

TECHNOLOGIE EXTERNE LECTURE DE «DATA BOOK»

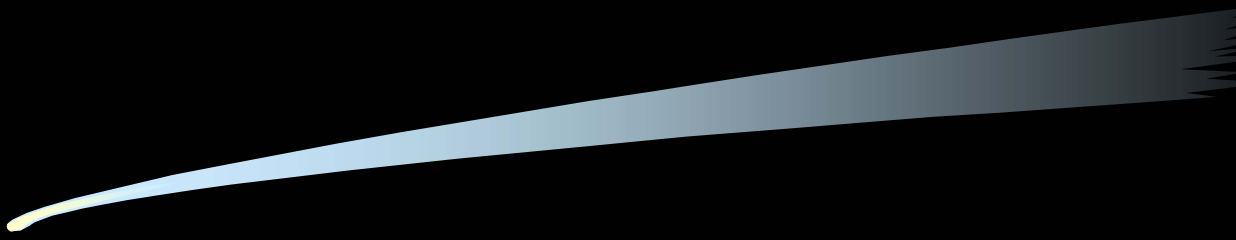
2 * 1h15

Caractéristiques générales des Cis

Notion de gabarit

Caractéristiques électriques dynamiques

Data Book - Mode d'emploi



Définitions :

Technologie externe correspond aux caractéristiques d'utilisation des circuits intégrés.

Fonctions de transfert en tension, performances, brochages ...

Technologie interne correspond à la constitution interne des circuits intégrés. (MOS, Bipolaires, Architecture ..)

Caractéristiques générales des CIs

Caractéristiques mécaniques : Packaging (types de boîtiers)
Reportabilité, Soudabilité

Leçons de 2A et 3A

Gammes de température d'utilisation : (différent de stockage)

Gamme à spécification militaire $-55^{\circ}\text{C}/125^{\circ}\text{C}$
(pas réservé à l'armée !! / préfixe 54 en TTL)

Gamme industrielle $0^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ (préfixe 74 en TTL)

Gamme automobile $-25^{\circ}\text{C}/70^{\circ}\text{C}$ (dépend du constructeur)

Caractéristiques électriques statiques

Tension d'alimentation : dépend de la famille logique (techno)

Exemples : TTL 5V +/-5%

CMOS série 4000 3 à 18 V

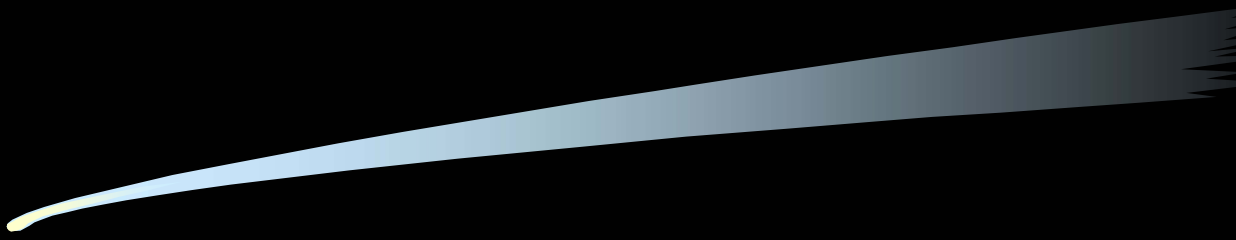
CMOS moderne 3.3v ou moins

Ne pas confondre : tension d'utilisation

(garantie de bon fonctionnement)

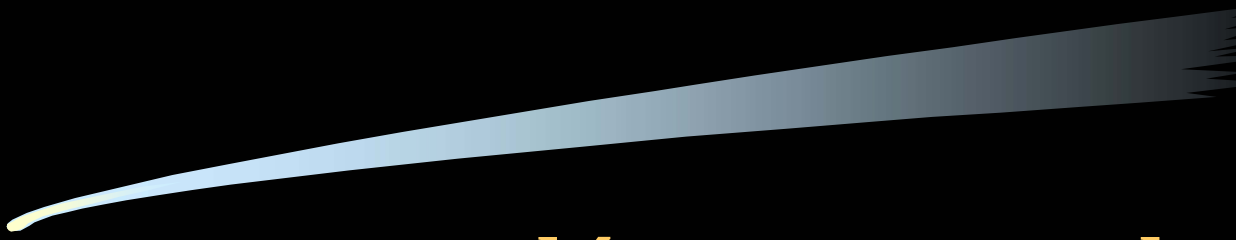
tension maximum

(garantie de non destruction)



Courant consommé (sur l'alimentation) : il peut dépendre de l'état de la (ou des) sortie(s).

Puissance statique (à fréquence d'utilisation nulle) :
Tension alim * Courant consommé total
(pour chaque état logique)



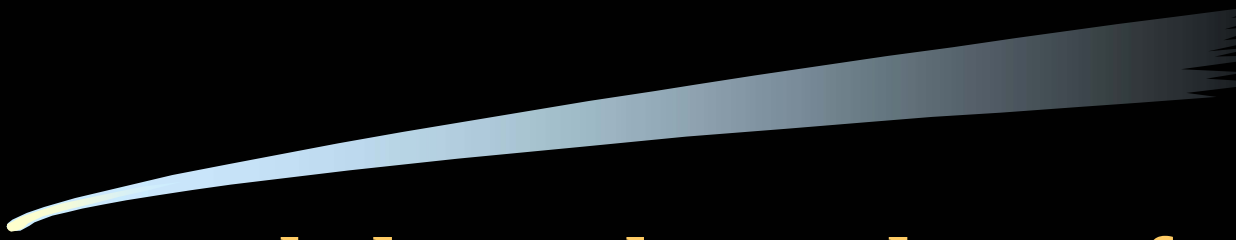
Considérations sur les séries

Les CIs sont fabriqués par série de plusieurs millions par référence. Il est hors de question de fournir une feuille de données par CI.

Les caractéristiques sont valables pour une famille logique complète

Exemple : Dire qu'un CI à une tension max de 7.5 volt veut dire que le circuit le moins performant de la série sera détruit au-dessus de 7.5V. Un autre peut ne pas être détruit à 8V.

La conception de système en série ne peut prendre en compte que les caractéristiques des circuits les moins bons.



«Philosophie» des informations

Les informations constructeur sont classées en deux catégories

- Les paramètres à respecter au cours de l'utilisation (ou du stockage)
- Les paramètres garantis

«Si l'utilisateur respecte les paramètres à respecter alors le constructeur assure les paramètres garantis»

Niveaux logiques

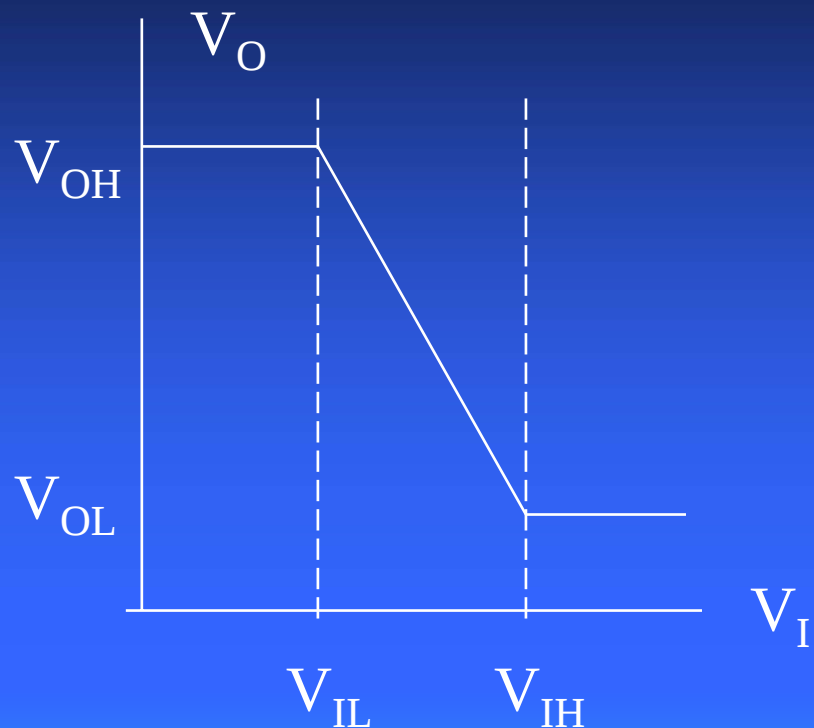
En général : niveau logique = tension

Niveau	Potentiel de sortie	Potentiel d'entrée	Log-Pos
H	V_{OH}	V_{IH}	1
L	V_{OL}	V_{IL}	0

Fonction de transfert en tension (caractéristique de transfert)
Relation entre V_I et V_O

Caractéristique en tension

Exemple de l'inverseur : (courbe idéalisée)



Si $0 < V_I < V_{IL}$: $V_O = V_{OH}$

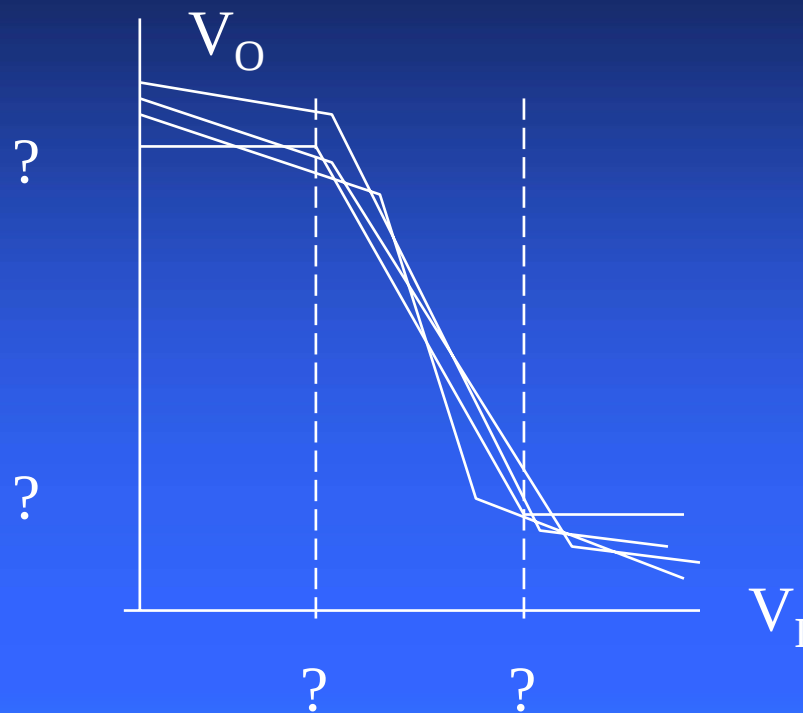
Si $V_{IL} < V_I < V_{IH}$: zone linéaire

Si $V_{IH} < V_I < V_{max}$: $V_O = V_{OL}$

Pour un circuit logique, il ne faut pas «stationner» dans la zone linéaire.

Problème !!!!

Exemple de l'inverseur : (faisceau de courbe)

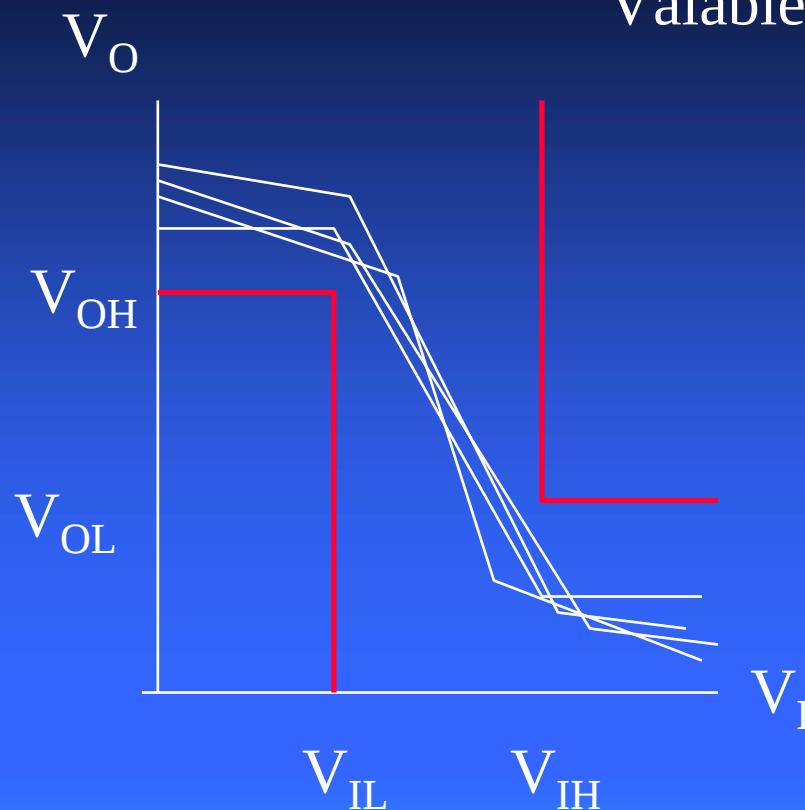


Il faudrait une caractéristique
par circuit produit !!!

Strictement
impossible

Notion de gabarit

Valable pour TOUTE la FAMILLE logique



Si $0 < V_I < V_{IL} : V_O > V_{OH}$

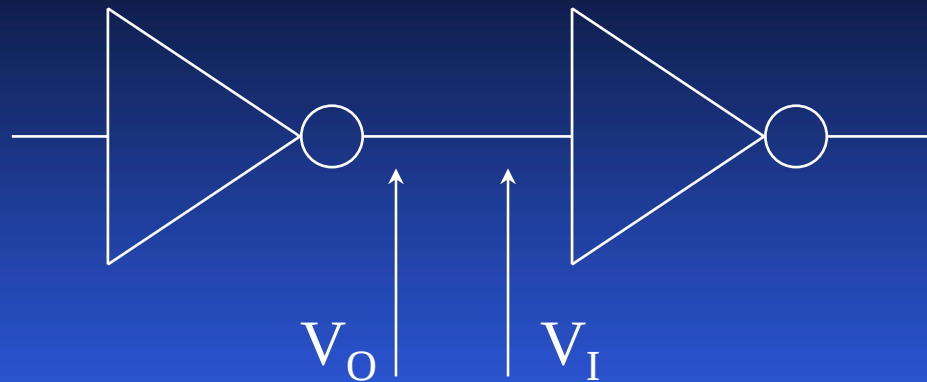
Si $V_{IH} < V_I < V_{max} : V_O < V_{OL}$

Pas de fonctionnement garanti
si : $V_{IL} < V_I < V_{IH}$

!! il faut que les autres paramètres de fonctionnement soient respectés

Remarque sur les niveaux

Cas fréquent



Si $V_O = 1$ au pire $V_O = V_{OH}$: le 1 n'est compris que si $V_I > V_{IH}$

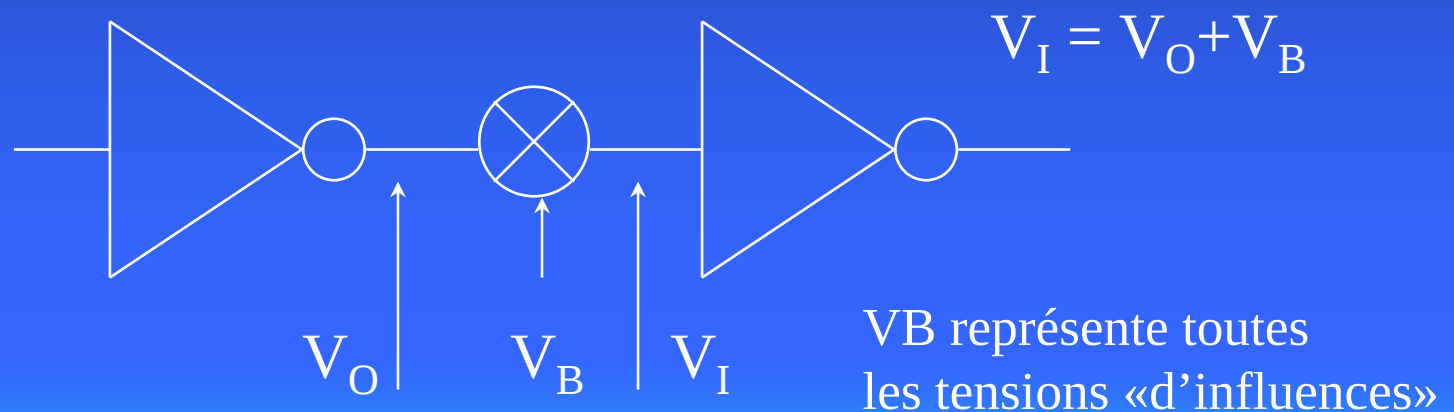
Il faut donc $V_{OH} > V_{IH}$
de même il faut $V_{OL} < V_{IL}$

Il faut donc régénération
des signaux : une famille
logique ne peut pas être
à base de composants passifs

Immunité au bruit statique (1)

Déf : bruit statique = perturbations dont la vitesse d'évolution est petite par rapport au temps de propagation de la porte.

Immunité : tension parasite que l'on peut ajouter au signal tout en conservant un fonctionnement normal (atout du numérique vs analogique)



Immunité au bruit statique (2)

$$V_I = V_O + V_B$$

Au niveau 1 : Il faut que $V_I > V_{IH}$

$$V_{OH} + V_B > V_{IH}$$

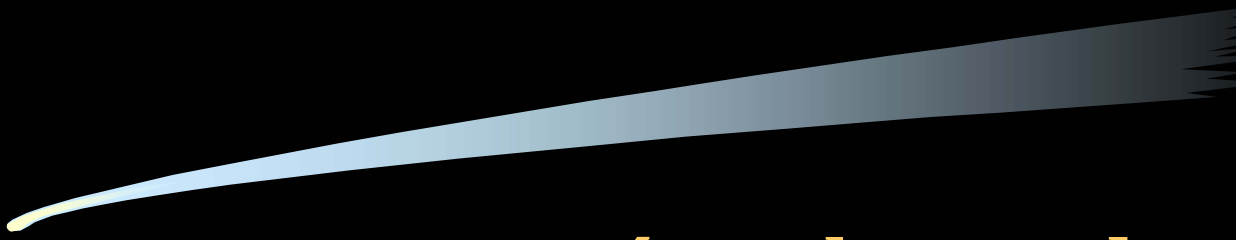
$$\text{d'où } V_{B\max} = |V_{OH} - V_{IH}|$$

Au niveau 0 : Il faut que $V_I < V_{IL}$

$$V_{OL} + V_B < V_{IL}$$

$$\text{d'où } V_{B\max} = |V_{OL} - V_{IL}|$$

Capacité à travailler correctement dans un environnement «bruyant» électromagnétiquement.



Immunité au bruit dynamique

Déf : bruit dynamique = perturbations dont la vitesse d'évolution est grande par rapport au temps de propagation de la porte.
On ne peut plus tenir compte de la tension, on tient compte de l'énergie de la perturbation.

Très rarement documenté

La tension parasite acceptable est d'autant plus grande que l'impulsion parasite est courte.

Sortance / Entrance

Fan-out/Fan-in

Entrance : courant de commande d'une entrée exprimée en charge unitaire (normalisée)

Exemple : TTL-N porte de base $I_{IH} = 40 \text{ microA}$ (entrant)
 $I_{IL} = -1,6\text{mA}$ (sortant)

porte lambda $I_{IH\max} = 400 \text{ microA}$
 $I_{IL\max} = -8 \text{ mA}$

Entrance au niveau haut : 10
au niveau bas : 5 Entrance = 10

Cette entrée est équivalente à 10 entrées en parallèle

Sortance / Entrance (2)

Sortance : courant maximum qu'une porte (sortie) peut fournir ramené à une entrée unitaire (normalisée)

Exemple : TTL-N porte de base $I_{IH} = 40 \text{ microA}$ (entrant)
 $I_{IL} = -1,6\text{mA}$ (sortant)

porte lambda $I_{OHmax} = 400 \text{ microA}$
 $I_{OLmax} = -20 \text{ mA}$

Sortance au niveau haut : 10
au niveau bas : 12,5 Sortance = 10

Cette sortie peut piloter correctement 10 entrées unitaires câblées en parallèle.

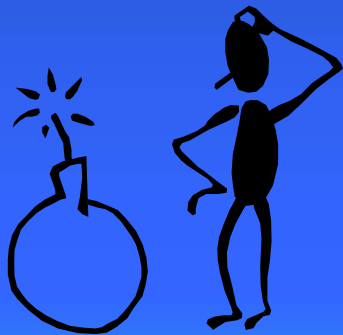
Sortance / Entrance (3)

Utilisation

Pour la conception : il faut que sur chaque équipotentielle

$$S_H > \sum E_H \text{ et } S_L > \sum E_L$$

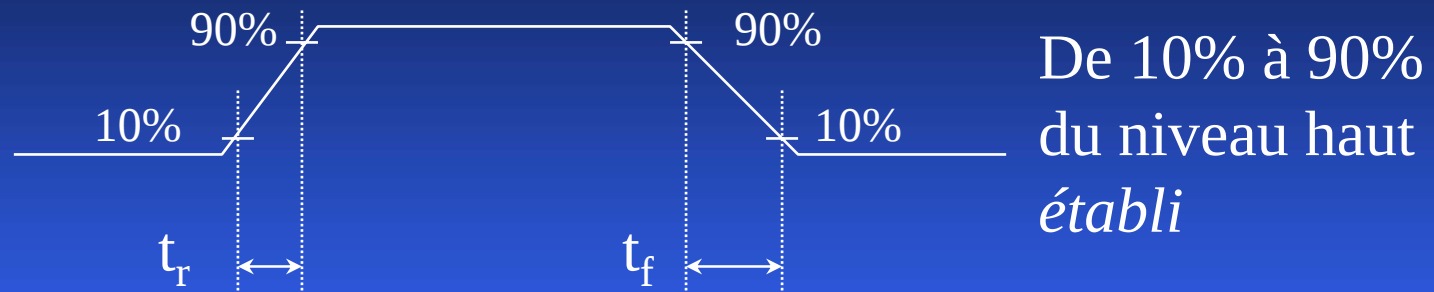
Les CAO modernes vérifient automatiquement.



Le non respect de cette contrainte peut conduire à des pannes sporadiques TRES compliquées à résoudre. Si les courants max sont dépassés, les tensions ne sont plus garanties ($V_H < V_{OH}$ au niveau 1)

Caractéristiques temporelles (1)

Paramètres garantis : Durée d'évolution des sortie (CMOS)



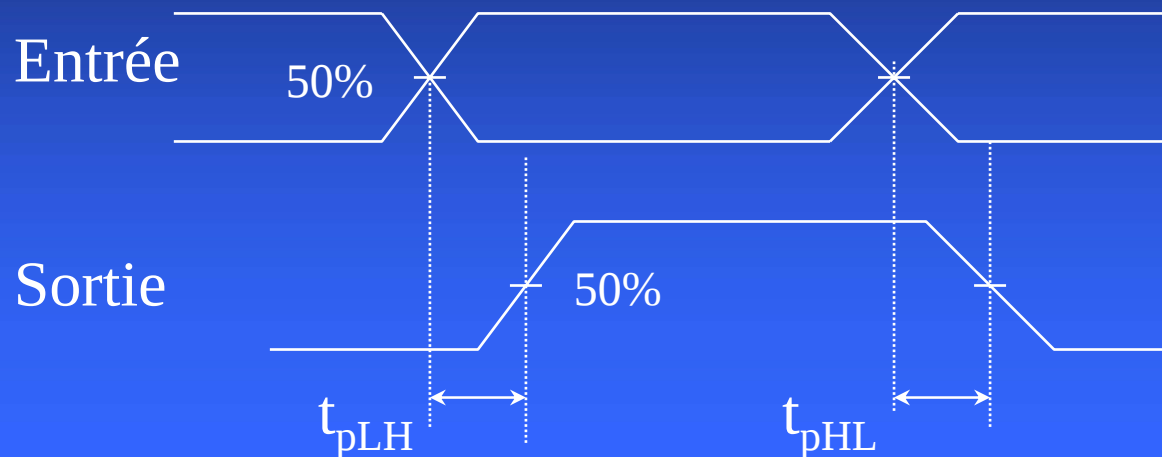
ATTENTION : représentation symbolique du signal



Erreur fréquente : !!! Les «coins» n'existent pas (signal passe-bas, overshoot, bruit ...)

Caractéristiques temporelles (2)

Paramètres garantis : Retard du à la propagation entre une cause (entrée) et un effet (sortie).

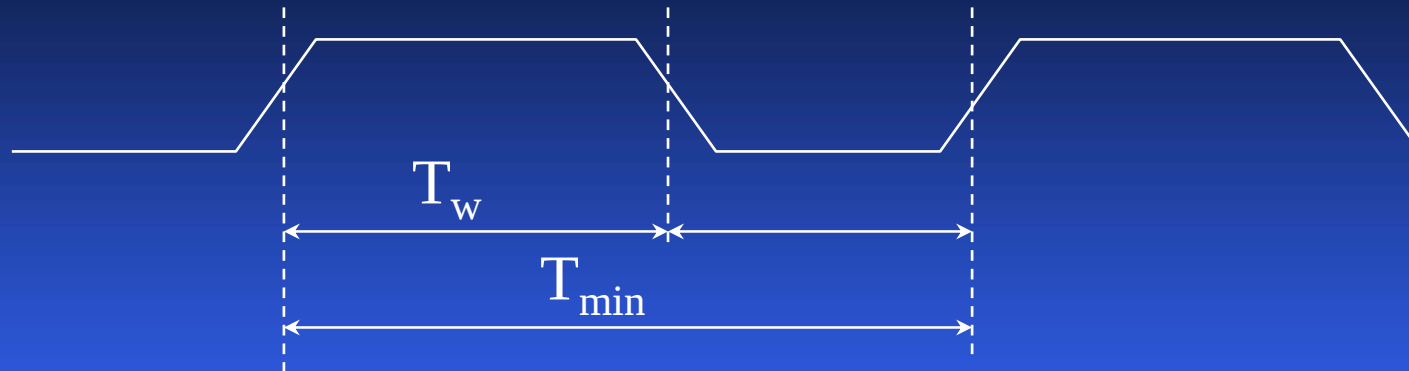


Ces deux temps sont souvent différents. Ils dépendent de la charge et de la température. Ils sont donnés en max (les autres paramètres sont respectés)

Attention : $T_d = (T_{pLH} + T_{pHL}) / 2$ temps de délai moyen
ne correspond à rien de physique

Caractéristiques temporelles (3)

Paramètres à respecter : Caractéristique d'horloge



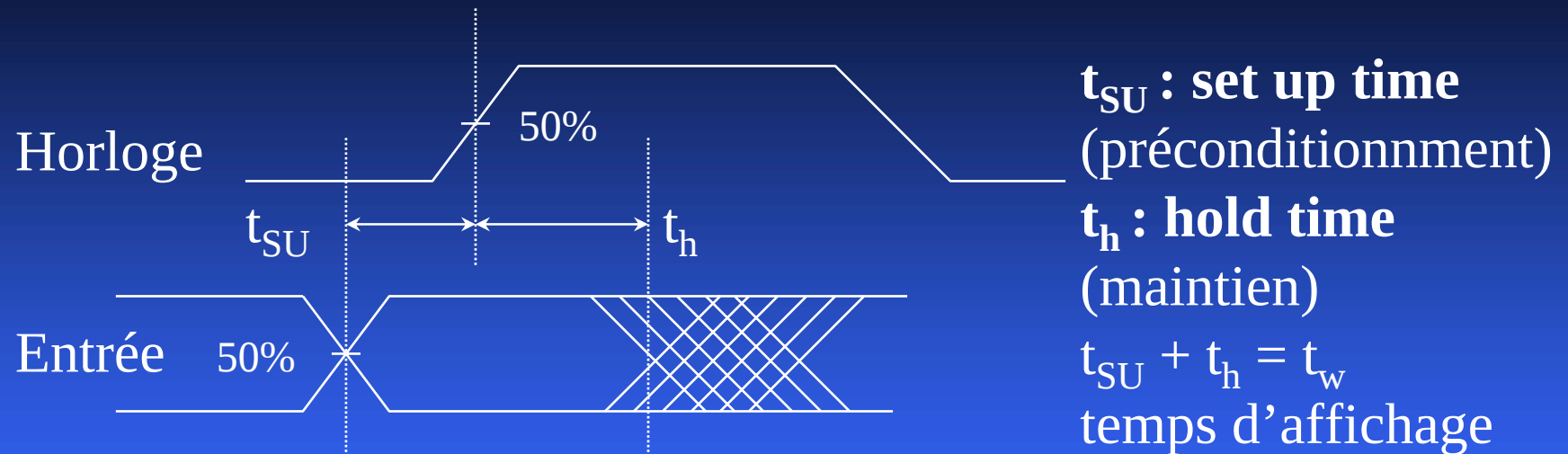
T_w : temps d'impulsion peut être défini pour le 1 ou le 0

T_{min} est défini par F_{max} , on peut aussi trouver un T_{rmax} et un T_{fmax}
(l'horloge doit être assez *RAIDE*)

!! Le constructeur garantit un $(F_{max})_{min}$: minimum sur toute la série des F_{max} de chaque circuit.

Caractéristiques temporelles (3)

Paramètres à respecter : entrée statique par rapport à une horloge



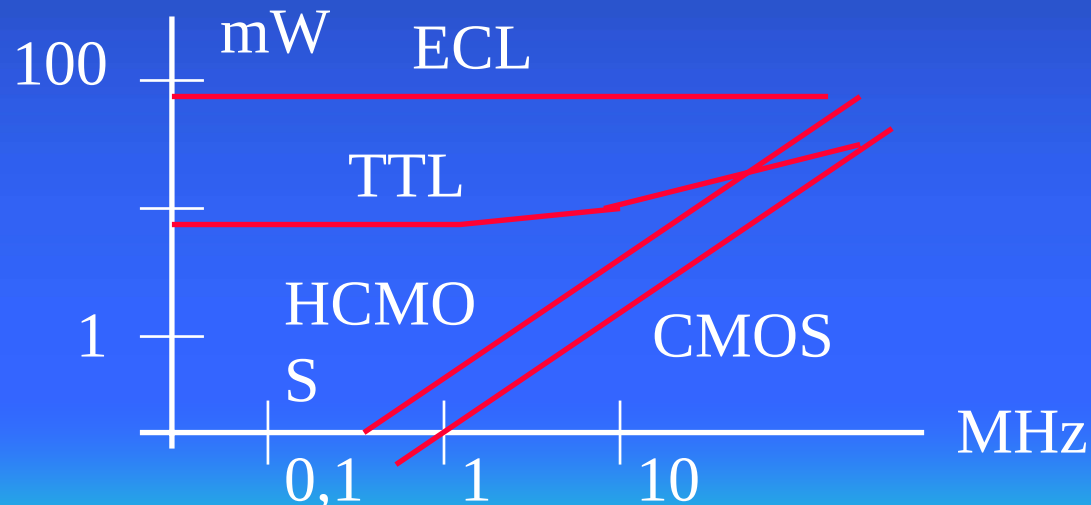
L'entrée statique doit être stable pendant T_{SU} avant et T_h après l'horloge.

Si ces conditions ne sont pas respectées, il y a risque (statistique) de métastabilité; niveau non garanti, temps de propagation très long ...

Puissance dynamique

(différent de puissance statique)

- Les transitions 1 vers 0 et 0 vers 1 génèrent des courants dynamiques de l'alim vers la masse : Puissance consommée prop. à la fréquence
- La sortie qui «bascule» charge/décharge les capacités des entrées à travers la résistance de sortie : Puissance cons. pro. à la fréquence



Sorties classiques

Sortie classique équivalente à : (dite TOTEM-POLE)

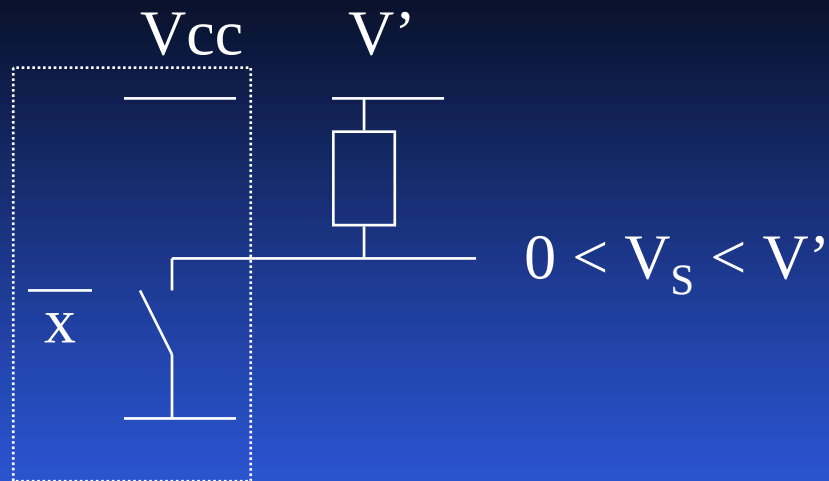
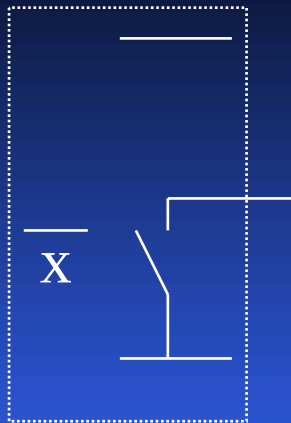


Simplification
2 fois moins d'inters
Fonction. asymétrique

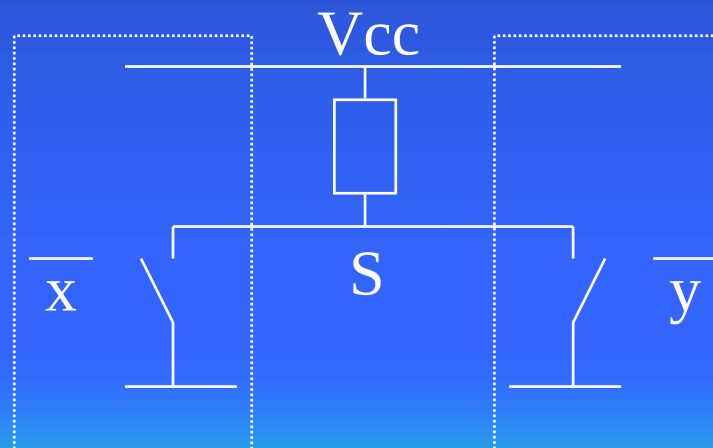
Les interrupteurs sont en fait des transistors en commutation

Sorties spéciales (1)

Collecteur ouvert



Interfaçage
Charge importante
Fonction câblée



$$S = x.y$$

!! s'appelle
OU-CABLE
OU-Fantôme

Sorties spéciales (2)

Sortie haute impédance, Hi-Z ou tri-state



Si E est fermé la sortie est «classique»
Si E est ouvert la sortie est déconnectée
physiquement du reste du monde

Si plusieurs sorties Hi-Z sont branchées
ensembles, une seule doit être en basse
impédance à la fois; sinon conflit de bus

On définit t_{pLZ} , t_{pHZ} et t_{pZL} , t_{pZH}
 t_{OD} t_{OE}

Précautions d'utilisation

Entrées inutilisées : JAMAIS laissées en l'air, forçage à un niveau qui n'influence pas le résultat. (en TTL le 1 consomme le moins)

Sorties inutilisées : doivent être forcées par leurs entrées.

Découplage : (fournir l'énergie sur les transitions sans pointe de courant sur l'alim, appel de courant = chute de tension=bruit)

1 à 10 nF par circuit (ou groupe de 4/5 circuits)

100 nF // 10 mF par carte.

Adaptation de lignes : (ou lignes courtes) voir littérature

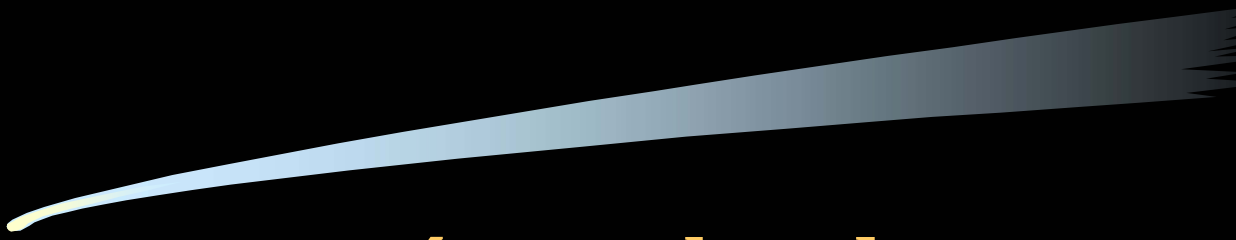
Ligne de masse en étoile, courte, forte section

Utilisation de la documentation constructeur (DATA-BOOK)

Forme générale de la documentation

Exemple du 7491

Exemple du groupe 74161-169



Démarche du concepteur

Cahier des charges : fonctionnel / caractéristiques
(temporelles, coût, encombrement)

Schéma fonctionnel / recherche des solutions techniques existantes

Armoire de l'ingénieur : qq dizaines de DATA-BOOK

Recherche efficace = méthodologie adaptée

Choix du Domaine (linéaire/numérique/conversion)

Choix de la «discipline» (amplis/transistors/CI num)

Choix de la famille (CMOS/TTL/ECL/BiCMOS..)

Choix du Data-book

Data-book : mode d'emploi

Tous les data-book sont construits de la même façon (heureusement)

Tranche et couverture : Constructeur / Domaine / Famille
(exemple : Texas Instrument / TTL / N-S-LS)

Chapitres :

- Informations générales
- Index alphanumérique
- Glossaire
- Explications / Measurement infos
- Functionnal index
- { feuilles de données / Data-Sheets} 1 par circuit
- Mechanical infos / Ordering infos

Feuille de données (TTL)

Intégration /Références
Propriétés / Brochage
Carac. temporelles rapides

Description (littérature)
Schéma interne logique
Chrono et tables de vérité
Schémas des in/out (analogique)

Absolute Maximum ratings ...
Recommended operating conditions
Electrical characteristics
Switching characteristics
Parameter measurment info
Notes d'applications
(Notes d'association)

ANALYSE D 'EXEMPLES EN PHOTOCOPIE