

TWIST TOROIZI CICLICI TTC(n)

Un principiu arhitectural pentru structuri toroidale
cu închidere ciclică și monodromie discretă



Autor:

Teodor Cârciumaru
~ Doru ~

Model conceptual deschis
pentru analiză, simulare și dezvoltare experimentală

Iunie 2026

LUCRARE DE LICENȚĂ

TWIST TOROIZI CICLICI

Model geometric, topologic și magnetic idealizat al structurilor toroidale ciclice cu twist
Versiune corectată după audit critic, 21 iunie 2026

Student	[nume complet]
Autor concept	Doru / Theo Virth
Coordonator științific	[nume coordonator]
Program de studii	[program]
Instituție	[universitate / facultate]
An	2026
Statut document	variantă finală de lucru pentru revizie academică

București / România, 2026

Notă metodologică obligatorie

Lucrarea formulează modelul Twist Toroid Ciclic de ordin n , notat $TTC(n)$, ca model geometric și topologic ideal. Afirmațiile despre câmpuri magnetice, inducție, fluide, forțe sau energie nu sunt considerate validate doar prin construcția geometrică. Validarea fizică necesită model vectorial, simulare numerică, materiale reale, condiții de frontieră și măsurători experimentale.

Pentru claritate academică, lucrarea separă explicit definiția, ipoteza, modelul geometric, modelul topologic, extensia magnetică idealizată, simularea și experimentul. Un rezultat formal nu este prezentat ca rezultat experimental, iar un rezultat local nu este extrapolat automat la nivel global.

- geometria și topologia pot fi validate formal în model ideal;
- câmpurile magnetice reale se tratează vectorial, nu scalar simplificat;
- inducția electrică este o extensie posibilă, nu concluzia primară a modelului;
- pierderile, saturația, histerezisul, încălzirea și toleranțele constructive nu sunt eliminate prin definiție geometrică;
- orice aplicație practică rămâne dependentă de simulare și experiment.

Rezumat

Această lucrare definește și organizează o familie de structuri toroidale ciclice construite prin transportul unei secțiuni poligonale regulate de-a lungul unei directoare toroidale, cu introducerea unei monodromii discrete de ordin n . Modelul pornește de la Torul Poligonal Netorsionat, $TPN(n)$, introduce Twist Toroidul Topologic, $TTT(n)$, și ajunge la corpul complet Twist Toroid Ciclic, $TTC(n)$.

Rezultatul central este o gramatică geometrică și topologică pentru toroizi cu secțiune ciclică și twist controlat. În această gramatică, după o tură completă pe directoarea toroidală, secțiunea revine rotită cu unghiul $2\pi/n$, iar după n ture revine la orientarea inițială. Cazurile $n = 3$ și $n = 6$ sunt tratate ca instanțe principale, deoarece corespund fazărilor de 120° și 60° și permit interpretări constructive relevante pentru modele trifazice și hexagonale.

Lucrarea include extensii magnetice idealizate, notate $MTTC(n)$ și $PMTTC(n)$, dar păstrează distincția dintre compatibilitatea geometrică și validarea fizică. Geometria poate sugera distribuții ciclice de câmp sau de magnetizare, însă forma reală a câmpului depinde de material, magnetizare, curenți, condiții de frontieră, saturație și pierderi. Prin urmare, modelul este prezentat ca fundament teoretic, nu ca dispozitiv experimental validat.

Cuvinte-cheie: $TTC(n)$, $TTT(n)$, $TPN(n)$, toroid twistat, monodromie, simetrie ciclică, secțiune poligonală, extensie magnetică idealizată, câmp magnetic controlat.

Cuprins logic

1. 1. Introducere și obiectivul lucrării
2. 2. Cadru conceptual și notație
3. 3. TPN(n): Torul Poligonal Netorsionat
4. 4. TTT(n): Twist Toroidul Topologic
5. 5. TTC(n): Twist Toroidul Ciclic
6. 6. Cazurile principale $n = 3$ și $n = 6$
7. 7. Extensii magnetice idealizate: MTTC(n) și PMTTC(n)
8. 8. TTT(n) + CTTC(n): arhitectură compusă pentru nucleu central
9. 9. Validare, limite și program de lucru
10. 10. Concluzii
11. Anexe: formule, tabele și statutul rezultatelor

1. Introducere și obiectivul lucrării

Un tor clasic este obținut prin transportul periodic al unei secțiuni transversale de-a lungul unei directoare circulare. În modelul clasic, secțiunea revine identic după o rotație completă în jurul torului. Această periodicitate simplă este suficientă pentru definirea torului standard, dar nu surprinde situațiile în care secțiunea este transportată cu o rotație internă controlată.

Lucrarea de față propune și organizează modelul Twist Toroid Ciclic, $TTC(n)$, în care secțiunea transversală este un poligon regulat cu simetrie ciclică C_n , iar transportul pe directoarea toroidală include o rotație discretă de ordin n . După o tură completă, secțiunea este identificată cu ea însăși rotită cu $2\pi/n$. După n ture, rotația acumulată este 2π , iar orientarea inițială este recuperată.

tor clasic: $X(s + 2\pi) = X(s)$

$TTC(n)$: $X(s + 2\pi) = R(2\pi/n) X(s)$

închidere după n : $X(s + 2\pi n) = X(s)$

Obiectivul lucrării este formularea academică a acestui model printr-o construcție progresivă: mai întâi se definește torul poligonal netorsionat, apoi se introduce regula topologică de twist, iar în final se definește corpul ciclic complet. Această construcție permite separarea clară între geometrie, topologie și extensiile fizice idealizate.

1.1. Problema studiată

Problema centrală este definirea unei familii de corpuri toroidale în care secțiunea transversală nu este circulară și statică, ci poligonală și supusă unei monodromii ciclice. În loc ca fiecare față laterală să se închidă direct pe ea însăși, twistul poate face ca o față să treacă în fața următoare, generând un ciclu global al suprafețelor.

Această problemă are două niveluri distincte. Primul este nivelul geometric: există un poligon regulat, o directoare toroidală și o funcție de twist bine definită. Al doilea este nivelul topologic: identificarea după o tură completă se face printr-o rotație de ordin finit, ceea ce introduce o monodromie discretă.

1.2. Ipoteza de lucru

Ipoteza de lucru este că o structură toroidală cu secțiune poligonală regulată și monodromie discretă poate fi descrisă coerent printr-un model ideal de tip fibrat peste cerc, cu fibră poligonală și grup de monodromie C_n . Această ipoteză nu afirmă automat existența unui efect magnetic sau energetic util; ea afirmă numai coerența geometrică și topologică a familiei $TTC(n)$.

1.3. Metoda

Metoda este constructivă. Se pornește de la torul poligonal netorsionat $TPN(n)$, se definește regula de twist topologic $TTT(n)$, apoi se formulează $TTC(n)$ ca realizare toroidală ciclică

completă. După definirea structurii ideale, sunt discutate cazurile $n = 3$ și $n = 6$, extensiile magnetice și limitele de validare.

2. Cadru conceptual și notație

Familia de modele este organizată printr-o creștere de structură. Notația folosită în această lucrare este următoarea:

Notație	Denumire	Rol în lucrare
TPN(n)	Tor Polygonal Netorsionat	model geometric de bază, fără twist
TTT(n)	Twist Toroid Topologic	regula de ciclare a suprafețelor prin twist
TTC(n)	Twist Toroid Ciclic	corpul toroidal ciclic complet
MTTC(n)	Magnetic Twist Toroid Ciclic	extensie magnetică idealizată
PMTTC(n)	Permanent Magnetic TTC	variantă conceptuală cu magneți permanenți
CTTC(n)	Central Twist Toroid Core	nucleu central toroidal sincronizat; în modelele sferoidale, funcția analogă este notată STSD(n)

Ordinea conceptuală principală este:

$$\text{TPN}(n) \rightarrow \text{TTT}(n) \rightarrow \text{TTC}(n) \rightarrow \text{MTTC}(n) / \text{PMTTC}(n)$$

Notația CTTC(n) este introdusă doar pentru arhitecturi compuse cu nucleu central toroidal. Notația TTc(n), cu literă mică, este evitată în forma finală deoarece poate fi confundată tipografic cu TTC(n). În modelele sferoidale, funcția de nucleu central solenoidal este notată STSD(n); CTTC(n) nu înlocuiește STSD(n), ci marchează analogul toroidal central acolo unde geometria de bază rămâne toroidală.

2.1. Parametrii fundamentali

Se folosesc următorii parametri: R este raza mare a torului, r este raza cercului secțional de referință sau raza circumscrisă a poligonului regulat, n este ordinul poligonului și al ciclului topologic, iar $\alpha_n = 2\pi/n$ este unghiul central al secțiunii și unghiul elementar de monodromie.

$$n \in \mathbb{N}, n \geq 3$$

$$R > r > 0$$

$$\alpha_n = 2\pi/n = 360^\circ/n$$

2.2. Distincții necesare

- TPN(n) este un corp geometric netorsionat.
- TTT(n) este regula topologică prin care suprafețele laterale sunt ciclitate.
- TTC(n) este corpul toroidal ciclic complet rezultat din aplicarea regulii de twist.
- MTTC(n) și PMTTC(n) sunt extensii fizice idealizate, nu dispozitive validate experimental.
- Compatibilitatea de simetrie nu garantează automat performanță fizică.

3. TPN(n): Torul Poligonal Netorsionat

3.1. Definiție

TPN(n), Torul Poligonal Netorsionat de ordin n, este torul obținut prin transportul netorsionat al unui poligon regulat $P_n(r)$ de-a lungul unei directoare circulare de rază R. El reprezintă etapa geometrică inițială a construcției și nu conține încă twist, monodromie ciclică, câmp magnetic sau efect fizic.

$$\text{TPN}(n) = \text{transport fără twist al secțiunii } P_n(r) \text{ pe } S^1$$

3.2. Torul circular de referință

Torul circular ideal folosit ca referință este parametrizat prin:

$$X_0(u, v) = ((R + r \cos v) \cos u, (R + r \cos v) \sin u, r \sin v)$$

$$u \in [0, 2\pi), \quad v \in [0, 2\pi), \quad R > r > 0$$

În TPN(n), secțiunea circulară este înlocuită cu un poligon regulat $P_n(r)$. Condiția $R > r > 0$ evită auto-intersecția în modelul ideal de referință.

3.3. Poligonul regulat $P_n(r)$

Poligonul regulat $P_n(r)$ are n laturi egale, n vârfuri și simetrie ciclică C_n . Dacă r este raza cercului circumscris, atunci latura, apotema, perimetrul și aria sunt:

$$a_n = 2r \sin(\pi/n)$$

$$\rho_n = r \cos(\pi/n)$$

$$P(P_n) = 2nr \sin(\pi/n)$$

$$A(P_n) = (n/2) r^2 \sin(2\pi/n)$$

Aceste relații sunt standard pentru poligonul regulat și constituie baza geometrică a întregii construcții.

3.4. Suprafețele laterale

Fiecare latură a poligonului $P_n(r)$ generează, prin transport netorsionat, o suprafață laterală L_i . În TPN(n), fiecare suprafață se închide pe ea însăși:

$$L_i \rightarrow L_i$$

Prin urmare, TPN(n) are n suprafețe laterale distincte. Laturile poligonului sunt egale, dar ariile 3D ale suprafețelor laterale nu trebuie presupuse automat egale, deoarece poziția radială față de axa torului poate diferi.

3.5. Arie și volum

În modelul ideal, aria totală laterală a torului poligonal netorsionat este produsul dintre lungimea directoarei și perimetrul secțiunii:

$$S(TPN(n)) = 2\pi R \cdot P(P_n)$$

$$S(TPN(n)) = 4\pi n R r \sin(\pi/n)$$

Volumul este produsul dintre lungimea directoarei și aria secțiunii:

$$V(TPN(n)) = 2\pi R \cdot A(P_n)$$

$$V(TPN(n)) = \pi n R r^2 \sin(2\pi/n)$$

3.6. Statut

$TPN(n)$ este validabil geometric și matematic în model ideal pentru $n \geq 3$ și $R > r > 0$. El nu implică încă twist, câmp magnetic sau inducție. Rolul său este să furnizeze corpul de bază asupra căruia se va aplica regula de monodromie.

4. TTT(n): Twist Toroidul Topologic

4.1. Definiție

TTT(n), Twist Toroidul Topologic de ordin n, este transformarea topologică prin care suprafețele laterale ale unui TPN(n) sunt ciclitate printr-un twist elementar de ordin n. Formula conceptuală este:

$$TTT(n) = TPN(n) + \text{Twist}(360^\circ/n)$$

$$\tau_n = 2\pi/n = 360^\circ/n$$

În TTT(n), după o rotație completă de 360° în jurul torului, o suprafață laterală nu se închide direct pe ea însăși, ci trece în suprafața următoare.

$$L_i \rightarrow L_{(i+1)}, \text{ cu } L_{(n+1)} = L_1$$

4.2. Funcția de twist

Twistul se introduce progresiv de-a lungul parametrului toroidal u. În TPN(n), funcția de twist este nulă. În TTT(n), funcția de twist este:

$$\psi(u) = u/n$$

$$\psi(2\pi) = 2\pi/n$$

$$\psi(2\pi n) = 2\pi$$

Această relație arată că după o tură completă secțiunea este rotită cu un pas ciclic, iar după n ture revine la orientarea inițială.

4.3. Permutarea ciclică a suprafețelor

Regula de trecere între suprafețele laterale este descrisă prin permutarea ciclică:

$$\sigma = (1 \ 2 \ 3 \ \dots \ n)$$

$$\sigma(L_i) = L_{(i+1)}$$

$$\sigma^n = \text{id}$$

Aceasta este condiția de închidere topologică. Toate suprafețele laterale aparțin aceluiași ciclu. În forma elementară TTT(n), nu există subcicluri independente, ci o ciclare completă de ordin n.

4.4. Monodromia

Twistul TTT(n) poate fi descris ca monodromie de ordin n. Fie rotația $M_n = R(2\pi/n)$. Atunci:

$$M_n = R(2\pi/n)$$

$$M_n^n = R(2\pi) = I$$

Modelul poate fi scris formal ca spațiu obținut prin identificare:

$$TTT(n) = (S^1 \times P_n) / \sim$$

$$(u + 2\pi, x) \sim (u, R(2\pi/n)x)$$

Această formulare exprimă faptul că secțiunea transportată peste o tură completă nu este identificată direct cu ea însăși, ci cu imaginea ei rotită.

4.5. Aria în modelul twistat

Twistul modifică parametrizarea suprafețelor laterale. De aceea, aria unei benzi laterale twistate nu trebuie preluată automat din cazul netorsionat, ci se calculează prin integrala metrică:

$$S_i^{TTT} = \iint || \partial X_i^{TTT} / \partial u \times \partial X_i^{TTT} / \partial t || \, du \, dt$$

În general, ariile locale pot diferi:

$$S_i^{TTT} \neq S_j^{TTT}$$

Twistul unifică suprafețele topologic, dar nu le egalizează automat metric.

Această asimetrie introduce o variație periodică a metricii induse de-a lungul parametrului u . O bandă laterală poate trece succesiv prin regiuni mai apropiate de axa torului și prin regiuni mai îndepărtate, unde factorul local de scară asociat razei mari efective diferă. Prin urmare, densitatea de suprafață, grosimea peretelui, distribuția fluxului sau discretizarea numerică nu trebuie presupuse uniforme doar din cauza simetriei topologice.

$$g_i(u, t) = J_i(u, t)^T J_i(u, t), \quad dS_i = \sqrt{\det g_i} \, du \, dt$$

Pentru aplicații constructive se impune fie calcul numeric al integralei metrice, fie o corecție controlată a secțiunii. O soluție posibilă este deformarea locală a secțiunii sau o sferoidizare/taperizare proiectată astfel încât efectul de curbură toroidală și variația metrică să fie compensate în zonele critice. Această corecție aparține etapei de proiectare numerică, nu definiției topologice de bază.

4.6. Volumul

În modelul ideal, twistul nu schimbă aria secțiunii poligonale. Prin urmare, volumul ideal asociat unei rotații complete rămâne egal cu volumul TPN(n):

$$V(TTT(n)) = V(TPN(n))$$

$$V(TTT(n)) = \pi n R r^2 \sin(2\pi/n)$$

4.7. Statut

$TTT(n)$ este validabil formal ca regulă topologică de ordin n . El definește ciclarea suprafețelor și monodromia, dar nu produce automat efect fizic. Pentru efecte magnetice sau inductive sunt necesare modele suplimentare.

5. TTC(n): Twist Toroidul Ciclic

5.1. Definiție

TTC(n), Twist Toroidul Ciclic de ordin n, este corpul toroidal ciclic complet rezultat prin aplicarea twistului topologic TTT(n) asupra torului poligonal netorsionat TPN(n). El reprezintă nivelul în care regula de monodromie este realizată ca structură toroidală completă.

$$TTC(n) = TPN(n) + \text{Twist}(360^\circ/n) + \text{închidere ciclică}$$

5.2. Definiție formală

Fie $\Sigma_n = P_n$ secțiunea transversală poligonală regulată. Atunci TTC(n) poate fi definit formal prin:

$$TTC(n) = (S^1 \times \Sigma_n) / \sim$$

$$(s + 2\pi, x) \sim (s, R(2\pi/n)x)$$

Monodromia este:

$$\mu = R(2\pi/n)$$

$$\mu^n = I$$

Această relație exprimă faptul că după o tură completă pe directoarea toroidală secțiunea este identificată cu ea însăși rotită cu $2\pi/n$. După n ture, rotația acumulată este 2π , iar secțiunea revine la orientarea inițială.

5.3. Funcția de twist

$$\psi(u) = u/n$$

$$\psi(2\pi) = 2\pi/n$$

$$\psi(2\pi n) = 2\pi$$

Funcția este continuă și progresivă. Twistul nu este un salt arbitrar aplicat la final, ci o rotație acumulată de-a lungul parcurgerii toroidale.

5.4. Sectoarele fundamentale

Poligonul P_n poate fi descompus în n triunghiuri radiale congruente. Fiecare triunghi radial generează un sector toroidal fundamental C_i . Astfel:

$$P_n = \Delta_1 \cup \Delta_2 \cup \dots \cup \Delta_n$$

$$TTC(n) = C_1 \cup C_2 \cup \dots \cup C_n$$

$$C_i \rightarrow C_{(i+1)}, \quad C_{(n+1)} = C_1$$

Această descompunere arată că TTC(n) poate fi privit atât ca obiect global, cât și ca structură compusă din sectoare ciclice.

5.5. Două niveluri de închidere

Este importantă distincția dintre închiderea geometrică a corpului și închiderea ciclică a etichetelor sau suprafețelor. Corpul geometric se poate închide după 360° , deoarece poligonul regulat este invariant ca formă sub rotația $2\pi/n$. Totuși, etichetele suprafețelor sau sectoarelor revin la identitatea inițială numai după n ture complete.

perioadă geometrică a corpului: 360°

perioadă ciclică a etichetelor: $n \times 360^\circ$

Această diferență previne o confuzie frecventă: forma poate părea închisă după o tură, dar ciclul complet al identităților interne are ordin n .

5.6. Volumul ideal

Twistul nu modifică aria secțiunii poligonale în modelul ideal. Prin urmare, volumul ideal al $TTC(n)$ este același cu volumul $TPN(n)$ și $TTT(n)$:

$$V(TTC(n)) = V(TPN(n)) = V(TTT(n))$$

$$V(TTC(n)) = \pi n R r^2 \sin(2\pi/n)$$

Această egalitate este valabilă pentru volumul ideal. Ea nu trebuie extinsă automat la arii locale, tensiuni, câmpuri sau proprietăți fizice.

6. Cazurile principale: $n = 3$ și $n = 6$

6.1. Cazul $n = 3$

Pentru $n = 3$, secțiunea este un triunghi echilateral, iar twistul fundamental este de 120° . Acest caz reprezintă instanța trifazică minimală a familiei $TTC(n)$.

$$\tau_3 = 2\pi/3 = 120^\circ$$

$$R(120^\circ)^3 = R(360^\circ) = I$$

$$L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3 \rightarrow L_1$$

În modelul triunghiular, monodromia ciclică are trei poziții. Dacă fețele sunt notate F_0, F_1, F_2 , twistul de o treaptă produce:

$$F_0 \rightarrow F_1 \rightarrow F_2 \rightarrow F_0$$

Această structură este compatibilă conceptual cu organizări trifazice, dar compatibilitatea geometrică nu implică automat efect fizic trifazic real.

6.2. Cazul $n = 6$

Pentru $n = 6$, secțiunea este un hexagon regulat, iar twistul fundamental este de 60° . Acesta este cazul central pentru construcții hexagonale și pentru arhitecturi modulare de 60° .

$$\tau_6 = 2\pi/6 = \pi/3 = 60^\circ$$

$$R(60^\circ)^6 = R(360^\circ) = I$$

$$L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3 \rightarrow L_4 \rightarrow L_5 \rightarrow L_6 \rightarrow L_1$$

Cazul $n = 6$ permite o adresare naturală a celor șase poziții ciclice și poate fi extins prin gramatici de tip $C1 + C6[C6]$, unde un centru global $C1$ este înconjurat de poziții ciclice externe și interne.

6.3. Twisturi derivate în cazul hexagonal

În cazul hexagonal, twistul fundamental este 60° . Totuși, pot fi analizate și twisturi derivate de 120° și 180° , care corespund unor pași de permutare diferiți pe $C6$.

$$T_s(i,j) = (i + 1, j + s) \bmod 6$$

Twist total	Pas s	Structură ciclică	Interpretare
60°	1	(0 1 2 3 4 5)	un ciclu $C6$
120°	2	(0 2 4), (1 3 5)	două cicluri $C3$ intercalate
180°	3	(0 3), (1 4), (2 5)	trei perechi opuse

Aceste permutări sunt reguli topologice și de adresare. Ele nu decid singure distribuția magnetică reală; aceasta depinde de magnetizarea impusă și de material.

6.4. Tabel comparativ

n	Secțiune	Twist fundamental	Perioadă etichete	Rol
3	triunghi echilateral	120°	1080°	trifazic minimal
6	hexagon regulat	60°	2160° pentru $s=1$	modularitate hexagonală

Notă: perioada de 2160° este strict perioada etichetelor pentru twistul fundamental hexagonal cu pas $s = 1$. Pentru monodromii interne derivate $k \rightarrow k + s \bmod 6$, ordinul ciclului devine $6/\gcd(6,s)$. Astfel, $s = 2$ produce două subcicluri C_3 și perioadă internă 1080° , iar $s = 3$ produce trei perechi C_2 și perioadă internă 720° . În gramatica de adresare compusă $T_s(i,j)$, perioada perechilor se calculează separat din componenta externă și componenta internă.

7. Extensii magnetice idealizate: MTTC(n) și PMTTC(n)

7.1. Definiție

MTTC(n) este extensia magnetică idealizată a lui TTC(n). Ea introduce o distribuție magnetică compatibilă cu simetria ciclică de ordin n. PMTTC(n) este varianta conceptuală în care distribuția magnetică este realizată prin magneți permanenți.

$$MTTC(n) = TTC(n) + M_n$$

$$PMTTC(n) = TTC(n) + PM_n$$

Compatibilitatea magnetică cere ca distribuția idealizată să respecte aceeași rotație de monodromie ca structura geometrică:

$$M_{(k+1)} = R(2\pi/n) M_k$$

$$M_{(k+n)} = M_k$$

Important: relația de mai sus nu descrie o rotație spontană a magnetizării produsă automat de twist. Ea este o condiție de proiectare și asamblare. În varianta PMTTC(n), fiecare segment magnetic permanent trebuie fabricat sau montat cu orientarea vectorului M corespunzătoare fazei sale. Pentru magneți rigizi, vectorul de magnetizare este fixat în material și se rotește în spațiu doar dacă piesa fizică este orientată astfel în locașul ei.

7.2. Magnetizarea nu este determinată doar de twist

Twistul modifică geometria și normalele locale ale suprafeței, dar nu decide singur distribuția reală a polilor magnetici. Pentru un material magnetizat, densitatea idealizată de poli de suprafață este legată de produsul scalar dintre magnetizare și normala locală:

$$\sigma_m = M \cdot n$$

Aici M este magnetizarea reală, iar n este normala locală a suprafeței. Rezultă că distribuția N/S depinde de M, de n, de material, de procesul de magnetizare și de geometria reală. De aceea, o geometrie twistată nu garantează singură o distribuție magnetică utilă.

7.3. Câmp magnetic controlat

Direcția fizică prudentă pentru extensiile magnetice este tratarea sistemului ca arhitectură geo-topologică pentru câmp magnetic controlat sau pentru spațiu central de lucru. În această interpretare, structura nu este prezentată ca generator de energie, ci ca posibil organizator de flux, gradient, orientare sau câmp rotativ.

- câmp magnetic rotativ sau secvențial;
- câmp magnetic concentrat în zona centrală;
- gradient magnetic controlabil;
- spațiu central de lucru pentru material sau probă;
- posibilă pompă magnetică pentru fluid feromagnetic;

- inducție electrică numai ca extensie opțională.

7.4. Bobinaj trifazic în cazul $n = 6$

Pentru $n = 6$ există șase poziții naturale, compatibile cu o organizare 3 faze $\times$ 2 bobine/fază. O excitație trifazică poate fi folosită conceptual pentru a produce un câmp rotativ sau secvențial, dacă geometria, bobinajul și alimentarea sunt proiectate corespunzător.

6 poziții = 3 faze $\times$ 2 bobine/fază

twist geometric + fazaj spațial + excitație trifazică $\rightarrow$ câmp magnetic spațio-temporal organizat

Această formulare este conceptuală. Intensitatea câmpului, uniformitatea, pierderile, încălzirea și cuplajele se determină doar prin calcul electromagnetic și testare.

7.5. Inducția ca extensie opțională

Dacă o variantă a sistemului include o bobină sau un traseu central care captează flux variabil, inducția poate fi descrisă prin legea lui Faraday:

$$\Phi(t) = \int_{\Sigma} \mathbf{B}(\mathbf{r}, t) \cdot d\mathbf{S}$$

$$V(t) = -N d\Phi(t)/dt$$

Această relație nu transformă sistemul într-un generator prin definiție. Ea indică numai că un flux variabil printr-o bobină poate induce tensiune. Energia electrică obținută într-un montaj real ar proveni din sursa fizică ce produce variația de flux.

7.6. Reguli de prudență fizică

- Distribuția magnetică se tratează vectorial, nu ca sumă scalară simplă.
- Forțele și momentele se calculează din câmpuri reale, curenți, materiale și geometrii.
- Nu se afirmă producție de energie fără sursă fizică identificabilă.
- Magneții permanenți au remanență, coercitivitate, saturație și limite termice.
- Modelele cu fluid feromagnetic necesită ecuații de curgere, vâscozitate și interacțiune magneto-hidrodinamică.
- Validarea finală cere simulare FEM și experiment.

8. TTT(n) + CTTC(n): arhitectură compusă

8.1. Motivul introducerii notației

În dezvoltarea modelului poate fi utilă notația compusă $TTT(n) + CTTC(n)$. Aceasta nu înlocuiește lanțul $TPN(n) \rightarrow TTT(n) \rightarrow TTC(n)$, ci descrie o arhitectură formată dintr-un modul toroidal twistat și o componentă centrală sincronizată.

$$TTT(n) + CTTC(n) = \text{modul toroidal twistat} + \text{nucleu central toroidal sincronizat}$$

8.2. Interpretare

$TTT(n)$ reprezintă partea toroidală externă sau periferică, guvernată de monodromia de ordin n . $CTTC(n)$, adică Central Twist Toroid Core, reprezintă o componentă centrală toroidală sau compactă, sincronizată cu aceeași periodicitate C_n . Această notație este preferată în locul formei $TTC(n)$, deoarece forma cu literă mică poate fi confundată cu $TTC(n)$ la tehnoredactare.

Într-o interpretare magnetică prudentă, $TTT(n)$ poate organiza câmpul periferic, iar $CTTC(n)$ poate reprezenta zona centrală de lucru, de ghidaj, de captare sau de stabilizare. Această interpretare rămâne idealizată până la definirea exactă a materialului, bobinajului, alimentării și condițiilor de frontieră.

8.3. Cazul $n = 6$

$TTT(6) + CTTC(6) \rightarrow$ sistem compus cu periodicitate C_6 și twist de 60°

Pentru $n = 6$, arhitectura compusă poate fi formulată ca sistem toroidal hexagonal cu nucleu central sincronizat. Dacă sistemul este comparat cu familia sferoidală, funcția analogă de nucleu central solenoidal este $STSD(6)$; $CTTC(6)$ rămâne denumirea toroidală, nu o redenumire a componentei sferoidale. Ea poate fi compatibilă cu adresarea $C1 + C6[C6]$, unde $C1$ este centrul global, iar $C6[C6]$ descrie poziții externe și interne.

$$C1 + C6[C6]$$

$$T_s(i,j) = (i + 1, j + s) \bmod 6$$

Această gramatică este utilă pentru nomenclatură, permutări, canale, sectoare, faze și segmente magnetice, dar nu reprezintă singură o validare fizică.

9. Validare, limite și program de lucru

9.1. Ce este validat formal

- existența poligonului regulat P_n pentru $n \geq 3$;
- compatibilitatea rotației $2\pi/n$ cu simetria ciclică C_n ;
- monodromia finită $\mu = R(2\pi/n)$, cu $\mu^n = I$;
- permutarea ciclică $\sigma = (1 \ 2 \ \dots \ n)$, cu $\sigma^n = \text{id}$;
- definirea formală $\text{TTC}(n) = (S^1 \times P_n) / \sim$;
- volumul ideal $V = \pi n R r^2 \sin(2\pi/n)$, pentru modelul geometric ideal.

9.2. Ce nu este validat prin geometrie

- distribuția reală a câmpului magnetic;
- poziționarea exactă a polilor N/S pe o suprafață twistată;
- eficiența inductivă sau energetică;
- funcționarea ca pompă magnetică;
- stabilitatea mecanică și termică;
- performanța unui dispozitiv practic.

9.3. Program de validare

12. Definirea completă a geometriei CAD pentru un caz ales, de exemplu $\text{TTC}(6)$.
13. Verificarea parametrizării și a lipirilor topologice.
14. Alegerea materialelor și a distribuției de magnetizare sau bobinaj.
15. Simulare electromagnetică FEM pentru câmp B , flux Φ , forțe și pierderi.
16. Simulare termică și mecanică, dacă există curenți sau magneți reali.
17. Prototip experimental la scară redusă.
18. Măsurarea câmpului, fluxului, temperaturii și răspunsului la alimentare.
19. Compararea rezultatelor experimentale cu simularea.

9.4. Limite academice

Modelul $\text{TTC}(n)$ este util ca fundament geometric și topologic. El nu trebuie prezentat ca demonstrație a unui efect fizic nou fără date. Lucrarea își păstrează forța academică tocmai prin delimitarea dintre ceea ce este definit formal și ceea ce rămâne de testat.

10. Concluzii

Lucrarea a formulat modelul Twist Toroid Ciclic de ordin n , $TTC(n)$, ca structură toroidală ideală cu secțiune poligonală regulată și monodromie discretă de ordin n . Construcția a fost organizată progresiv: $TPN(n)$ ca tor poligonal netorsionat, $TTT(n)$ ca regulă topologică de twist și $TTC(n)$ ca corp ciclic complet.

Rezultatul principal este definirea coerentă a unei familii de toroizi în care secțiunea transversală este transportată cu o rotație internă controlată. Monodromia $\mu = R(2\pi/n)$, cu $\mu^n = I$, oferă baza topologică a modelului, iar permutarea $\sigma = (1\ 2\ \dots\ n)$ descrie ciclarea suprafețelor sau sectoarelor.

Cazurile $n = 3$ și $n = 6$ au fost identificate ca instanțe principale. Cazul $n = 3$ oferă forma trifazică minimală, iar cazul $n = 6$ oferă arhitectura hexagonală compatibilă cu modularitate de 60° , twisturi derivate de 120° și 180° și gramatici de adresare de tip $C1 + C6[C6]$.

Extensiile magnetice $MTTC(n)$ și $PMTTC(n)$ au fost prezentate prudent, ca modele idealizate. Geometria poate organiza spațial un câmp sau o distribuție de magnetizare, dar nu determină singură câmpul real, inducția utilă sau performanța energetică. Acestea necesită simulare și experiment.

Concluzia finală este că $TTC(n)$ reprezintă o gramatică geometrică și topologică pentru trasee, suprafețe, secțiuni, permutări și posibile spații magnetice controlate. Valoarea modelului este în coerența sa formală și în capacitatea de a genera arhitecturi testabile, nu în revendicarea unei validări fizice fără măsurători.

Bibliografie selectivă

Bibliografia de mai jos susține cadrul matematic și electromagnetic general. Datele editoriale pot fi adaptate la stilul cerut de instituție.

20. Munkres, J. R. - Topology, Prentice Hall.
21. Hatcher, A. - Algebraic Topology, Cambridge University Press.
22. do Carmo, M. P. - Differential Geometry of Curves and Surfaces, Prentice Hall.
23. Gray, A. - Modern Differential Geometry of Curves and Surfaces with Mathematica, CRC Press.
24. Griffiths, D. J. - Introduction to Electrodynamics, Pearson.
25. Jackson, J. D. - Classical Electrodynamics, Wiley.
26. Stratton, J. A. - Electromagnetic Theory, McGraw-Hill.
27. Zienkiewicz, O. C.; Taylor, R. L.; Zhu, J. Z. - The Finite Element Method, Butterworth-Heinemann.

Anexa A — Formule principale

Mărime / relație	Formulă
Unghi fundamental	$\alpha_n = 2\pi/n = 360^\circ/n$
Latura poligonului	$a_n = 2r \sin(\pi/n)$
Apotema	$\rho_n = r \cos(\pi/n)$
Perimetru	$P(P_n) = 2nr \sin(\pi/n)$
Arie secțiune	$A(P_n) = (n/2)r^2 \sin(2\pi/n)$
Arie totală TPN	$S(TPN(n)) = 4\pi n R r \sin(\pi/n)$
Volum ideal	$V(TTC(n)) = \pi n R r^2 \sin(2\pi/n)$
Twist progresiv	$\psi(u) = u/n$
Monodromie	$\mu = R(2\pi/n), \mu^n = I$
Permutare ciclică	$\sigma = (1\ 2\ \dots\ n), \sigma^n = \text{id}$
Flux magnetic	$\Phi(t) = \int \Sigma B(r,t) \cdot dS$
Inducție Faraday	$V(t) = -N d\Phi(t)/dt$
Poli de suprafață	$\sigma_m = M \cdot n$

Anexa B — Statutul rezultatelor

Afirmație	Statut	Observație
Existența P_n pentru $n \geq 3$	validare geometrică formală	rezultat matematic standard
Monodromia $R(2\pi/n)$	validare topologică formală	ordin finit n
$TTC(n)$ ca fibrat peste S^1	model formal	necesită interpretare geometrică atentă
Volumul ideal	calcul geometric ideal	nu include deformări reale
Distribuția magnetică	ipoteză fizică	necesită model vectorial
Câmp magnetic controlat	posibilitate de proiectare	necesită simulare/experiment
Inducție electrică	extensie opțională	necesită flux variabil și sarcină
Dispozitiv practic	nevalidat în această lucrare	necesită prototip și măsurători

Anexa C — Text scurt pentru prezentare

Tema lucrării este definirea modelului Twist Toroid Ciclic, $TTC(n)$, o familie de structuri toroidale ideale în care secțiunea poligonală regulată este transportată pe o directoare toroidală cu o rotație discretă de ordin n . Modelul pornește de la $TPN(n)$, introduce $TTT(n)$ ca regulă topologică de twist și ajunge la $TTC(n)$ ca obiect ciclic complet.

Ideea-cheie este monodromia: după o tură completă, secțiunea revine rotită cu $2\pi/n$; după n ture revine la orientarea inițială. Această regulă permite organizarea suprafețelor și sectoarelor într-un ciclu topologic controlat.

Lucrarea tratează extensiile magnetice doar ca modele idealizate. Ea nu susține validare experimentală, ci propune un fundament geometric și topologic pentru arhitecturi care pot fi ulterior simulate și testate.