Projeto de snap-fit e dobradiça integrada

Projeto de snap-fits em balanço e anulares e de dobradiças integradas — os limites de deformação, a força de retenção x força de montagem, a geometria da dobradiça e os materiais que resistem.

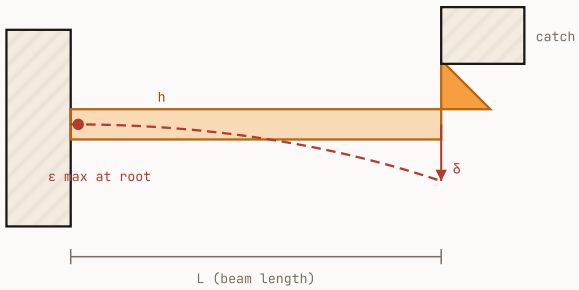
REVISÃO	PUBLICADO	RESPONSÁVEL	COMPLEMENTO
1.0	June 2026	Engenharia Ideambox	Referência em PDF

RESUMO

Snap-fits e dobradiças integradas são detalhes "gratuitos" moldados na peça plástica que substituem parafusos e dobradiças separadas. Funcionam por deflexão elástica, então todo o projeto é um problema de deformação: defletir o suficiente para montar, mas ficar abaixo da deformação admissível do material para que o detalhe não quebre nem fique com deformação permanente.

A Seção 1 apresenta os tipos de snap-fit. A Seção 2 trata do snap em balanço (deformação, forças). A Seção 3 trata dos snaps anulares. A Seção 4 aborda as dobradiças integradas. A Seção 5 trata de materiais e moldagem. A Seção 6 traz modos de falha e um checklist.

CANTILEVER SNAP-FIT — DEFLECTION & STRAIN



$\varepsilon = 1.5 \cdot h \cdot \delta / L^2$

taper the beam → uniform strain

$\sigma = E \cdot \varepsilon$ (keep $\varepsilon <$ allowable)

UM SNAP EM BALANÇO DEFLETE Δ DURANTE A MONTAGEM; A DEFORMAÇÃO MÁXIMA OCORRE NA RAIZ, $E = 1.5 \cdot H \cdot \Delta / L^2$. MANTENHA-A ABAIXO DA DEFORMAÇÃO ADMISSÍVEL DA RESINA E ELE RESISTE — AFINE A VIGA PARA DISTRIBUIR A DEFORMAÇÃO E VOCÊ PODERÁ DEFLETIR MAIS.

SUMÁRIO

1. Tipos de snap-fit
2. Snap em balanço
3. Snaps anulares (de anel)
4. Dobradiças integradas
5. Materiais e moldagem
6. Modos de falha e checklist

1. Tipos de snap-fit

Um snap-fit deflete durante a montagem e depois retorna, de modo que um gancho (ou anel) se aloja atrás de um batente.

TIPO	AÇÃO	USO
Em balanço (gancho)	uma viga flexiona	o padrão — a maioria dos snap-fits
Anular (anel)	um lábio se expande sobre um canal	tampas, molduras redondas, vedação
Torcional	uma barra torce	alavancas, travas abertas com frequência

A **geometria do batente** define o comportamento: um **ângulo de retenção (retorno)** suave (~30–45°) torna o encaixe desmontável; uma face íngreme/a 90° o torna permanente. O **ângulo de entrada (inserção)** (~20–30°) define a facilidade da montagem.

`Deflexão δ`	Quanto o snap se desloca durante a montagem
`Deformação ε`	Alongamento local na raiz da viga — o valor que se limita
`Deformação admissível`	Deformação máxima que a resina tolera (uso único x uso repetido)
`Ângulo de retenção`	Ângulo da face do batente — baixo = solta fácil, 90° = permanente

2. Snap em balanço

Para um balanço de seção constante, a deformação máxima ocorre na **raiz**:

$\varepsilon = 1.5 \cdot h \cdot \delta / L^2$ (h = espessura da viga, L = comprimento, δ = deflexão), e a tensão é $\sigma = E \cdot \varepsilon$.

- Mantenha $\varepsilon \leq$ admissível (abaixo). **Afine a viga** (mais fina ou mais estreita em direção à ponta) para uniformizar a deformação
  um snap cônico pode defletir ~2× mais com a mesma deformação máxima.
- **Força de montagem** ≈ força de deflexão da viga × (tangente do ângulo de entrada + atrito); a **força de retenção** usa o ângulo de retorno, mais íngreme. Reduza o ângulo de entrada para facilitar a montagem; aumente o ângulo de retorno para segurar mais.
- Vigas mais longas/finas defletem com facilidade (baixa deformação), mas seguram menos; é um equilíbrio. Use a ferramenta
  Snap-fit stress
  para dimensionar.

RESINA	DEFORMAÇÃO ADMISSÍVEL, USO ÚNICO	OBSERVAÇÕES
ABS	2–3%	tenaz, opção padrão fácil
PC	~2%	resistente, mas sensível a entalhe
PP	5–6%	muito flexível, tolerante
PA (náilon)	2.7–3.5%	resistente; a umidade altera as propriedades
POM (acetal)	6–8%	excelente material para snaps
PE	~5%	flexível, baixo módulo

Para snaps **desmontáveis / de uso repetido**, projete para ≈60% da admissível de uso único (e ainda menos para muitos ciclos).

3. Snaps anulares (de anel)

Um snap anular expande um lábio sobre um canal conjugado (tampas de garrafa, carcaças redondas):

- O dimensionamento é pela **deformação circunferencial** = (diâmetro de expansão − diâmetro do canal) / diâmetro do canal
  mantenha-a abaixo da admissível do material.
- **Anéis inteiros** são rígidos (alta retenção, alta força de montagem); anéis **segmentados** (com rasgos) reduzem ambas e facilitam a montagem.
- Bons para vedação e retenção simétrica; combine com um canal para O-ring quando precisar vedar.

4. Dobradiças integradas

A dobradiça integrada (dobradiça viva) é uma alma fina moldada junto com a peça — milhões de ciclos se bem projetada, mas só na resina certa:

- **Material: somente PP ou PE** (ou copolímero de PP). Outras resinas trincam. O PP é o padrão.
- **Geometria:** espessura da alma de **0.25–0.5 mm**, raio interno generoso (~0.4–0.6 mm) e patamar curto; a seção fina deve flexionar, não esticar.
- **Processo:** posicione o ponto de injeção para que o **fluxo atravesse a dobradiça** (a orientação molecular ao longo da dobradiça aumenta drasticamente a vida em fadiga) e **flexione a dobradiça uma vez logo após a moldagem**, ainda quente, para fixar a orientação.
- Mantenha a dobradiça fina e uniforme; almas grossas ou irregulares sofrem fadiga e esbranquiçam.

5. Materiais e moldagem

- **Snaps:** POM e PP são os mais tolerantes; ABS e PA são comuns; o PC exige cuidado (sensível a entalhe arredonde a raiz).

- **Sempre arredonde a raiz da viga**
  um canto interno vivo é um concentrador de tensão que reduz pela metade a vida do snap.

- Respeite **ângulo de saída e extração**
  snaps muitas vezes exigem gaveta, extrator angular (lifter) ou uma linha de partição bem pensada para moldar e extrair.

6. Modos de falha e checklist

MODO	CAUSA	CORREÇÃO
Quebra na montagem	deformação > admissível, raiz com canto vivo	viga mais longa/cônica, raio na raiz, resina mais tenaz
Perde retenção (fluência)	mantido defletido, calor, resina macia	não pré-carregar o snap, projetar para deformação residual zero
Fadiga (uso repetido)	deformação alta demais para o número de ciclos	projetar bem abaixo da admissível, afinar a viga, POM/PP
Dobradiça integrada trinca/esbranquiça	resina errada, alma grossa/irregular, ponto de injeção ruim	PP/PE, alma de 0.25–0.5 mm, fluxo atravessando a dobradiça, flexionar ainda quente

Checklist: tipo (em balanço / anular / torcional) → definir δ pelo curso de montagem → dimensionar L, h para que $\varepsilon = 1.5h\delta/L^2$ fique abaixo da admissível (≈60% para reutilizáveis) → arredondar a raiz, afinar a viga → escolher ângulos de retorno/entrada para encaixe permanente ou desmontável → para dobradiças, usar PP/PE, alma de 0.25–0.5 mm e fluxo atravessando a dobradiça.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/pt/downloads/snap-fit-living-hinge/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact