Progettazione di snap-fit e cerniere film

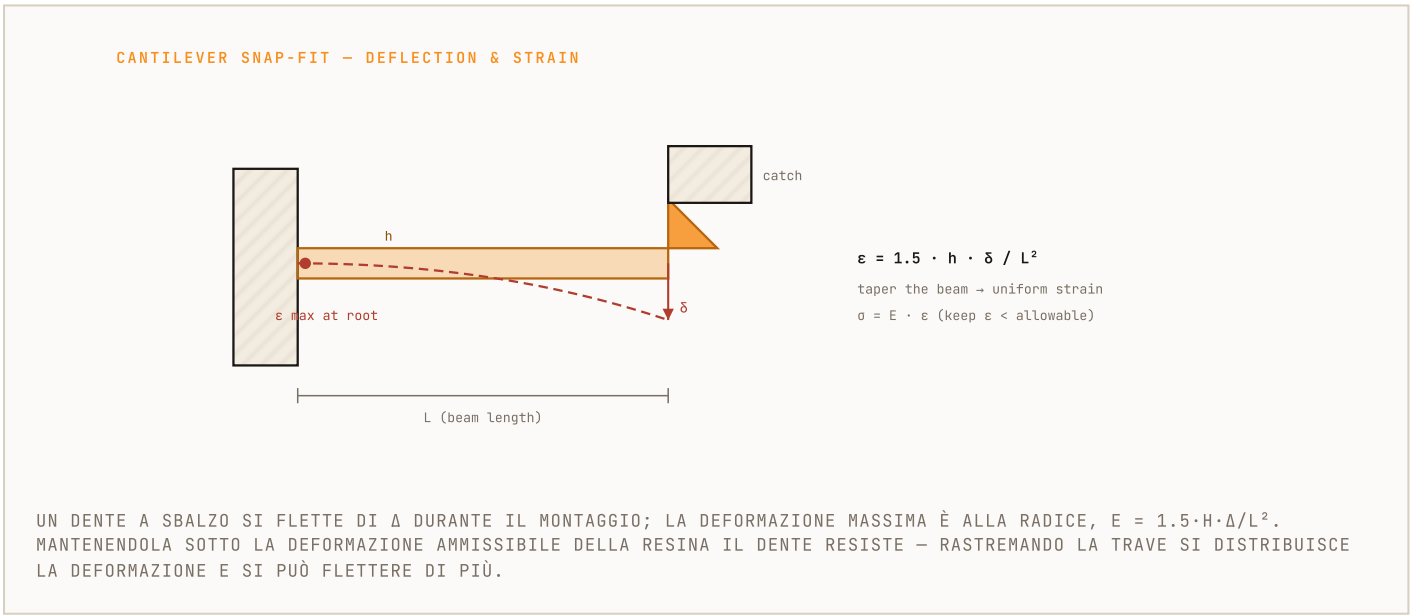
Progettare snap-fit a sbalzo e anulari e cerniere film integrate — i limiti di deformazione, la forza di ritenuta rispetto alla forza di montaggio, la geometria della cerniera e i materiali che resistono.

REVISIONE	PUBBLICATO	RESPONSABILE	ALLEGATO
1.0	June 2026	Ingegneria Ideambox	Riferimento PDF

SINTESI

Snap-fit e cerniere film sono elementi "gratuiti", stampati direttamente nel pezzo in plastica, che sostituiscono viti e cerniere separate. Funzionano per flessione elastica, quindi tutta la progettazione è un problema di deformazione: flettere quanto basta per montare, restando però sotto la deformazione ammissibile del materiale perché l'elemento non si rompa né assuma una deformazione permanente.

La sezione 1 tratta i tipi di snap-fit. La sezione 2 riguarda lo snap-fit a sbalzo (deformazione, forze). La sezione 3 gli snap-fit anulari. La sezione 4 le cerniere film. La sezione 5 materiali e stampaggio. La sezione 6 contiene i modi di cedimento e una checklist.



UN DENTE A SBALZO SI FLETTE DI Δ DURANTE IL MONTAGGIO; LA DEFORMAZIONE MASSIMA È ALLA RADICE, $E = 1.5 \cdot H \cdot \Delta / L^2$. MANTENENDOLA SOTTO LA DEFORMAZIONE AMMISSIBILE DELLA RESINA IL DENTE RESISTE — RASTREMANDO LA TRAVE SI DISTRIBUISCE LA DEFORMAZIONE E SI PUÒ FLETTERE DI PIÙ.

INDICE

1. Tipi di snap-fit
2. Snap-fit a sbalzo
3. Snap-fit anulari (ad anello)
4. Cerniere film
5. Materiali e stampaggio
6. Modi di cedimento e checklist

1. Tipi di snap-fit

Uno snap-fit si flette durante il montaggio, poi ritorna elasticamente in modo che un dente (o un anello) si porti dietro un fermo.

TIPO	AZIONE	IMPIEGO
A sbalzo (dente)	una trave si flette	la scelta standard — la maggior parte degli snap-fit
Anulare (ad anello)	un labbro si espande su una gola	tappi, cornici circolari, tenuta
Torsionale	una barra si torce	leve, chiusure aperte di frequente

La **geometria del fermo** ne determina il comportamento: un **angolo di ritenuta** (di ritorno) poco inclinato (~30–45°) lo rende smontabile; una faccia ripida/a 90° lo rende permanente. L'**angolo d'invito** (di inserimento) (~20–30°) determina la facilità di montaggio.

`Freccia δ`	Spostamento dello snap-fit durante il montaggio
`Deformazione ε`	Allungamento locale alla radice della trave — il valore da limitare
`Deformazione ammissibile`	Deformazione massima tollerata dalla resina (uso singolo o ripetuto)
`Angolo di ritenuta`	Angolo della faccia del fermo — basso = sgancio facile, 90° = permanente

2. Snap-fit a sbalzo

Per una trave a sbalzo a sezione costante, la deformazione massima è alla **radice**:

$\varepsilon = 1.5 \cdot h \cdot \delta / L^2$ (h = spessore della trave, L = lunghezza, δ = freccia), e la tensione $\sigma = E \cdot \varepsilon$.

- Mantenere $\varepsilon \leq$ ammissibile (vedi sotto). **Rastremare la trave** (più sottile o più stretta verso la punta) per uniformare la deformazione
  uno snap-fit rastremato può flettere ~2× di più a parità di deformazione massima.

- **Forza di montaggio** ≈ forza di flessione della trave × (tangente dell'angolo d'invito + attrito); la **forza di ritenuta** usa l'angolo di ritenuta, più ripido. Ridurre l'angolo d'invito per un montaggio più facile; aumentare l'angolo di ritenuta per una presa più salda.

- Travi più lunghe/sottili si flettono facilmente (bassa deformazione) ma trattengono meno; è un compromesso. Usare lo strumento
  Snap-fit stress
  per dimensionarle.

RESINA	DEFORMAZIONE AMMISSIBILE, MONTAGGIO SINGOLO	NOTE
ABS	2–3%	tenace, scelta facile di base
PC	~2%	resistente ma sensibile all'intaglio
PP	5–6%	molto flessibile, tollerante
PA (nylon)	2.7–3.5%	resistente; l'umidità ne modifica le proprietà
POM (acetalica)	6–8%	ottimo materiale per snap-fit
PE	~5%	flessibile, basso modulo

Per snap-fit **smontabili / ripetuti**, progettare a ≈60% dell'ammissibile per montaggio singolo (e ancora meno per molti cicli).

3. Snap-fit anulari (ad anello)

Uno snap-fit anulare espande un labbro su una gola corrispondente (tappi di bottiglia, involucri circolari):

- Il dimensionamento si basa sulla **deformazione circonferenziale** = (diametro di espansione – diametro della gola) / diametro della gola
  mantenerla sotto l'ammissibile del materiale.

- Gli **anelli continui** sono rigidi (alta ritenuta, alta forza di montaggio); gli anelli **segmentati** (con intagli) riducono entrambe e facilitano il montaggio.

- Adatti alla tenuta e a una ritenuta simmetrica; abbinarli a una sede per O-ring dove serve la tenuta.

4. Cerniere film

Una cerniera film è una membrana sottile stampata in un unico pezzo — milioni di cicli se ben progettata, ma solo con la resina giusta:

- **Materiale: solo PP o PE** (o copolimero di PP). Le altre resine si criccano. Il PP è lo standard.
- **Geometria:** spessore della membrana **0.25–0.5 mm**, un raggio interno generoso (~0.4–0.6 mm) e un tratto piano corto; la sezione sottile deve flettersi, non allungarsi.
- **Processo:** posizionare il punto d'iniezione in modo che il **flusso attraversi la cerniera** (l'orientamento molecolare lungo la cerniera aumenta enormemente la vita a fatica), e **flettere la cerniera una volta subito dopo lo stampaggio**, ancora calda, per fissare l'orientamento.
- Mantenere la cerniera sottile e uniforme; membrane spesse o irregolari vanno a fatica e sbiancano.

5. Materiali e stampaggio

- **Snap-fit:** POM e PP sono i più tolleranti; ABS e PA sono comuni; il PC richiede attenzione (sensibile all'intaglio raccordare la radice).
- **Raccordare sempre la radice della trave**
  uno spigolo interno vivo è un concentratore di tensione che dimezza la vita dello snap-fit.
- Rispettare **sformi ed estrazione**
  gli snap-fit richiedono spesso un carrello, un estrattore inclinato o un piano di divisione studiato per essere stampati ed estratti.

6. Modi di cedimento e checklist

MODO	CAUSA	RIMEDIO
Rottura al montaggio	deformazione > ammissibile, radice a spigolo vivo	trave più lunga/rastremata, raccordo alla radice, resina più tenace
Perdita di ritenuta (creep)	mantenuto flesso, calore, resina tenera	non precaricare lo snap-fit, progettare per deformazione permanente nulla
Fatica (uso ripetuto)	deformazione troppo alta per il numero di cicli	progettare ≪ ammissibile, rastremare, POM/PP
La cerniera film si cricca/sbianca	resina errata, membrana spessa/irregolare, punto d'iniezione errato	PP/PE, membrana 0.25–0.5 mm, flusso attraverso la cerniera, flettere a caldo

Checklist: tipo (a sbalzo / anulare / torsionale) → ricavare δ dalla corsa di montaggio → dimensionare L, h in modo che $\varepsilon = 1.5h\delta/L^2$ sia sotto l'ammissibile (≈60% se riutilizzabile) → raccordare la radice, rastremare la trave → scegliere gli angoli di ritenuta/invito per permanente o smontabile → per le cerniere usare PP/PE, membrana 0.25–0.5 mm, flusso attraverso la cerniera.

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

Designing something that needs this? ideambox.com/contact