Qu’est-ce que l’ingénierie des systèmes et quel est son usage pour un développeur de nouveaux systèmes ?

12 mai 2017, 02:00

Tania Drissen
Pieter Beyl

L’ingénierie des systèmes (SE-Systems engineering) se réfère à la procédure intégrale, incluant les procédures partielles, définie en vue de passer d’une idée d’affaire, ou du besoin exprimé par un client, au produit (ou procédé) qui répond à toutes les attentes, pendant toute le cycle de vie. Dans cette approche, les aspects les plus connus sont les procédures de gestion technique. Les autres aspects ne recueillent souvent que très peu d’attention, avec pour conséquence un dépassement des coûts/budget et l’absence de la qualité souhaitée. Voici de manière schématique quels sont au juste tous les aspects de l’ingénierie des systèmes, et quels sont les aspects qui méritent de recevoir une attention particulière.

L’ingénierie des systèmes (ou ingénierie système) est un terme dont l’utilisation remonte aux années 1940. Il s’agit d’une approche scientifique trouvant son origine dans le contexte des grands projets (gouvernementaux), uniques, complexes, coûteux, par exemple, dans les domaines défense nationale, aérospatiale et aéronautique – les responsables ayant fini par constater l’impossibilité de réaliser pareils ‘systèmes’ complexes, dans le respect des délais, des coûts et dans la qualité souhaitée.

En Belgique, l’ingénierie des systèmes n’est pas encore un concept établi. Une recherche sur ce terme ne débouche souvent que sur une discipline incluse dans une formation universitaire et sur quelques offres d’emploi s’adressant à des ingénieurs système dans l’univers des logiciels. Sur d’autres sites web belges, le terme est synonyme de 'construction de machines' ; toutefois l’ingénierie des systèmes est bien davantage que l’ingénierie d’un système. Le terme désigne la procédure intégrale à suivre pendant le trajet allant de l’idée d’un nouveau produit (ou des besoins exprimés par un client) jusqu’à l’obtention d’un produit final (ou procédé) parfaitement fonctionnel, qui répond à toutes les attentes, pendant tout le cycle de vie.

Lien avec la réalité dans les entreprises d’aujourd'hui

Avec l’évolution technologique de ces dernières décennies (progrès dans la puissance de traitement des données, connectivité, miniaturisation et composants moins coûteux), il est devenu possible, au double plan technique et financier, d’intégrer de manière intensive des capteurs, actuateurs, unités de commande et interfaces de données (sans fil), dans toujours plus de produits. Avec pour conséquence des nouvelles possibilités, mais également une complexification croissante des produits désormais ‘connectés et intelligents’ (voir la figure), réunissant des

matériels et logiciels, et des technologies les plus diverses.



(Cliquez pour agrandir)
(Source : Harvard Business Review)

A cela s'ajoute la tendance actuelle à fournir aux utilisateurs des produits/solutions répondant autant que possible aux souhaits de chacun (hyper-personnalisation), ce qui se traduit par la production de séries toujours plus petites (jusqu'au lot égal à 1).

Enfin, sous l'incidence de la mondialisation, les entreprises sont désormais en concurrence avec les entreprises du monde entier. Pour survivre dans ce contexte, il faut désormais pouvoir livrer les produits, rapidement, dans le respect du délai annoncé, et dans la qualité requise par le client. L'entreprise qui 'rate le coche' s'est dépensée en pure perte. Et si le produit ne répond pas aux attentes du client, l'entreprise risque une perte de renommée et/ou perte de parts de marché.

Tout cela montre qu'il existe un parallèle entre, d'une part, l'actuel contexte dans lequel s'inscrit le développement des produits et, d'autre part, les grands projets complexes sur décision des pouvoirs publics, qui ont fait émerger le concept 'ingénierie des systèmes'. Aujourd'hui encore, c'est l'approche systématique de l'ingénierie des systèmes qui permet le développement 'first time right' de la nouvelle génération des produits exclusifs et complexes.

L'ingénierie des systèmes, en résumé

L'ingénierie des systèmes (SE – Systems engineering) peut être définie comme étant *'une approche structurée et systématique en vue de réaliser des nouveaux systèmes ou d'adapter/modifier des systèmes existants'*. Un 'système' peut être soit un produit, soit un procédé, soit une prestation de service.

La principale **raison** d'utiliser cette approche :

- L'utilisateur final (client) obtient la 'meilleure' solution à son problème (c.-à-d. une solution qui répond à ses attentes – fonctionnelle au plan des performances, adaptée à son environnement, fiable, robuste, offrant un ratio optimal 'total life cycle cost', *tenant compte du cycle de vie total* du produit).
- Le fournisseur garde le contrôle sur l'ensemble de la procédure, depuis le premier contact avec le client jusqu'à la livraison de la solution. L'approche systématique est pour lui une aide dans la prise de décisions et lui permet de surveiller les coûts et les délais, et d'anticiper les risques techniques et autres.

La figure ci-dessous, extraite de la norme ISO/IEC/IEEE 15288: 2015 et du manuel Incose SE, donne un aperçu de tous les aspects de la procédure SE, dont il faut tenir compte pour mener à bon terme le développement d'un système. Selon le degré de complexité ; selon le nombre de 'stakeholders' (parties intéressées) ; et selon les risques pour l'entreprise, … il conviendra d'accorder plus ou moins d'attention à l'une ou l'autre des (parties de) procédure.



(Cliquez pour agrandir)

Les cadres en rouge dans la figure ci-dessus montrent **les parties de procédure auxquelles il est souhaitable, dans tout projet, d'accorder un surcroît d'attention (et donc de temps)** :

- Saisir les véritables attentes/exigences de l'utilisateur final, du client **et** de toutes les autres parties intéressées (jusqu'à ce que le problème soit connu et clair au niveau d'abstraction adéquat).

  

  DILBERT © 1997 Scott Adams. Used By permission of Andrews McMeel Syndication. All rights reserved.

- Documenter de manière univoque et correcte ces exigences, pour toute l'équipe de développement (de manière à ce que chaque membre de l'équipe puisse travailler au projet sur la base des mêmes informations exhaustives et pouvoir évaluer les solutions pendant la phase de solution).

- Etablir une nette distinction entre le problème (exigences du client) et les possibles solutions (du fournisseur). Ce qui permet de formuler d'innombrables solutions alternatives et créatives – pour chaque problème séparément.

- Vérifier les solutions possibles de manière systématique (dans quelle mesure répondent-elles aux exigences) et gérer le concept sur cette base.

- Tenir compte du cycle de vie total du système (exigences distinctes selon les différentes phases de vie), en vue d'aboutir à une solution globale optimale.

- Structurer hiérarchiquement les solutions : même les systèmes les plus complexes peuvent ainsi être modélisés de manière compréhensible. Chaque partie du système, tour à tour, est développée selon la même approche (chaque problème, chaque intervenant, chaque fournisseur, chaque vérification, chaque cycle de vie), avant d'être ensuite intégrée dans la solution.

Aidez-nous à mieux vous aider : participez à notre enquête
Pour déterminer quelles sont les principales attentes, parmi les thèmes évoqués ci-dessus, nous avons préparé une enquête (en néerlandais). Souhaitez-vous contribuer à nous aider (à mieux vous aider) ? Dans ce cas, participez à notre enquête, via ce lien.

Pour gérer l'approche SE de manière adéquate d'un bout à l'autre, une personne doit être chargée de définir les procédures et outils ; de les faire appliquer ; et de surveiller que tout se passe bien. Il est important que cet **ingénieur des systèmes** puisse 'attribuer' ces méthodes de travail à l'ensemble de l'équipe de développement et que chacun soit motivé à soutenir cette approche.

Pourquoi investir dans cette approche ?

Il est probable que l'on ne réalise pas toujours clairement que la mise en application des principes fondamentaux, souvent négligés, évoqués ci-dessus, contribue dans une très grande mesure à permettre d'atteindre l'objectif visé par le projet (c.-à-d. : aboutir à une solution optimale pour le client et, pour vous en tant que fournisseur de la solution, cela signifie avoir sous la main un outil d'aide à la décision, permettant de garder le contrôle sur le processus de développement).

La figure ci-dessous montre que les 70 pour cent du coût total d'un projet sont générés pendant la phase de conception (surface en gris clair). Lorsque des modifications sont apportées au concept pendant cette phase, les coûts sont 500 à 1.000 fois moins élevés, par rapport à la situation où l'on constate, pendant la phase de production, qu'une modification est nécessaire (voir la flèche).

'Perdre' du temps à bien prendre soin de la phase de conception se révèle… un sage investissement !



(Source : Incose.org)

Différentes **études** ont révélé qu'il existe une corrélation significative entre la 'capacité/aptitude à appliquer l'ingénierie des systèmes' dans l'entreprise et les performances de réalisation des projets (respect des délais et du budget, degré de qualité). Quelques exemples :

> *Elm and Goldenson* ont réalisé une étude montrant que les entreprises ayant la meilleure maîtrise de l'ingénierie des systèmes (SE) ont livré quatre fois plus de projets notés avec les meilleurs scores, et 2 fois et demie moins de projets notés avec le pire score, en comparaison avec les entreprises n'utilisant pas la méthode SE.
>
> *Boeing* a comparé l'impact de l'ingénierie des systèmes en faisant réaliser un même projet par deux équipes différentes : l'équipe ayant appliqué les principes SE a réalisé le projet en trois fois moins de temps.

Vous avez des questions ou vous souhaitez plus d'informations ? Prenez contact avec nous !

Cet article a été rédigé dans le cadre du projet Inprovol (Produits intelligents à la durée de vie prévisible) et le projet Mechatronica 4.0 (en route sur la voie menant aux machines industrielles autonomes et connectées), avec l'appui de VLAIO.

Sources

- ISO/IEC/IEEE 15288: 2015: https://www.iso.org

Auteurs



Tania Drissen



Pieter Beyl