

ChatGPT

pour la conception électronique

GPT-4o fait-il mieux ?

Clemens Valens (Elektor)

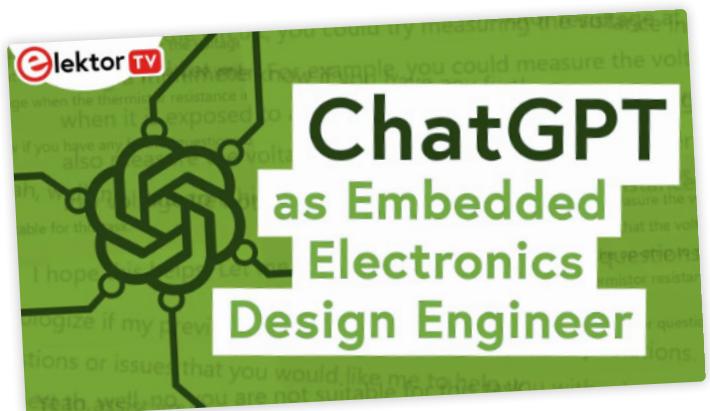
Au début de l'année 2023, j'ai voulu savoir si ChatGPT pouvait servir d'outil pour la conception électronique. J'ai interagi avec la version « Feb 13 », construite sur l'architecture GPT-3.

Bien que ses compétences linguistiques m'aient profondément impressionné, ses aptitudes en ingénierie ne m'ont pas convaincu. Depuis, GPT-3 a évolué pour devenir GPT-4o. Est-il désormais à la hauteur ? Il est temps de le découvrir.

Lors de ma première conversation avec ChatGPT, j'en ai rapidement conclu qu'il n'était pas encore prêt pour les tâches complexes que j'avais en tête. Vous pouvez en voir un exemple dans une vidéo sur Elektor TV [1]. Cette limite est compréhensible, car il faut souvent plusieurs années d'apprentissage aux humains pour maîtriser l'électronique. Cependant, un problème plus préoccupant est rapidement apparu : ChatGPT passait sans hésitation du sens à l'absurde, au point de mentir ouvertement. À partir de là, j'ai décidé de prendre tout ce qu'il disait avec beaucoup plus de précaution.

ChatGPT va-t-il remplacer Wikipedia ?

Au cours des derniers mois, j'ai continué à interagir avec ChatGPT [2] et j'ai constaté des améliorations significatives. J'ai même réalisé que j'avais progressivement arrêté d'utiliser Wikipédia, mon site web de référence depuis toujours. ChatGPT intègre probablement une grande partie des contenus de Wikipédia, mais sa capacité à les synthétiser rend les recherches bien plus rapides et efficaces.



Watch Clemens's original video (https://youtu.be/pM1n_q7q670) from February 2023, when he tested ChatGPT as a tool for designing electronic circuits and embedded software.



Déboguons un circuit

L'un des exercices que j'ai tenté avec GPT-3 consistait à déboguer un circuit simple, illustré à la **figure 1**. Il s'agit d'un détecteur de circuit ouvert. La LED est censée rester éteinte lorsque J1 est court-circuité et s'allumer lorsque J1 est ouvert. Cependant, une erreur s'est glissée dans le schéma : le transistor Q1 est spécifié comme étant PNP au lieu de NPN attendu dans ce cas, ce qui empêche le circuit de fonctionner correctement. En réalité, si vous reproduisez le circuit de la figure 1 sur une plaque à essai, vous constaterez qu'il fonctionne, mais à l'envers : la LED s'allume lorsque J1 est court-circuité et s'éteint lorsque J1 est ouvert. Ce comportement s'explique par le fait que J1 court-circuite la base et l'émetteur, transformant Q1 en une simple diode.

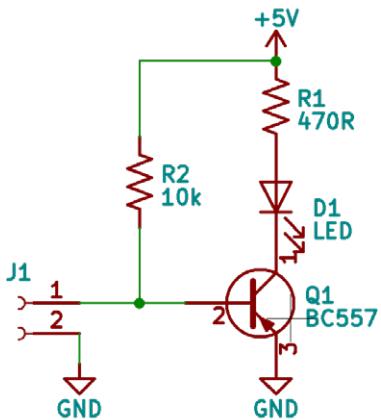


Figure 1. Un détecteur de circuit ouvert simple mais défectueux. ChatGPT peut-il trouver l'erreur ? Le pouvez-vous ?

En sollicitant ChatGPT pour identifier et résoudre ce problème, j'ai rencontré une difficulté majeure : lui transmettre correctement le schéma du circuit. À la question de savoir comment procéder, il m'a conseillé de charger une image du schéma sur GitHub, par exemple, puis de partager le lien. C'est ce que j'ai fait. Voici la réponse que ChatGPT m'a donnée :

Je vois, merci d'avoir partagé le schéma. J'ai examiné le schéma et cela ressemble à un simple circuit de détection en circuit ouvert. Voici quelques réflexions et questions initiales :

- *Le schéma indique une pile de 9 V comme source d'alimentation. Est-ce l'alimentation que vous utilisez pour le circuit ?*
- *Le circuit utilise un ampli-op 741 comme comparateur. Y a-t-il une raison spécifique pour laquelle vous avez choisi cet ampli-op ?*
- *Le circuit utilise une thermistance comme élément de détection pour identifier un circuit ouvert. Comment la thermistance est-elle utilisée dans le circuit et quel est le comportement attendu lorsqu'un circuit ouvert est détecté ?*
- *Le schéma montre deux LED, une verte et une rouge. Comment ces LED sont-elles utilisées dans le circuit et quel est le comportement attendu lorsqu'un circuit ouvert est détecté ?*

D'après le schéma, il est possible que le circuit ne fonctionne pas comme prévu si les valeurs ou les connexions des composants sont incorrectes. Pour faciliter le débogage, pourriez-vous fournir plus d'informations sur les problèmes ou les comportements inattendus que vous rencontrez avec le circuit ?

Il est évident que ChatGPT n'a pas réellement analysé mon circuit, mais s'est contenté de restituer une réponse issue de sa mémoire, évoquant un montage similaire : un détecteur de température haute/basse illustré à la **figure 2**. Malgré plusieurs tentatives, je n'ai pas réussi à lui faire comprendre mon schéma. J'ai donc fini

par abandonner. Si ChatGPT est incapable de lire les schémas, il ne peut ni les analyser ni les corriger.

Recherche de défauts avec GPT-4o

La version GPT-4o de ChatGPT a évolué de plusieurs façons par rapport à GPT-3 [3]. Non seulement il traite mieux le langage naturel et vous avertit de ses limites, mais son interface utilisateur s'est également améliorée. Vous pouvez maintenant télécharger des fichiers en plus de taper du texte, ce qui lui permet de travailler avec des images et d'autres documents. J'ai utilisé cette fonctionnalité avec succès, par exemple, pour traduire des scans de documents chinois en anglais. Cela montrait que ChatGPT analysait réellement les documents fournis. J'ai donc décidé d'essayer l'exercice de débogage de schéma précédent avec GPT-4o. Après avoir posé les mêmes questions préliminaires qu'avec GPT-3, j'ai téléchargé le fichier plutôt que de le diriger vers GitHub. Voici sa réponse (y compris le formatage). Notez que j'ai omis les conseils de dépannage, car GPT-4o est bien plus verbeux que GPT-3.

Je vois que vous avez téléchargé un schéma intitulé « Open Circuit Detector ». D'après les composants listés, il semble s'agir d'un circuit simple impliquant une LED, un transistor (BC557), des résistances et un connecteur (J1).

Voici une brève analyse du circuit :

Composants :

1. **D1** : LED
2. **Q1** : Transistor PNP BC557
3. **R1** : Résistance de $470\ \Omega$ (probablement une résistance de limitation de courant pour la LED)
4. **R2** : Résistance de $10k\ \Omega$ (probablement une résistance de base pour le transistor)
5. **J1** : Connecteur

Description du circuit :

- *La LED (D1) est connectée en série avec la résistance R1 et le collecteur du transistor PNP (Q1).*

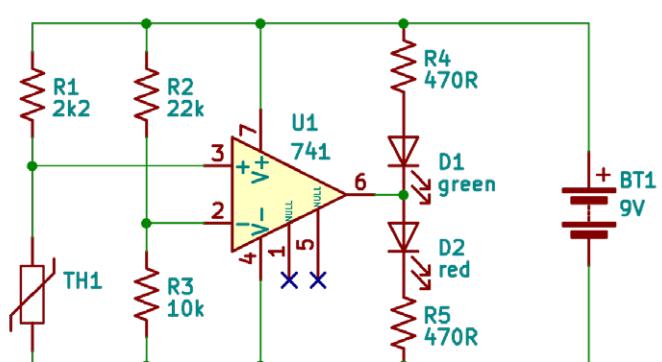


Figure 2. Est-ce que c'est ce que GPT-3 a cru voir ?

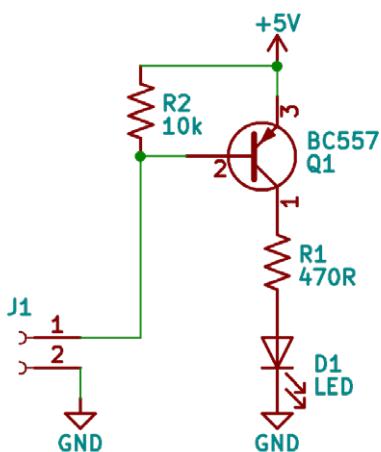


Figure 3. Apparemment, GPT-4o a interprété le circuit comme suit.

- L'émetteur de Q1 est connecté à l'alimentation +5V.
- La base de Q1 est connectée à la jonction de R2 et à l'une des broches du connecteur (J1).

➤

Fonctionnement attendu :

- Lorsque la base du transistor Q1 est tirée vers le bas (proche de la masse), Q1 devrait s'allumer, permettant au courant de circuler de l'émetteur au collecteur et d'allumer la LED.
- S'il y a un circuit ouvert ou une absence de connexion au niveau de J1, le transistor ne s'allumera pas et la LED restera éteinte.

[J'ai laissé de côté les conseils de dépannage]

Faites-moi savoir si vous avez besoin d'aide pour une partie spécifique du circuit ou si vous rencontrez un problème particulier !

La plupart des éléments ci-dessus sont corrects, à l'exception d'un détail : l'émetteur du transistor est connecté à +5 V au lieu d'être relié à la terre. Il semble qu'il ait interprété le circuit comme le montre la **figure 3**. La description par ChatGPT du fonctionnement attendu du circuit le confirme. Après avoir signalé son erreur, il a fourni l'analyse ci-dessous.

Merci de nous l'avoir signalée ! Corrigeons l'analyse :

Description corrigée du circuit :

- Q1 (BC557) est un transistor PNP, et dans cette configuration corrigée :
 - Émetteur: Connecté à la **masse**.
 - Collecteur: Connecté à une extrémité de la LED à travers la résistance **R1** (470Ω), qui est ensuite connectée à l'**alimentation +5V**.
 - Base: Connectée à la jonction de **R2** (10kΩ) et de l'une des broches du connecteur **J1**.

Fonctionnement corrigé :

- Dans un transistor PNP comme le BC557, le courant circule de l'émetteur vers le collecteur lorsque la base est plus négative (tension plus faible) par rapport à l'émetteur.

➤ L'émetteur étant mis à la terre, le circuit allume la LED lorsque la base du transistor est à une tension supérieure à celle de l'émetteur, c'est-à-dire lorsqu'elle est tirée vers le bas par rapport à l'émetteur, le transistor s'éteint et la LED s'éteint.

➤ Comportement attendu :

- LED allumée : La LED doit s'allumer lorsque la tension à la base de Q1 est suffisamment élevée (proche de +5V), ce qui signifie que le transistor est conducteur.
- LED éteinte : Si la base de Q1 est ramenée à la masse (ou très proche de la masse), le transistor cesse de conduire et la LED s'éteint.
- [...]

Si vous rencontrez toujours des problèmes, veuillez fournir plus de détails sur ce que fait le circuit par rapport à ce que vous attendez de lui, et je pourrai vous aider davantage !

Maintenant, la description du circuit correspond au schéma téléchargé. En revanche, l'« opération corrigée » est contradictoire. D'abord, il explique comment fonctionne un transistor PNP, puis il continue avec ce qui semble être un transistor NPN. Le paragraphe « Comportement attendu » le confirme. En informant ChatGPT de cette contradiction, il a répondu (en supprimant à nouveau les explications verbeuses) :

Vous avez raison, et je m'excuse pour la confusion dans mes explications précédentes. Clarifions le comportement correct pour un transistor PNP comme le BC557.

[...]

Si l'émetteur du BC557 est connecté à la masse, le transistor ne se comportera pas comme prévu pour allumer une LED, à moins que le circuit ne soit conçu d'une manière très spécifique. Normalement, l'émetteur d'un transistor PNP doit être connecté à une tension positive (par exemple, +5V), avec le collecteur connecté à la charge (LED et résistance), et la base doit être tirée vers le bas pour allumer le transistor.

[...]

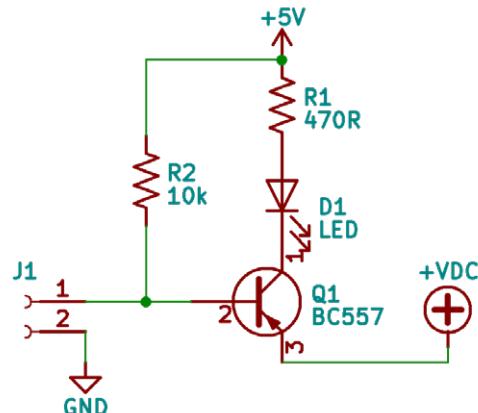


Figure 4. ChatGPT suggère de connecter l'émetteur à une tension positive, ce qui est dangereux pour Q1.

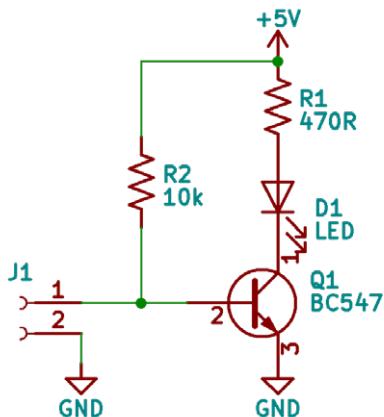


Figure 5. Le circuit que nous cherchions. ChatGPT ne l'a pas proposé.

Si vous corrigez la connexion de l'émetteur à une tension positive, la description originale de la façon dont le circuit devrait fonctionner (la LED s'allume lorsque la base est basse par rapport à l'émetteur) restera vraie.

Cette fois, ChatGPT signale une possible erreur dans le circuit. Cependant, la solution qu'il propose (**figure 4**) est incomplète, car la LED doit être inversée pour que cela fonctionne. De plus, la tension positive doit être d'au moins 5,6 V pour que le transistor Q1 commence à conduire. En outre, si J1 est court-circuité dans le circuit de la figure 4, le transistor risque de griller, car le courant de base n'est limité que par l'alimentation.

En suggérant à ChatGPT de remplacer Q1 par un transistor NPN (**figure 5**), il reprend :

En résumé, le remplacement du BC557 par un BC547 inversera la logique du circuit. Avec le BC547, la LED s'allume lorsque le socle est tiré vers le haut, et elle s'éteint lorsque le socle est bas ou ouvert.

Malheureusement, ChatGPT n'a toujours pas compris que J1 est censé être ouvert ou court-circuité. En le signalant, j'ai obtenu cette réponse (abrégée) :

Résumé de l'opération :

- J1 court-circuité (circuit fermé) : La LED est **éteinte**, ce qui indique que le circuit est court-circuité.
- J1 ouvert (circuit ouvert) : Le voyant **est allumé**, ce qui indique que le circuit est ouvert.
- Mise en œuvre pratique :

➤ Résistance de tirage: Si J1 est ouvert, le socle du BC547 peut flotter à moins qu'il n'y ait un pull-up assez fort vers le +5V. Vous pouvez utiliser le pull-up interne du microcontrôleur (si applicable) ou ajouter une résistance de pull-up externe pour s'assurer que le socle est tiré vers le haut lorsque J1 est ouvert.

➤ Résistance de tirage vers le bas: Si vous voulez vous assurer que le socle est bien relié à la terre lorsque J1 est court-circuitée, vous pouvez ajouter une petite résistance d'excursion vers le bas au socle, mais ce n'est généralement pas nécessaire si J1 est une connexion solide à la terre.

Un microcontrôleur est apparu de nulle part et ChatGPT semble avoir oublié R2. Ceci a mis fin à mon expérience.

L'IA a encore un long chemin à parcourir

Les résultats ci-dessus nous permettent de conclure que GPT-40 peut effectivement traiter des images, mais son interprétation semble souvent influencée par ses connaissances préalables. Ce biais est en fait assez humain. Dans ce cas particulier, ChatGPT s'attendait clairement au circuit de la figure 3 plutôt qu'à celui de la figure 1. Toutefois, bien qu'il ait remarqué que Q1 était de type PNP, il a traité le circuit comme s'il s'agissait d'un transistor NPN. Un humain, lui, n'aurait jamais commis cette erreur.

Lorsqu'il est confronté à des données inattendues, ChatGPT produit parfois des résultats incohérents. Cela m'a rappelé l'ordinateur d'échecs de mon frère à la fin des années 80. Si vous jouiez de manière conventionnelle, il était difficile à battre. Mais dès que vous faisiez un mouvement inattendu, il perdait le fil et vous le battiez systématiquement. ChatGPT fonctionne de manière similaire. Il est impressionnant lorsqu'il s'agit de traiter le langage naturel, et c'est un excellent moteur de recherche et une interface pour Wikipédia. Cependant, en matière de résolution de problèmes complexes, il n'est pas plus performant qu'un ordinateur d'échecs des années 80. En somme, l'intelligence artificielle a encore un long chemin à parcourir. ↗

240410-04

Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (clemens.valens@elektor.com) ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produit

- **Practical Electronics Crash Course (Bundle)**
www.elektor.fr/20824

LIENS

- [1] Video: ChatGPT as Embedded Electronics Design Engineer, Elektor TV: https://youtu.be/pM1n_q7q670?si=PXL3VePdo8ytAUyd
- [2] OpenAI: <https://openai.com/>
- [3] ChatGPT 4: <https://openai.com/index/gpt-4/>