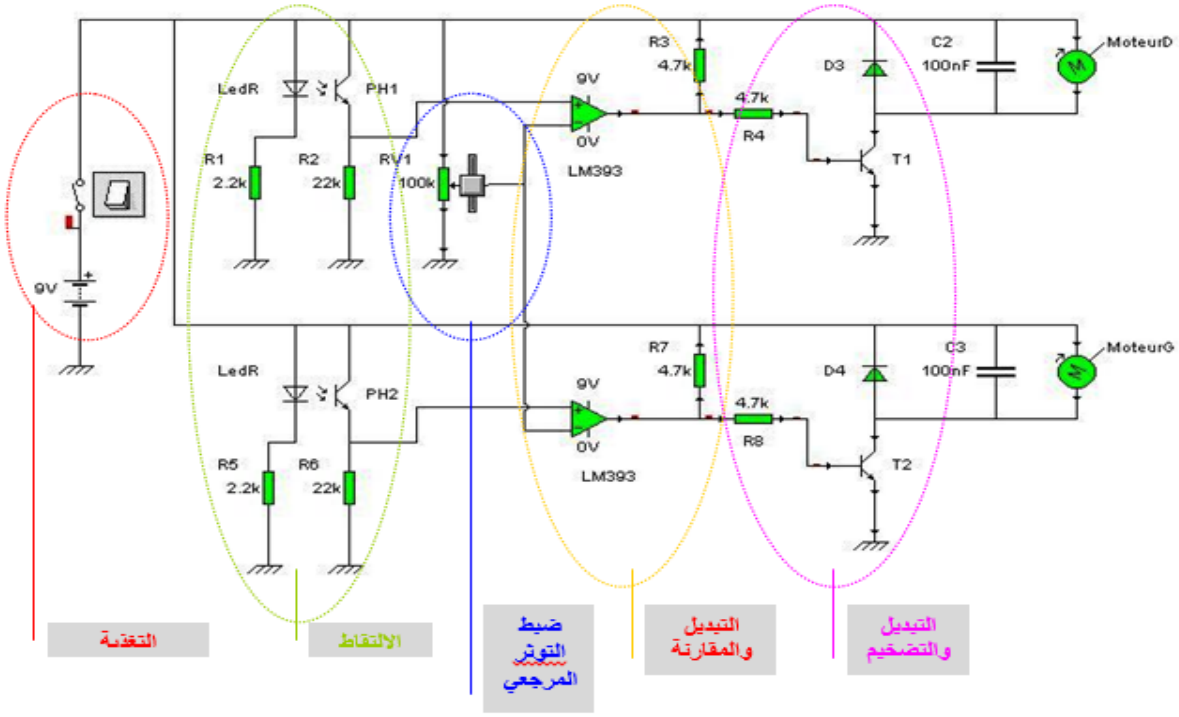
في هذه الحالة يطلب من المدرس القيام بهذه العملية وهو تصور حلول تقنية بناء على وظائف خدماتية بدفتر التحملات الوظيفي.



شكل 19: أداة FAST للوظيفة FP

4.4.5 **مثال:**

انطلاقا من الرشم التالي ومبدأ الاشتغال لنفس المنتوج السابق، نقوم بملء الأداة الوصفية FAST:



شكل 20 : الرشم الكهروبي لمنظم الروبوت

5.4.5 مبدأ اشتغال الرشم:

الرشم أعلاه لروبوت، يمكن من اتباع مسار أسود فوق بساط أبيض، هذا الروبوت مزود بعينين كهروبيتين، كل عين كهروبية مكونة من ثنبيل متألق كهربائي أحمر وترانزيستور ضوئي.

كل عين تتحكم في المحرك الموجود جهتها، وهكذا فحينما ترى اللون الأسود للمسار فإنها توقف المحرك المجاور لها.

يتكون الرشم أعلاه من مجموعة من الوظائف التقنية :

- وظيفة التغذية
- وظيفة الالتقاط
- وظيفة التبديل والمقارنة
- وظيفة التبديل والتضخيم
- وظيفة ضبط التوتر المرجعي

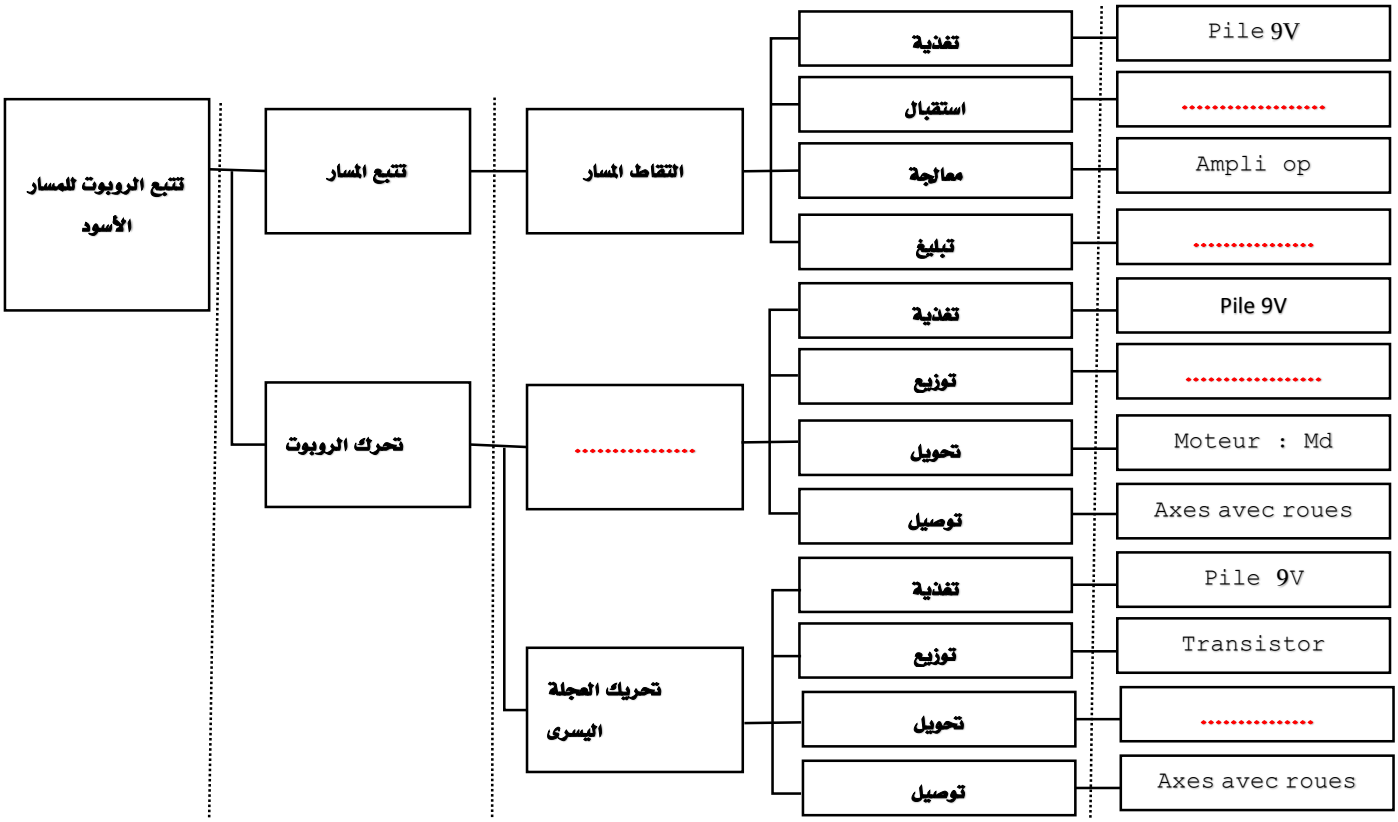
عندما يكون الثنبيل الموجود على يمين الروبوت موجها نحو اللون الأسود، فإن هذا الأخير يمتص الأشعة وبالتالي فالترانزيستور الضوئي لا يستقبل هذه الأشعة، فيصبح مرتجا والتوتر V(+) في المربط 5 ل LM393 هو 0V. بينما التوتر V(-) في المربط 6 يكون أكبر من 0 قطعا، وبالتالي توتر خروج LM393هو 0V. فيصبح الترانزيستور T1 مرتجا، فيتوقف المحرك جهة اليمين عن الدوران.

آنذاك يكون الثنبيل المتألق الموجود على اليسار موجها نحو البساط الأبيض مما يستدعي دوران المحرك الموجود على اليسار، ليتجه الروبوت نحو اليمين حتى يصبح الثنبيل D1 موجها نحو البساط الأبيض، ليبدأ المحرك MD في الدوران من جديد، وهكذا إلى أن يتبع الروبوت المسار ذا اللون الأسود.

نفس الشيء في حالة توجيه D2 نحو اللون الأسود.

6.4.5 ملء الأداة FAST:

في هذ الحالة يطلب من المتعلم بمساعدة المدرس القيام بملء أداة FAST غير التامة بناء على الحلول التقنية الموجودة في الرشم السابق وبعد قراءة مبدأ اشتغاله، لفهم واستيعاب العلاقة الموجودة بين الحل التقني وظيفته التقنية.



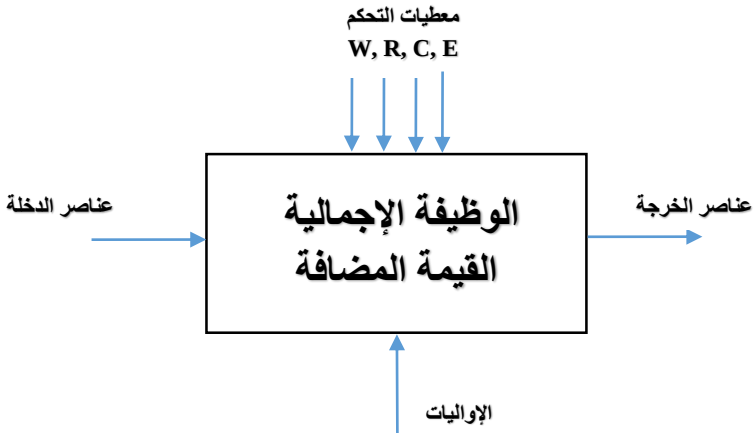
شكل 21: أداة FAST غير تامة للوظيفة FP

5.5 الأداة البنيوية SADT:

توظف الأداة SADT عن طريق التحليل التنازلي في فهم بنية المناظم الأكثر تعقيدا أو متعددة التكنولوجيات. ويمكن تمثيلها كالتالي باستخدام العناصر الأربعة التالية (طريقة M.E.C.S):

- الإواليات
- عناصر الدخلة
- معطيات التحكم

- **عناصر الخرجة**



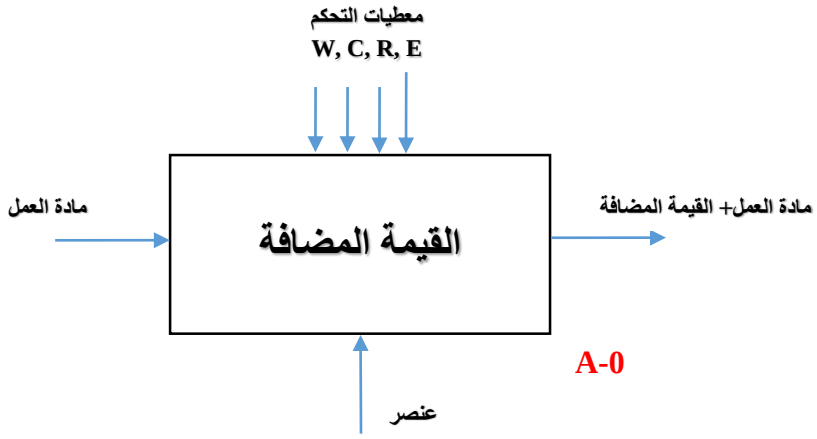
شكل 22: مكونات الأداة SADT

وتمثل الأداة SADT **في صيغتها** A-0: **تمثيلا وظيفيا** (Actigramme)، **وهي المناسبة للفئات العمرية لتلاميذ الإعدادي، ويكون الهدف منها إيضاح ما يلي:**

- **مادة العمل:** Matière d'œuvre: **عنصر من عناصر المحيط الفيزيائي أو البشري. وتصنف إلى ثلاثة أصناف:**
  - **مادة (صندوق، قضيب فلزي، قطعة...)؛**
  - **معلومة (وضعية صندوق، حالة قنينة...)؛**
  - **طاقة (كهربائية، حيلية، شمسية، ريحية...)؛**

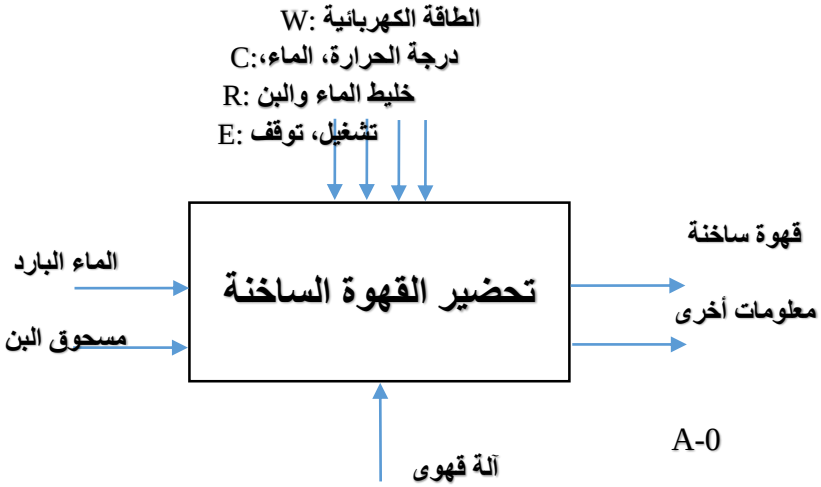
كما توجد مادة عمل رئيسية وأخرى ثانوية

- **القيمة المضافة** Valeur ajoutée **أو الوظيفة الإجمالية وهي التحولات والتغيرات التي تخضع لها مادة العمل (مادة، معلومة، طاقة) بين دخلة وخرجة المنظم.**
- **معطيات التحكم: هي باقي المعطيات التي تمكن من إنجاز الوظيفة، ونجد:**
  - **إكراه الطاقة** (W: contrainte énergétique)
  - **إكراه الترتيب** (C: contrainte de configuration)
  - **إكراه الضبط** (R: contrainte de réglage)
  - **إكراه التشغيل** (E: contrainte d'exploitation)



شكل 23: تمثيل ال أداةSADT في صيغة التمثيل الوظيفي A–0

مثال1.5.5:



شكل 24: تمثيل أداةSADTلآلة قهوى

خلاصة:6.5

تمثل الأدوات SADTوFASTأهم أدوات التحليل الوظيفي الخارجي المستعملة في مادة التكنولوجيا، ويبقى استعمالها مرتبطا بمدى إلمام مدرس المادة بكيفية استعمال هذه الأدوات حتى تتماشى مع المستوى التعليمي للمتعلمين، وهكذا يمكن استعمال الأداة SADTفي صيغتها الأولية أي ((A–0 حتى يتمكن المتعلم من فهم مبدأ اشتغال المنضم عبر التعرف على الوظيفة الإجمالية للمنظم المدروس، مادة العمل بالدخلة والخرجة ومختلف معطيات التحكم في سيرورة اشتغال المنظم.

لذلك لا بد من التمييز بين الوظيفة الإجمالية(الاستعمال) والوظيفة التقنية الرئيسية أثناء توظيف SADTفالأولى تكون من وجهة نظر المستعمل بينما الثانية يعبر عنها المنتج.

مثال: مجفف الشعر

- **الوظيفة الإجمالية: تجفيف الشعر**
- **الوظيفة التقنية الرئيسية: إخراج الهواء البارد أو الحار**

أما بالنسبة ل FAST **فيمكن توظيفه من طرف الأستاذ لأجل البحث عن الحلول وتصور أحسنها انطلاقا من دفتر التحملات الوظيفي المحصل عليه أو المعد من جهة أخرى، بينما المتعلم يطالب فقط بقراءة هذه الحلول عبر استعمال أداة** FAST **حتى يتمكن من فهم كيفية المرور من الوظيفة الخدماتية إلى الحلول التقنية عبر الوظائف التقنية.**